

eja

EDUCAÇÃO
PARA JOVENS
E ADULTOS

CIÊNCIAS DA NATUREZA II

e suas TECNOLOGIAS

Biologia II • Física II • Química II

Módulo 4 • Volume 1

GOVERNO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Governador
Luiz Fernando de Souza Pezão

Vice-Governador
Francisco Oswaldo Neves Dornelles

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO

Secretário de Educação
Antônio José Vieira de Paiva Neto

Chefe de Gabinete
Caio Castro Lima

Subsecretaria Executiva
Amaury Perlingeiro

Subsecretaria de Gestão do Ensino
Patrícia Carvalho Tinoco

Superintendência pedagógica
Carla Bertânia Conceição de Souza

Coordenadora de Educação de Jovens e adulto
Rosana Mendes

SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Secretário de Estado
Gustavo Reis Ferreira

FUNDAÇÃO CECIERJ

Presidente
Carlos Eduardo Bielschowsky

PRODUÇÃO DO MATERIAL EJA (CECIERJ)

Diretoria Adjunta de Extensão
Elizabeth Ramalho Soares Bastos

Coordenação de Formação Continuada
Carmen Granja da Silva

Gerência do Projeto
Michelle Casal Fernandes

Coordenação Geral de Design Instrucional
Cristine Costa Barreto

Elaboração
Aline Beatriz Alves
Ana Paula Abreu-Fialho
Clarissa Leal de Oliveira Mello
Claudia Augusta de Moraes Russo
Hélio Ricardo da Silva
Ricardo Campos da Paz
Thiago Madruga

Revisão de Língua Portuguesa
Ana Cristina Andrade dos Santos
Paulo Cesar Alves

Revisão de Conteúdo de Física
Andreia M. Saguia
Bruno Lazarotto Lago
Cesar Bastos
Fábio Ferreira Luiz
Felipe Mondaine
Gabriela Aline Casas

Revisão de Conteúdo de Química
Ana Paula Bernardo dos Santos
Carmelita Portela
Esteban Lopez Moreno
Mauro Braga França
Valéria Pereira

Coordenação de
Desenvolvimento Instrucional
Bruno José Peixoto
Flávia Busnardo
Paulo Vasques de Miranda

Desenvolvimento Instrucional
Aline Beatriz Alves
Kathleen Gonçalves
Rommulo Barreiro

Coordenação de Produção
Fábio Rapello Alencar
Assistente de Produção
Bianca Giacomelli

Projeto Gráfico e Capa
Andreia Villar

Imagem da Capa e da Abertura das Unidades
André Guimarães

Diagramação
Alexandre d' Oliveira
Alessandra Nogueira
Bianca Lima
Bruno Cruz
Carlos Eduardo Vaz
Juliana Fernandes
Juliana Vieira
Katy Araújo
Ricardo Polato
Ronaldo d' Aguiar Silva

Ilustração
Bianca Giacomelli
Clara Gomes
Fernando Romeiro
Jefferson Caçador
Sami Souza

Produção Gráfica
Patrícia Esteves
Ulisses Schnaider

Sumário

Biologia

Unidade 1 • O corpo, a pele, os músculos e o esqueleto	7
Unidade 2 • Sistemas Respiratório e Circulatório	31
Unidade 3 • Sistemas Nervoso e Imunológico	63
Unidade 4 • Sistema Urogenital	89
Unidade 5 • Sistema Digestório	125

Física

Unidade 1 • Cargas elétricas e suas atrações	149
Unidade 2 • Aprendendo sobre as correntes elétricas	169
Unidade 3 • Civilização Elétrica	187
Unidade 4 • Circuitos Elétricos	209
Unidade 5 • Magnetismo	235

Química

Unidade 1 • Combustíveis e Energia	267
<hr/>	
Unidade 2 • Termoquímica	287
<hr/>	
Unidade 3 • Estudo da velocidade das reações: Cinética química	315
<hr/>	
Unidade 4 • Equilíbrio Químico	339
<hr/>	
Unidade 5 • Colocando “uma pilha” na nossa conversa	379
<hr/>	
Anexo 1	411
<hr/>	
Anexo 2	419
<hr/>	

Prezado Aluno,

Seja bem-vindo a uma nova etapa da sua formação.

Através da educação a pessoa toma a sua história em suas próprias mãos e consegue mudar o rumo de sua vida. Para isso, acreditamos na capacidade dos alunos de aprender, descobrir, criar soluções, desafiar, enfrentar, propor, escolher e assumir suas escolhas.

O material didático que você está recebendo pretende contribuir para o desenvolvimento destas capacidades, além de ajudar no acompanhamento de seus estudos, apresentando as informações necessárias ao seu aprendizado.

Acreditamos que, com ajuda de seus professores, você conseguirá cumprir todas as disciplinas dos quatro módulos da matriz curricular para Educação de Jovens e Adultos da Secretaria de Educação do Estado do Rio de Janeiro.

E assim, novas histórias acontecerão em sua vida.

Para ajudá-lo no seu percurso, segue abaixo uma tabela que apresenta a grade de disciplinas que irá cursar:

MÓDULO	NOME DISCIPLINA	CH SEMANAL	CARGA HORÁRIA TOTAL
MÓDULO I	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA I	4	80
MÓDULO I	MATEMÁTICA I	4	80
MÓDULO I	HISTÓRIA I	4	80
MÓDULO I	GEOGRAFIA I	4	80
MÓDULO I	FILOSOFIA I	2	40
MÓDULO I	SOCIOLOGIA I	2	40
MÓDULO I	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL DO MÓDULO I			420
MÓDULO II	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA II	4	80
MÓDULO II	MATEMÁTICA II	4	80
MÓDULO II	FÍSICA I	4	80
MÓDULO II	QUÍMICA I	4	80
MÓDULO II	BIOLOGIA I	4	80
MÓDULO II	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL DO MÓDULO II			420
MÓDULO III	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA III	4	80
MÓDULO III	MATEMÁTICA III	4	80
MÓDULO III	HISTÓRIA II	3	60
MÓDULO III	GEOGRAFIA II	3	60
MÓDULO III	FILOSOFIA II	2	40
MÓDULO III	SOCIOLOGIA II	2	40
MÓDULO III	EDUCAÇÃO FÍSICA	2	40
MÓDULO III	LÍNGUA ESTRANGEIRA OPTATIVA	2	40
MÓDULO III	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL NO MÓDULO III			460
MÓDULO IV	LÍNGUA PORTUGUESA/LITERATURA IV	4	80
MÓDULO IV	MATEMÁTICA IV	3	60
MÓDULO IV	FÍSICA II	3	60
MÓDULO IV	QUÍMICA II	3	60
MÓDULO IV	BIOLOGIA II	3	60
MÓDULO IV	LÍNGUA ESTRANGEIRA	2	40
MÓDULO IV	ARTES	2	40
MÓDULO IV	ENSINO RELIGIOSO	1	20
CARGA HORÁRIA TOTAL NO MÓDULO IV			420

Conte conosco.
Equipe da Fundação Cecierj e SEEDUC

“

Nada lhe posso dar que já não exista em você mesmo.

Não posso abrir-lhe outro mundo de imagens, além daquele que há em sua própria alma.

Nada lhe posso dar a não ser a oportunidade, o impulso, a chave.

Eu o ajudarei a tornar visível o seu próprio mundo, e isso é tudo.

Hermann Hesse

”

O corpo, a pele, os músculos e o esqueleto

Para início de conversa

No módulo anterior, você viu como se estrutura a unidade funcional do nosso organismo: a célula. Como já mencionamos, as células são capazes de se organizar em tecidos, que, por sua vez, podem formar os órgãos. Grupos de órgãos que desempenham uma mesma função são chamados de sistemas. Os órgãos e os sistemas são o que formam um organismo complexo como os seres humanos.

A área do conhecimento que estuda como um organismo se estrutura e dá nome às partes do corpo é chamada de anatomia.

As diferenças de estrutura entre os órgãos, caracterizada pela anatomia, faz com que observemos a diferentes funções desempenhadas por eles. A área de conhecimento que busca entender como os órgãos e sistemas funcionam é a Fisiologia.

Sabendo disso, você consegue perceber que a anatomia está intimamente ligada à Fisiologia, pois o funcionamento de um órgão depende de sua estrutura.

Além de anatomia e Fisiologia Humanas, neste módulo, também iremos discutir o que acontece quando a fisiologia não está bem, ou seja, vamos conversar sobre algumas doenças. Por uma questão prática, iremos focar no corpo do ser humano como exemplo

Objetivos da Aprendizagem:

- Apresentar a importância da pele e do sistema tegumentar para a proteção do organismo e de seu equilíbrio com o ambiente à sua volta.
- Associar os sistemas muscular e o esqueleto às funções de sustentação e locomoção, discutindo as principais doenças que os afligem.

Seção 1

Anatomia Geral do Corpo Humano

Como você viu, a anatomia, dentre outras coisas, dá nomes às diferentes partes do corpo. E, para facilitar tal tarefa, a organização morfológica é hierárquica; em determinados níveis, no entanto, só pode ser distinguida com o uso de um microscópio, como é o caso do nível celular.

Recapitulando o que vimos no módulo 2, a célula realiza inúmeras atividades fundamentais para a sobrevivência do organismo, por isso é considerada a unidade funcional do corpo. A célula possui moléculas digestivas que degradam o alimento; faz respiração celular, produzindo energia; produz e elimina excretas; troca água e nutrientes com o ambiente externo. Além disso, a célula dá origem a outras células no processo de divisão celular através do qual o corpo cresce e se reproduz.

Excreta

Resíduos não usados pelo organismo e que devem ser eliminados.

Nos organismos multicelulares, por exemplo, células de um mesmo tipo podem se agrupar formando tecidos. Estes apresentam funções individualizadas, como a pele que protege o interior do corpo. Alguns organismos, como as esponjas marinhas (Figura 1), apresentam um número reduzido de tipos celulares, enquanto nós humanos apresentamos mais de 200 tipos celulares diferentes.

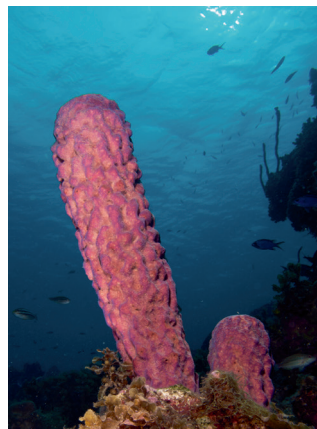


Figura 1: *Aplysina archeri*, uma esponja marinha que não apresenta células organizadas em tecidos e possui poucos tipos celulares. Diferente de um organismo com tecidos verdadeiros (que possuem funções específicas), a fisiologia de uma esponja é apenas o conjunto das fisiologias de cada tipo celular.

Tecidos agregados e funcionando coordenadamente formam um órgão, como o coração, por exemplo, que é composto principalmente por tecido muscular. Ao pleno funcionamento do corpo, chamamos homeostase

Homeostase

O corpo em seu pleno funcionamento ou saudável.

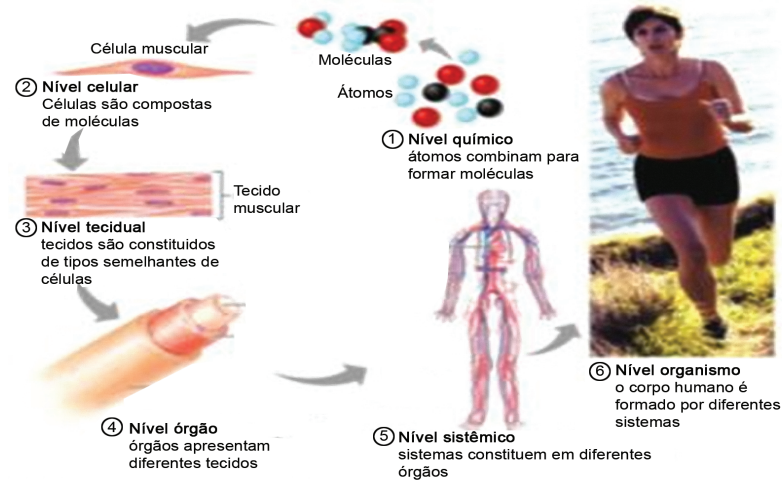


Figura 2: Hierarquia da organização do corpo humano. Todos os níveis hierárquicos são necessários para o pleno funcionamento do organismo. Cada sistema é responsável por uma função maior do corpo.

Uma característica marcante, presente no corpo da maior parte dos animais, é o que chamamos de simetria bilateral. Todos os vertebrados e a maior parte dos invertebrados apresentam esse tipo de simetria, na qual o lado direito é o reflexo do lado esquerdo do corpo.

Alguns exemplos são: insetos, caranguejos, peixes ósseos e a arraia. Já as estrelas do mar e ouriços apresentam outro tipo de simetria, a simetria radial, na qual o corpo pode ser dividido em muitas partes espelhadas, da mesma forma que podemos dividir uma pizza em seis ou oito fatias.

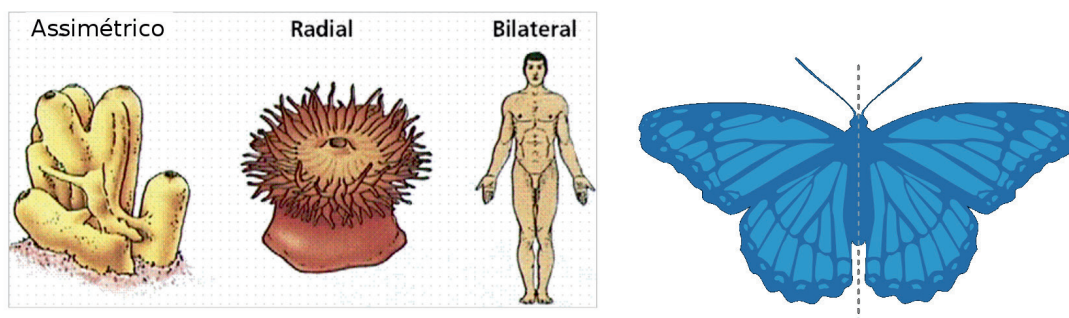


Figura 3: À esquerda, observe organismos que apresentam diferentes tipos de simetria. Muitos animais, como o ser humano e os insetos, como as borboletas, possuem simetria bilateral. Veja (à direita) que, se traçarmos uma reta imaginária (em cinza), no meio de seu corpo, e compararmos seus lados direito e esquerdo, encontraremos estruturas idênticas: uma antena, duas asas etc.

Voltando à questão da organização do corpo, nossos estudos, a partir de agora, serão focados nos sistemas que formam o corpo dos humanos. Vamos ao primeiro deles!

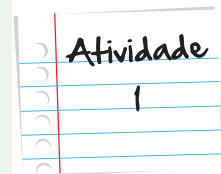
Refleta!

Olhe-se no espelho e trace mentalmente uma reta que se alonga desde a sua cabeça até as suas pernas e passe exatamente no meio do seu nariz.

Identifique, primeiro, sinais da sua simetria bilateral. Após, verifique se você consegue perceber detalhes que quebram tal simetria.

Quais as semelhanças e diferenças que pôde perceber?

Anote suas
respostas em
seu caderno



Seção 2

Sistema tegumentar

Para estudarmos os sistemas que formam a estrutura do corpo humano, vamos iniciar com uma viagem de fora para dentro dele. Ou seja, começaremos pela pele.

A pele é considerada o maior órgão do corpo humano. Ela possui diversas camadas que, juntas, representam cerca de 15% do seu peso corporal. De fato, se todas essas camadas fossem postas lado a lado, você conseguiria cobrir um espaço de 20 m²! É importante você saber que a sua pele é constantemente renovada por divisões celulares, que produzem células novas para substituir as antigas.

A pele, o cabelo, os pelos e algumas glândulas formam o primeiro sistema que iremos estudar, que é o sistema tegumentar. Glândulas são órgãos que secretam substâncias para uma determinada função. Os pelos são característicos de todos os mamíferos, inclusive dos mamíferos marinhos (baleias, golfinhos) que aparentam não os ter. Outros vertebrados não apresentam pelos, mas possuem outros tipos de apêndices como as penas (das aves) e escamas (das cobras). Pelos, penas e escamas são apêndices constituídos por uma molécula especial que é a queratina.

Apêndices

Estruturas que se projetam para fora do corpo de um animal ou de um órgão.

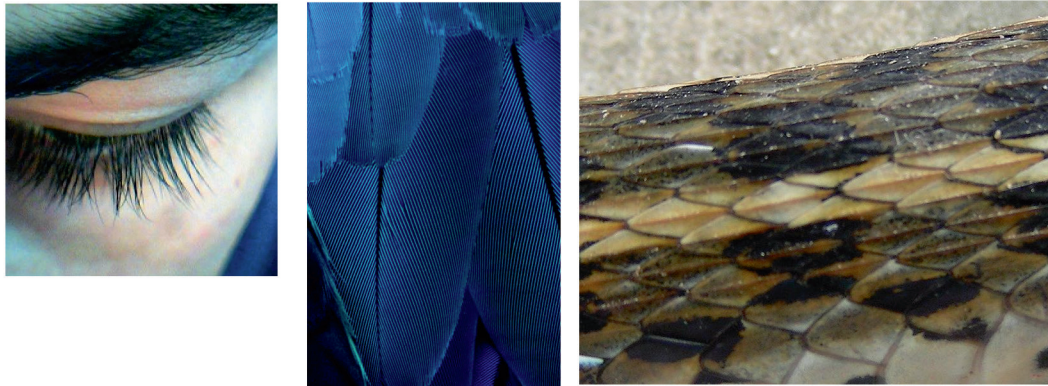


Figura 4: Três tipos de apêndices de queratina que formam o sistema tegumentar de vertebrados: cabelos e pelos; penas da arara azul brasileira; e escamas de uma cobra.

De um modo geral, o sistema tegumentar possui muitas funções. A primeira é a de proteção, pois a pele funciona como uma barreira anatômica contra danos aos tecidos mais internos. A pele também impede a entrada de microorganismos patogênicos ao mesmo tempo que regula a saída de nutrientes essenciais e de água do corpo para o ambiente. Ela é impermeável à entrada de água também, evitando que este líquido traga consigo desbalanços para o bom funcionamento do organismo.

Patogênicos

Agente patogênico ou infeccioso é um organismo (chamados de parasita) capaz de infectar e produzir doenças em outros (hospedeiros).

Outra função importante do sistema tegumentar está relacionada ao controle da temperatura corporal. Este sistema possui estruturas especiais, chamadas glândulas sudoríparas; quando estamos com calor, essas glândulas são

ativadas pelo sistema nervoso, produzindo o suor. Embora a água não possa entrar pela nossa pele, ela pode sair, na forma de suor (processo conhecido como sudorese). A água do suor, quando este é liberado, carrega consigo uma grande quantidade de calor (o que está relacionado às suas propriedades químicas). Isso provoca uma diminuição da temperatura do corpo.

Por outro lado, você já reparou que, quando sentimos frio, a nossa pele fica eriçada? Isso acontece; pois também existe também um controle de temperatura que evita a perda de calor para o ambiente, quando estamos com frio. Nossos pelos ficam arrepiados pois, nesta conformação, eles ajudam a evitar essa perda de calor.

Um outro tipo de glândulas presentes na pele são as glândulas sebáceas que são associadas aos pelos em todo o corpo. Essas glândulas **liberam óleos naturais** que lubrificam e promovem a oleosidade do cabelo, dos pelos e de toda a pele dependendo da quantidade de óleo liberada.

Cabelo oleoso, as espinhas e as glândulas sebáceas

Você pode nunca ter ouvido falar de glândulas sebáceas, mas com certeza já deve ter percebido alguns eventos relativos à sua atividade no nosso organismo.

Por exemplo, se ficamos dois dias sem lavar os cabelos, é comum que este fique oleoso (para algumas pessoas, um dia é suficiente). O óleo do cabelo é um produto de glândulas sebáceas que temos na cabeça.

Outra coisa relacionada com a atividade dessas glândulas são as espinhas, tão frequente em adolescentes. Para entender como estas espinhas se formam, acesso o link a seguir, que apresenta um esquema interessante: <http://saude.abril.com.br/infograficos/como-formam-espinhas.shtml>.



Pigmentação

Além da oleosidade, uma outra característica da pele que é bastante variável dentro da espécie humana é a cor. O principal pigmento responsável pelas diferenças no padrão de coloração da pele é chamado de melanina. A melanina da pele é secretada por um tipo especial de células, chamadas de melanócitos.

Quando você toma sol, seus melanócitos produzem mais melanina e é ela quem dá aquele tom bronzeado à sua pele. Entretanto, você deve lembrar que a liberação de melanina funciona como uma defesa. Nesse sentido, a melanina é importante para proteger a pele dos raios solares que podem danificar seus tecidos internos. Por isso, ao nos bronzearmos, devemos sempre passar protetor solar!



Saiba Mais

Cor da pele e raças

Há muito tempo, as pessoas associavam a cor da pele humana a diferentes raças. Algumas pessoas pareciam discutir com tanta propriedade que parecia que cada “raça” humana apresentava suas características particulares e poderiam até ser consideradas como um nível taxonômico distinto dentro da espécie *Homo sapiens*. Exemplo: *Homo sapiens* raça negra, *Homo sapiens* raça branca etc.

Entretanto, quando os pesquisadores começaram a isolar e caracterizar genes de “raças” humanas diferentes, eles descobriram que a única coisa realmente diferente entre as chamadas “raças” era a própria cor de pele. Por dentro e por fora, nós humanos somos tão homogeneizados pelo fluxo gênico que falar em “raça de cor de pele” faz tanto sentido como falar em “raça de altura” ou “raça de grossura de sobrelha”.

Assim, hoje, podemos dizer com segurança que “raça” é apenas outro nome, já antiquado e cheio de preconceitos infundados para “característica anatômica”.

Em algumas pessoas, porém, os melanócitos são defeituosos e não são capazes de produzir melanina. Essas pessoas apresentam uma condição que é chamada de albinismo. Indivíduos albinos possuem uma cor de pele extremamente branca e, portanto, devem se proteger muito do sol, pois um dos genes responsáveis pela produção de melanina tornou-se defeituoso por mutações. Repare que a mutação é independente da cor de pele dos pais, apresentado na Figura 5, que ilustra uma criança albina de família com pele morena. Na figura, veja também que outras espécies animais também podem apresentar essa doença. Com exceção da proteção ao sol, entretanto, os albinos levam uma vida perfeitamente normal e constituem mais uma parcela da imensa diversidade humana.



Figura 5: Menina albina com sua família na Papua Nova-Guiné (Ásia). Repare que a criança apresenta muitos traços da anatomia da face em comum com a família, com exceção da coloração da pele. Nas outras fotos, podemos observar outras espécies animais albinas, como o jacaré, o veado e o coelho.

Há diversas doenças que afetam a pele, causando lesões, como é o caso da leishmaniose e da esquistossomose. Ambas as doenças são comuns em áreas tropicais, inclusive no Brasil. Vamos conhecê-las melhor.

Esquistossomose e Leishmaniose

A esquistossomose é uma doença causada por um agente infeccioso pertencente ao gênero **Shistosoma**. Este agente se abriga dentro de um molusco, o qual é um agente intermediário da transmissão da doença. A doença apresenta ciclos distintos. Em um primeiro ciclo de vida, com uma fase na água, o microorganismo está infectando o hospedeiro intermediário, o molusco aquático **Biomphalaria**.

Platelminto

Membros do Filo **Platyhelminthes** de vermes achatados do qual algumas espécies podem parasitar a espécie humana e outros animais.

Quando pessoas banham-se em águas com moluscos contaminados pelo **Schistosoma**, elas se contaminam, pois na água alguns platelmintos conseguem penetrar na pele do humano. Assim, inicia-se outra fase, a fase do ciclo terrestre da doença. A doença raramente mata pessoas, mas pode causar lesões na pele e, depois de muitos anos de infecção, chegar a danificar órgãos vitais e a retardar o desenvolvimento em crianças. Alguns dos sintomas mais comuns são inchaço, vermelhidão e coceiras na região onde houve a infecção. Em casos mais crônicos, pode haver inchaço da barriga das pessoas acometidas, motivo pelo qual essa doença é também conhecida como barriga d'água.



Figura 6: Lesões decorrentes da esquistossomose no braço de um adulto.

Podemos, portanto, dizer que existem dois hospedeiros para os parasitas da esquistossomose. Os hospedeiros intermediários, os moluscos, que abrigam os parasitas e os que transmitem para os hospedeiros finais, os humanos.

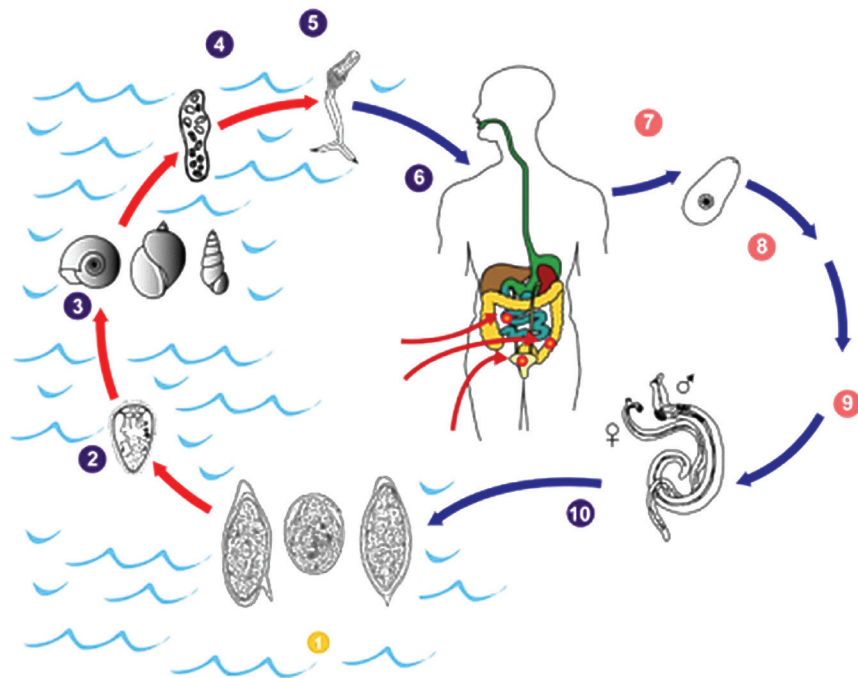


Figura 7: Ciclo de vida da esquistossomose, ilustrando três espécies de *Schistosoma* (*S. mansoni*, *S. japonicum* e *S. haematobium*) que infectam humanos. 1: Os ovos são liberados pelas fezes e pela urina. 2: Os ovos quando eclodem liberam os miracídeos. 3: Os miracídeos infectam o tecido mole dos caramujos aquáticos. 4: Depois da infecção do hospedeiro intermediário, os miracídeos se desenvolvem em outras formas de vida do *Schistosoma*: esporocistos e cercárias 5: As cercárias são as formas de vida do *Schistosoma* que podem penetrar a pele humana. 6: As cercárias alojam-se no sistema digestório. 7: As cercárias perdem a cauda. 8: As cercárias invadem o sistema circulatório. 9: As cercárias desenvolvem-se em adultos que são os vermes achatados. 10: O ciclo da doença completa-se quando os adultos liberam os ovos que podem contaminar novos cursos de água através de fezes (*S. mansoni*, *S. japonicum* e *S. haematobium*) e urina (apenas *S. haematobium*) humanas contaminadas com os ovos do parasita.

Outras doenças que afetam a pele também são transmitidas por hospedeiros intermediários. A Leishmaniose, por exemplo, tem como hospedeiros intermediários os mosquitos flebotomíneos. Esses mosquitos transmitem, através das picadas, os microorganismos protistas do gênero *Leishmania*, que são os causadores da doença.



Figura 8: Na foto à esquerda, uma lesão na pele provocada pela doença Leishmaniose, causada por um parasita que tem como hospedeiro intermediário o mosquito flebotomíneo, na foto à direita.

Saiba que, no caso da esquistossomose, a infecção pelo parasita não é normalmente sentida pela pessoa, pois o *Schistosoma* penetra diretamente pela pele, quando o humano banha-se em águas com moluscos infectados. Na leishmaniose, por outro lado, a picada do mosquito flebotomíneo é sentida pelo humano que está sendo infectado. Sentimos a picada por uma outra característica importante de nossa pele: as terminações nervosas que nos fazem sentir a dor e também a sensação de coceira posterior à picada.

Você sabe que não devemos coçar o local de uma picada de mosquito, mas às vezes não dá mesmo para aguentar! Quando finalmente coçamos, o movimento que fazemos com a mão é o resultado de uma interação nervosa, que irá contrair um determinado músculo, o qual é ligado ao osso da mão que irá coçar a ferida. Para você entender melhor esses mecanismos, vamos estudar o sistema muscular e o sistema esquelético.

Epidemiologia

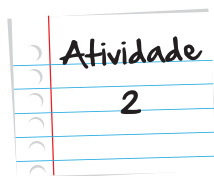
Epidemiologia é o ramo das Ciências da Vida que trata do estudo dos agentes infecciosos que causam as doenças e de como uma doença pode ser transmitida de uma pessoa para outra. Mas como começou a epidemiologia?

Ao longo de nossa história, de vez em quando, uma doença aparecia em várias casas de um mesmo bairro. Depois de um tempo, outros bairros daquela cidade também começavam a apresentar doentes. Alguns residentes conformavam-se com a nova doença em suas vidas. Outros, os primeiros epidemiologistas, se punham a investigar para descobrir como as pessoas doentes tinham se contaminado. Mas, como descobrir o mecanismo de contaminação?

Os investigadores entrevistavam os doentes e tentavam recolher a maior quantidade de informação possível sobre eles. Por exemplo, onde os afetados pela doença moram? Será que eles se banham em um mesmo rio? Será que todos trabalham ou estudam em um mesmo local? Será que a doença atinge apenas crianças? Ou apenas mulheres são afetadas? Fazendo esse tipo de perguntas, eles conseguiriam definir a fonte de infecção e, por vezes, interromper o ciclo da epidemia.

Repare que, em seu início, a epidemiologia era limitada à descrição detalhada dos sintomas e à forma de transmissão da doença em humanos. Mais tarde, os microscópios e a teoria de Louis Pasteur deram origem à teoria microbiológica das doenças. Essa teoria foi proposta com base nos experimentos que demonstraram a existência de microorganismos infectando seres humanos acometidos por doenças. A partir daí, a epidemiologia passou a incluir o estudo detalhado dos agentes patogênicos e da relação deles com o hospedeiro.





Marque verdadeiro ou falso

- a. () A pele é um sistema fisiológico que tem diversas funções, dentre elas proteger o organismo de infecções e atuar junto ao controle de temperatura.
- b. () Esquistossomose é uma doença causada por um molusco.
- c. () Leishmaniose é uma doença transmitida por um mosquito.
- d. () Melanina é um pigmento que dá cor à pele.
- e. () Albinos têm excesso de melanina.

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3

O sistema muscular

O sistema muscular é o conjunto de 350 músculos presentes no corpo humano. Estes podem ser classificados em músculos cardíacos, esqueléticos e lisos. O sistema muscular esquelético é responsável pela produção de força, pela movimentação do corpo e pela manutenção da postura ereta, tipicamente humana. O sistema muscular também promove a circulação sanguínea (sobre a qual você aprenderá na próxima unidade deste módulo) por meio do bombeamento de sangue do músculo cardíaco.

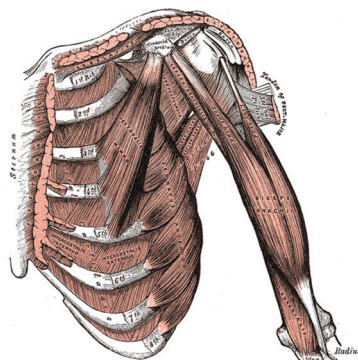


Figura 9: Detalhe do sistema muscular, ilustrando as costelas (os ossos, em branco, no centro da figura) unidas com a musculatura do tórax e os músculos do braço ligados ao osso.

O sistema muscular está intimamente ligado ao sistema esquelético. Na realidade, queremos dizer exatamente isso: ligados! Digamos que você queira coçar sua perna. Sua vontade faz com que o comando chegue, por meio de **impulsos nervosos**, ao sistema muscular esquelético ligado ao braço. Quando o impulso chega, o músculo esquelético do seu braço se contrai, e se distende, movimentando o osso ao qual ele está ligado. O mesmo processo acontece em sua mão que mexe seus dedos, para você conseguir coçar sua perna.

Impulsos nervosos

São os sinais transmitidos por células nervosas de todas as partes do corpo até o encéfalo, transmitindo as sensações, como o tato, a visão etc.

Você pode reparar que seu cotovelo movimenta-se sempre da mesma maneira, possibilitando que seu pulso se aproxime do seu ombro. O cotovelo e o joelho são exemplos do que chamados de articulações.

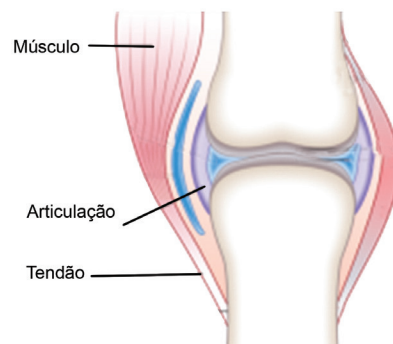


Figura 10: Ilustração, mostrando uma articulação entre dois ossos e um tendão, que une o músculo ao osso.

Uma articulação é a região onde dois ossos unem-se. Repare, quando você estiver comendo uma asinha de galinha, que as partes da asinha movem-se da mesma forma que você pode mover seu braço. A asa da galinha é uma parte da anatomia da ave que é equivalente ao braço humano. Repare que ela apresenta três partes também: antebraço, braço e mão.

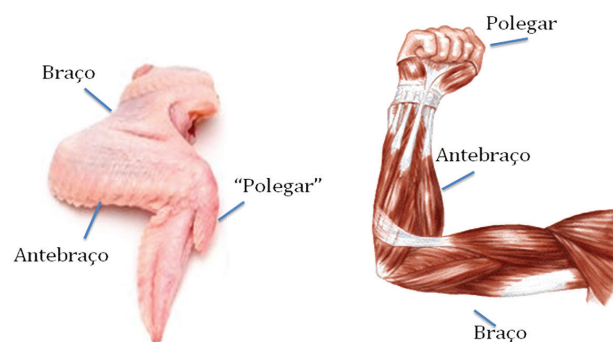


Figura 11: Asas de galinha com três partes equivalentes ao seu braço, ligadas por cartilagens. Repare que na parte da mão existe até um dedo (polegar) que é um vestígio de um ancestral comum com dedos nas mãos.

Os seus músculos esqueléticos são acionados de acordo com a sua vontade e, portanto, esse tipo de musculatura é chamado de voluntária. Exemplos de musculatura voluntária são os músculos de braços e pernas que nos fazem andar, nadar, correr e exercitar-nos.



Figura 12: Os tendões são as estruturas anatómicas que ligam os músculos aos ossos. Repare no corte de um músculo: ele é constituído por um conjunto de fibras musculares, vasos sanguíneos e tecido conectivo (que preenche os espaços entre as fibras musculares e os vasos sanguíneos).

Um outro tipo muscular é o que chamamos de musculatura lisa, também chamada de involuntária, pois age independente da vontade do indivíduo. Os vasos sanguíneos, por exemplo, são cobertos por fibras específicas de musculatura lisa. Outros exemplos de musculatura lisa podem ser encontrados no útero de mulheres, nos tratos respiratório e gastrointestinal, na íris no olho. Todos esses órgãos movem-se independentes da vontade do indivíduo.

O terceiro e último tipo de musculatura é o músculo cardíaco que também é de musculatura involuntária, mas de estrutura diferente da musculatura lisa. A contração do coração bombeia o sangue oxigenado para as diferentes partes do corpo. O bombeamento acontece cerca de 70 vezes por minuto e bilhões de vezes ao longo da vida.

Um conjunto de doenças que afetam seriamente o sistema muscular são as distrofias musculares. Tais doenças promovem a degeneração de células e de tecidos musculares, atrofiando os músculos, dificultando a locomoção, a execução de movimentos e até a fala. Infelizmente, existem casos mais graves, como a Distrofia Muscular de Duchenne. Crianças com essa doença genética não conseguem levar uma vida normal, pois geralmente estão confinadas a uma cadeira de rodas a partir da adolescência e morrem antes dos 30 anos.

Atrofia

Degeneração de uma célula por perda de material celular, causando a redução do tecido ou do órgão.

Diga que tipo de músculo está atuante em cada situação a seguir:

a. Uma mulher com cólicas está sofrendo contrações involuntárias do seu útero.

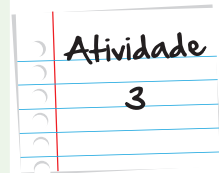
Tipo de músculo do útero: _____

b. Uma pessoa que caminha na rua.

Tipo de músculo das pernas: _____

c. Ao levar um susto, uma pessoa sente seu coração disparar.

Tipo de músculo do coração: _____



Anote suas
respostas em
seu caderno

Seção 4

O sistema esquelético

O esqueleto é o conjunto de ossos do corpo de um organismo, também chamado de sistema esquelético. Dentre os animais, existem aqueles que possuem um esqueleto interno, no qual é notável uma sequência de ossos chamados vértebras, que forma a coluna vertebral. Há outros que não possuem coluna vertebral ou ossos. Sendo assim, os animais podem ser divididos em vertebrados e invertebrados.

Além de sustentar o corpo, o esqueleto interno (endosqueleto) apresenta muitas outras funções importantes para o organismo. Ele permite a movimentação, pois nossos músculos são conectados aos ossos, como vimos anteriormente (já pensou nos músculos sem os ossos? Seríamos "moles"!). O endosqueleto protege ainda os órgãos vitais. A caixa torácica é o centro do corpo dos vertebrados e é composta pelas vértebras torácicas, pelas costelas e pelo esterno. O crânio, por outro lado, é a parte do esqueleto interno que protege o encéfalo.

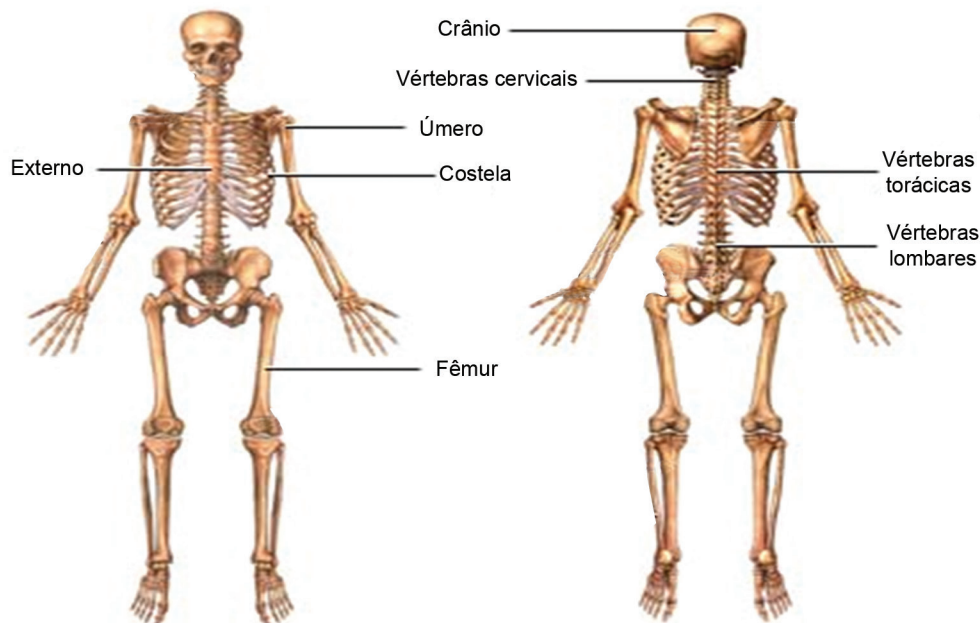


Figura 13: Os ossos podem ser classificados em longos (como o fêmur), curtos (os do pulso), planos (o esterno) e irregulares (as vértebras). As regiões de encontro entre dois ossos são as chamadas articulações.

Além das funções de sustentação, locomoção e proteção, o esqueleto também apresenta algumas funções menos óbvias, como a de armazenar minerais. O osso, diferente do que muitos pensam, é um tecido vivo e apresenta:

- 32% de matéria orgânica, composto por colágeno (um tipo de proteína) e células vivas;
- 43% de minerais (cálcio e fósforo);
- 25% de água.

Repare que os sais minerais representam quase metade da constituição dos ossos. Na realidade, os ossos funcionam como um depósito de sais minerais para o organismo. Quando o organismo está com um teor ótimo de sais minerais, resultado de uma alimentação balanceada, células que compõem o osso do tipo osteoblastos depositam nos ossos os sais minerais que estão excedentes no sangue.

Por outro lado, quando o organismo precisa de sais, as células chamadas osteoclastos irão retirá-los dos ossos, liberando cálcio no sangue. Um problema é que, se isso acontecer com frequência, os ossos vão ficando frágeis pela ausência de minerais e podem se quebrar com facilidade. Este quadro configura uma doença chamada osteoporose. A osteoporose acomete, com mais frequência, pessoas idosas, especialmente mulheres, por consequência de desbalanços hormonais típicos da idade. Os ossos são órgãos leves, mas rígidos e muito fortes. Eles conseguem aguentar altos níveis de compressão, mas não de distorção e, por isso, podem quebrar.

Distorção

É a alteração na forma original de um objeto, no caso do texto da aula, do osso.



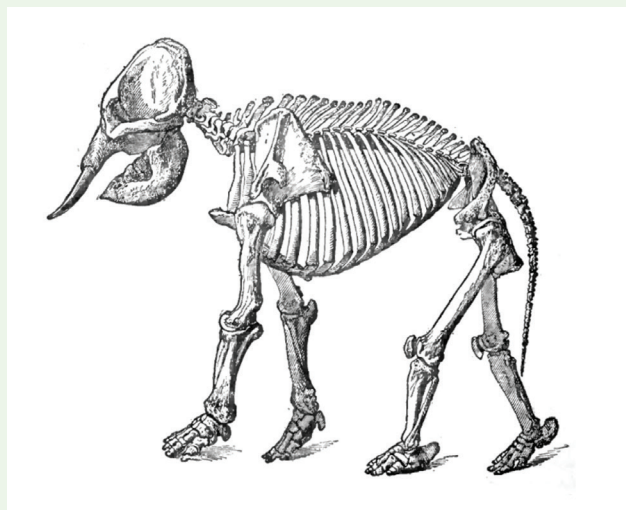
Figura 14: Fratura de um osso, mostrada por um exame de raios-X. Nesse exame, os raios (radiação eletromagnética) irão passar através da pele e dos músculos, queimando o filme fotográfico por trás do membro fraturado. Os raios são barrados pelos ossos, mostrando ao médico exatamente a forma do osso e, conseqüentemente, se há fratura, pois nesses locais o filme permanece não queimado (na foto, detalhe circulado em branco).

Uma última função do esqueleto é a produção das células do sangue que ocorre na parte viva (medula) do osso. Na próxima unidade, você irá estudar o sistema circulatório do sangue e verá essas células e suas funções em maiores detalhes.

Atividade
4

E o sistema esquelético de outros vertebrados?

Sabendo identificar os ossos humanos, você pode identificar muitos ossos no esqueleto de outros animais. Procure agora associar as partes desse esqueleto de elefante aos do corpo humano.



Anote suas
respostas em
seu caderno

Resumo

- Anatomia é o ramo da biologia que estuda e dá nome às partes que compõem um organismo, enquanto a Fisiologia estuda os processos que ocorrem em tais partes.
- Ao bom funcionamento do corpo, chamamos homeostase, enquanto ao mal-funcionamento, chamamos doenças.

- A pele, o cabelo, os pelos e algumas glândulas formam o sistema tegumentar que possui muitas funções: proteção e regulação da temperatura do corpo.
- A cor da pele é uma característica variável na espécie humana que depende da quantidade de melanina liberada. Em algumas pessoas, a produção de melanina apresenta defeito e essas pessoas são chamadas de albinos.
- O sistema muscular é composto por músculos cardíacos, esqueléticos e lisos. Os músculos esqueléticos atuam de acordo com a vontade do indivíduo, enquanto os outros dois tipos não.
- O esqueleto é o conjunto de ossos de um organismo que apresenta funções de sustentação, proteção de órgãos vitais e de locomoção.
- Dentre os animais, existem aqueles que não apresentam esqueleto, uns possuem um esqueleto externo, e em outros o esqueleto é interno. Um organismo com esqueleto externo deve fazer muda (troca de esqueleto) antes de crescer. O esqueleto interno funciona ainda como um depósito de sais minerais e um produtor de células do sangue.

Veja ainda...

- O câncer de pele (também chamado de melanoma) é uma doença que pode atingir uma boa parcela da população, em especial em regiões do planeta que recebem quantidades maiores de raios solares. Esse é o caso, do Brasil, que se localize em uma zona chamada de Tropical.

O INCA é uma instituição brasileira pública de saúde especializada no tratamento e pesquisa sobre o câncer. Seu endereço na Internet tem informações sobre os mais diversos tipos de câncer, inclusive sobre o melanoma. Dê uma olhada no **link** e conheça um pouco mais sobre tal doença. Há também um folheto sobre melanoma; é bem ilustrativo e interessante!

http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/pele_melanoma/definicao

http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/publicacoes/cancer_pele_2010.pdf

- Você já estudou, em momentos anteriores do nosso curso, que nosso organismo formou-se depois de muitas divisões de uma única célula (zigoto). Essas transformações ocorrem dentro do ventre materno, quando ainda somos embriões.

Nossos ossos são órgãos vivos, e são formados também ao longo dos nove meses de gestação. Esse é um processo muito interessante de se estudar. Neste **link** a seguir, você pode ver que o osso é um órgão muito mais rico complexo do que normalmente julgamos e como se dá a sua formação.

http://www.forp.usp.br/mef/embriologia/esqueletico_muscular.htm

REFERÊNCIAS

- Campbel, Neil e outros. **Biologia**. 8ª edição, 2010. Editora Artmed
- Futuyama, Douglas. **Biologia Evolutiva**. 1998. Editora Sinauer. 3ª edição.
- Ridley, Mark. **Evolução**. 3ª edição, Editora Blackwell, Editado no Brasil por Artmed.

Imagens



• [http://en.wikipedia.org/wiki/File:Aplysina_archeri_\(Stove-pipe_Sponge-pink_variation\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Aplysina_archeri_(Stove-pipe_Sponge-pink_variation).jpg)



• <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Simetria-bilateria.svg>



• <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Eyelashes.jpg>



• <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Parrot-feather.jpg>



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:AB_Keeled_Scales.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Albinistic_girl_papua_new_guinea.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Albino_Alligator_2008.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gamo_Albino_no_zoo_da_Madroa,_Vigo.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ro_pool_gilberte.jpg



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Schistosomiasis_itch.jpeg.



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Skin_ulcer_due_to_leishmaniasis,_hand_of_Central_American_adult_3MG0037_lores.jpg.



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Phlebotomus_pappatasi_bloodmeal_begin.jpg.



• <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Gray411.png>.



• <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Joint.png>.



• Adaptação: Claudia Russo.



• <http://en.wikipedia.org/wiki/File:ElephantSkelLyd2.png>



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman.

Atividade 1

Faça um estudo de anatomia entre seu lado direito e seu lado esquerdo do corpo. Verifique que, na maior parte das vezes, um dos lados é ligeiramente diferente. Uma sobrancelha é mais grossa, um dente é mais arredondado, uma bochecha é mais saliente, o nariz não é perfeitamente simétrico, etc.

Respostas
das
Atividades

Respostas
das
Atividades

Atividade 2

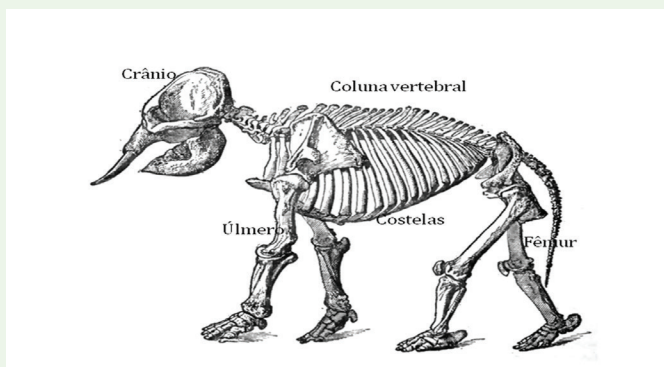
- a. Verdadeiro
- b. Falso: esquistossomose é causada por um platelminto do gênero **Shistosoma**.
- c. Verdadeiro
- d. Verdadeiro
- e. Falso: indivíduos albinos são caracterizados pela ausência de melanina.

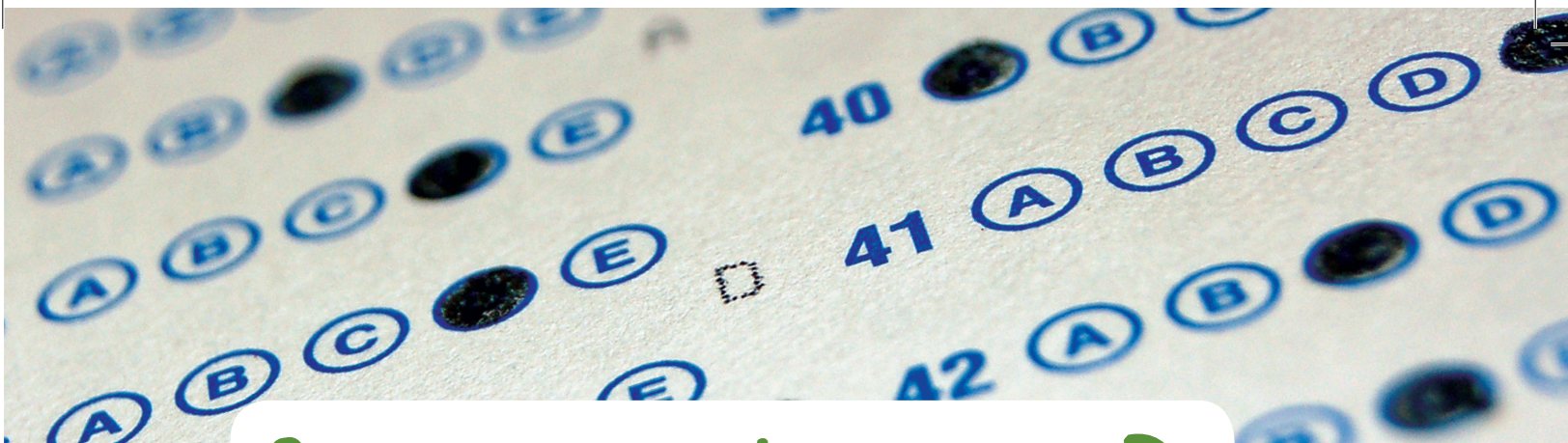
Atividade 3

- a. Músculo liso. As cólicas são causadas por contrações involuntárias do músculo liso do útero.
- b. Músculo esquelético. Por nosso comando, os músculos das pernas recebem um impulso nervoso que os faz se contrair e distender, de forma a possibilitar o movimento de caminhada.
- c. Músculo cardíaco. Presente somente no coração, esta musculatura responde a estímulos independente de nossa vontade e, por isso, pode fazer com que os batimentos cardíacos que ela exerce se acelerem.

Atividade 4

Partes do corpo do elefante:





O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2009)

Para que todos os órgãos do corpo humano funcionem em boas condições, é necessário que a temperatura do corpo fique sempre entre 36°C e 37°C. Para manter-se dentro dessa faixa, em dias de muito calor ou durante intensos exercícios físicos, uma série de mecanismos fisiológicos é acionada.

Pode-se citar a principal responsável pela manutenção da temperatura corporal humana o sistema:

- digestório, pois produz enzimas que atuam na quebra de alimentos calóricos.
- imunológico, pois suas células agem no sangue, diminuindo a condução do calor.
- nervoso, pois promove a sudorese, que permite perda de calor por meio da evaporação da água.
- reprodutor, pois secreta hormônios que alteram a temperatura, principalmente durante a menopausa.
- endócrino, pois fabrica anticorpos que, por sua vez, atuam na variação do diâmetro dos vasos periféricos.

Respostas Esperadas

Gabarito: Letra C.

Comentário: O sistema nervoso é o responsável pela sinalização que irá provocar o suor que irá diminuir a temperatura corporal em dias quentes ou quando em atividades físicas.





Sistemas Respiratório e Circulatório

Para início de conversa

Estádio cheio de espectadores. Uma pista de 100 metros, de cor vermelha, desenhada com listras brancas. Duas dessas listras demarcam a raia onde o nosso atleta da situação inicial irá correr para chegar antes de todos os outros competidores, ganhando a medalha de ouro. É dada a largada e...

É o primeiro! Nosso atleta recebe, mais uma vez, os louros da vitória! Ele alcança a linha de chegada esbaforido, mal consegue responder às perguntas dos repórteres, com o rosto avermelhado e suando muito. Mas ele está lá, exatamente no lugar onde queria: no alto do pódio!

Mas vencer tem um preço. Vamos pensar um pouco sobre as reações do atleta depois do esforço de correr 100 metros da forma mais rápida possível. Dá uma olhada na figura 1.



Figura 1: Correr no máximo da sua capacidade requer grande esforço.

Você já sabe que nosso corpo possui diversos sistemas, cada qual responsável por uma função. Quando um atleta corre, todos os sistemas trabalham em conjunto, mas há aqueles que são mais exigidos. Nesse caso, os sistemas respiratório e circulatório, segundo demonstram os sintomas do corredor após a corrida, são muito exigidos. Mas por que eu posso afirmar isso?

Durante uma atividade muito intensa, os músculos precisam de bastante energia. Além disso, esta é consumida rapidamente, então precisa ser continuamente reposta. Quem permite esse trabalho de captação de recursos para a produção da energia são os dois sistemas citados. Mas como eles fazem isso? É o que vamos ver nessa unidade. Preparem-se para a largada!

Objetivos de aprendizagem

- identificar os principais componentes dos sistemas respiratório e circulatório;
- entender como o gás oxigênio e o gás carbônico entram e são transportados por todo o organismo;
- conhecer e prevenir-se de doenças respiratórias e cardíacas.

Seção 1

Entendendo a respiração!

Quando fazemos uma corrida ou qualquer tipo de esforço físico intenso, como no caso do atleta da nossa introdução, é comum sentirmos necessidade de respirar mais rápido, tanto pelo nariz quanto pela boca.

Isso acontece porque tanto a boca quanto o nariz são órgãos que compõem um importante sistema do nosso corpo: o respiratório. Ele é responsável por permitir a troca dos gases oxigênio e carbônico entre o ambiente externo e o nosso organismo.

Essa troca gasosa acontece durante um processo chamado de respiração. E, para que ele ocorra, é fundamental que todas as peças do sistema respiratório estejam funcionando corretamente. Um exemplo disso é que, quando estamos com o nariz entupido por causa de uma gripe, temos dificuldades em respirar.

Mas como eu disse, a respiração é um processo. E digo mais: ele não é tão simples quanto pode soar! E para entendê-lo é preciso conhecer também todos os órgãos do sistema respiratório e as suas funções. Vamos lá?

1.1. Vias respiratórias

As vias respiratórias – os caminhos por onde o ar passa ao entrar e sair durante a respiração – podem ser divididas em:

- Via respiratória superior.
- Via respiratória inferior.

A via respiratória superior é formada por órgãos localizados fora da **caixa torácica**: fossas nasais, faringe, laringe e parte superior da traqueia. A via respiratória inferior consiste em órgãos localizados na cavidade torácica: parte inferior da traqueia, brônquios, bronquíolos, pulmões e alvéolos. Os músculos intercostais (localizados entre as costelas) e o diafragma, que formam a cavidade torácica, também fazem parte da via respiratória inferior (figura 2).

Caixa torácica

É o conjunto de estruturas, incluindo os ossos das costelas, que formam um espaço onde se abrigam o coração e o pulmão.

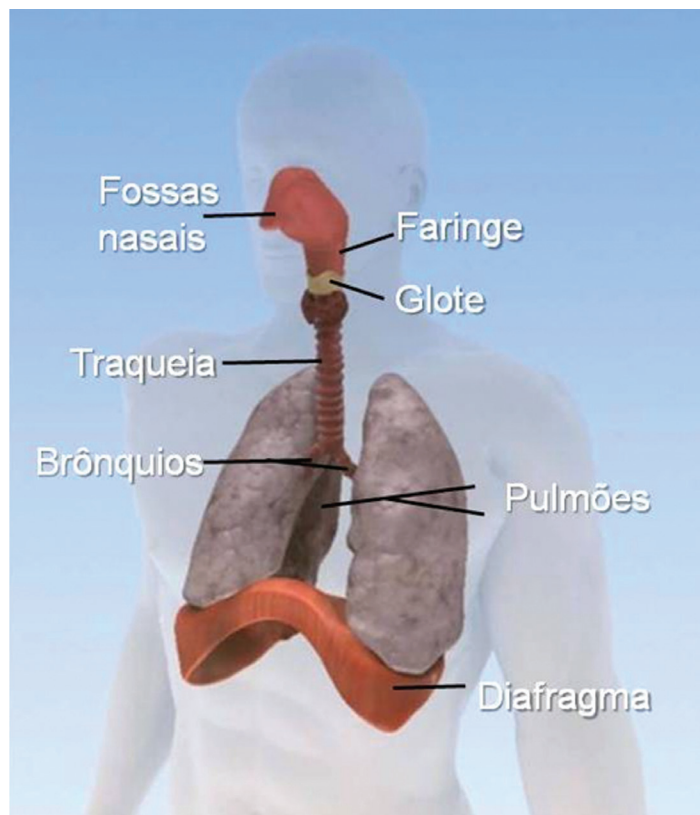


Figura 2: As fossas nasais, faringe, laringe (que é a continuação da faringe) e parte inicial da traqueia compõem a via respiratória superior. Já a parte torácica (a qual é protegida pela caixa torácica, que não está representada na figura) da traqueia, os brônquios, bronquíolos (que são a continuação dos brônquios, localizados no interior dos pulmões), pulmões e alvéolos (terminações dos brônquios) compõem a via respiratória inferior.

As fossas nasais abrem-se para o exterior através das narinas, que são dois canais que se encontram no interior do nariz; é através delas, e também da cavidade oral, que o ar entra no sistema respiratório. As funções das fossas nasais são umedecer, aquecer e filtrar o ar. Elas possuem pelos, **cílios** e um muco pegajoso que impedem a entrada de impurezas do ar. Os germes e as partículas estranhas aderem ao muco e são arrastados para fora pelo movimento dos cílios.

Cílios

São estruturas presentes na superfície de algumas células que fazem movimento em uma determinada direção, de forma a promover o deslocamento da própria célula (dependendo do tipo celular) ou de substâncias indesejadas que se aproximem dela (como é o caso de impurezas do ar nas narinas). Têm este nome porque lembram a aparência dos cílios dos olhos.

Por que espirramos?

O espirro ocorre quando pequenas partículas, como poeira, pólen ou pelos de animais, penetram nas vias respiratórias, irritando o nariz e a garganta. A garganta se fecha, enquanto os músculos do peito e do abdômen pressionam os pulmões comprimindo o ar; quando a garganta, então, se abre novamente, permite que o ar em alta pressão escape pelo nariz, expulsando as partículas invasoras.

Você sabia que a velocidade de um espirro pode chegar até 160 km/h? Por isso, não é aconselhável segurar um espirro, pois a pressão provocada nos ouvidos e nas vias aéreas superiores é tão forte que pode causar vários problemas, como vertigens, surdez e até ruptura do tímpano.



A seguir, o ar passa pela faringe, e então pela laringe. Mas não somente o ar passa através desses dois órgãos; os alimentos também passam (e você vai aprender um pouco mais sobre isso na unidade 5 deste módulo). Sendo assim, para evitar que a comida vá para o pulmão, existe, na laringe, a glote, que comporta uma espécie de válvula, chamada epiglote. Ela é uma membrana móvel, responsável pelo fechamento da passagem para a traqueia durante a **deglutição** de alimentos; ela se abre, no entanto, quando o ar passa, encaminhando-o à traqueia.

Deglutição

Passar pela garganta para ser levado ao estômago. Engolir.

A traqueia consiste em um tubo formado por diversos anéis cartilagosos, forrados interiormente por cílios, que na região do tórax sofre uma bifurcação, dando origem aos brônquios (veja novamente a Figura 2, para compreender melhor). Estes, por sua vez, se ramificam no interior dos pulmões, originando ramos cada vez mais finos, chamados bronquíolos. Cada bronquíolo termina em um cacho de pequenínissimos sacos: os alvéolos. Mas, para entender o seu funcionamento, nos aprofundaremos nesse importantíssimo órgão que é o pulmão.

1.2 Pulmões

Os pulmões são os principais órgãos da respiração. De estrutura leve e esponjosa, ficam no interior da caixa torácica. São revestidos por uma membrana protetora dupla chamada pleura. O pulmão esquerdo possui dois segmentos chamados lobos (pronuncia-se “lóbos”), enquanto o pulmão direito possui três.

Existem cerca de 300 milhões de alvéolos nos pulmões. Os alvéolos são formados por uma fina camada de células achatadas envolvidas por uma rede de pequenínissimos vasos. É nos alvéolos que ocorre a troca de gases entre o sangue e o ar atmosférico. Entenda como isso ocorre.

Como vimos na unidade 3 do módulo anterior, na Natureza, as substâncias sempre tendem a passar de um meio onde estão mais concentradas para outro onde estão menos concentradas. O que acontece com os gases no pulmão não é diferente. O sangue que chega a esse órgão está rico (muito concentrado) em gás carbônico; já o alvéolo, devido à entrada de ar no organismo, está rico em gás oxigênio. Dessa forma, a tendência é o oxigênio passar para o sangue, enquanto o gás carbônico passa para o interior dos alvéolos. É dessa maneira que o sangue venoso (rico em gás carbônico) se transforma em arterial (rico em oxigênio).

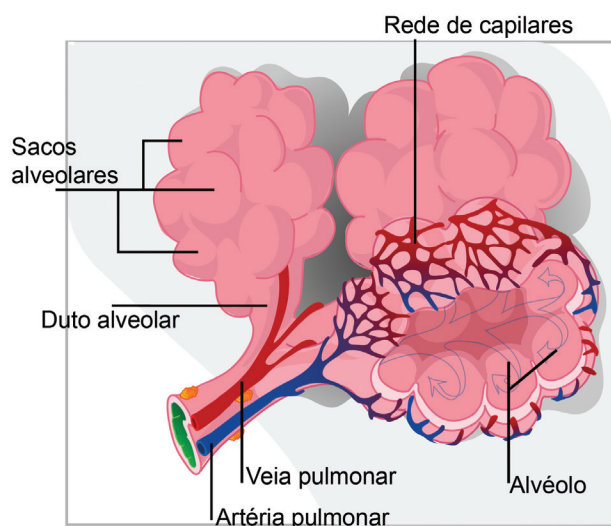


Figura 3: Trocas gasosas nos alvéolos. As paredes dos alvéolos são extremamente finas e, em seu interior, existe uma extensa rede de capilares que se comunicam entre si. Os gases vão sempre do meio mais concentrado para o meio menos concentrado, assim, o sangue rico em CO_2 e pobre em O_2 perde gás carbônico para os alvéolos e recebe oxigênio.

Capilares

Minúsculos vasos que conectam pequenas artérias e veias entre si.

Agora que você já conhece bem o sistema respiratório, chegou o momento de entender como funciona a respiração, ou seja, como renovamos constantemente o ar dentro do nosso corpo.

1.3 Respiração

O objetivo da respiração é adquirir o oxigênio (O_2) do ar atmosférico e eliminar o gás carbônico (CO_2) resultante do metabolismo celular. Para captar oxigênio, o corpo faz um movimento chamado de inspiração; já para expulsar gás carbônico o movimento é chamado de expiração. Vamos ver melhor como se dá cada um deles.

O ar entra e sai dos pulmões graças à contração do(s):

- diafragma: um músculo que separa a caixa torácica da cavidade abdominal;
- músculos intercostais.

Ao se contrair, o diafragma se abaixa, aumentando o tamanho da caixa torácica. Isso faz com que a **pressão** interna desta caixa diminua e se torne menor que a pressão do ar no ambiente externo ao corpo. Assim, permite-se que o ar entre nos pulmões. Durante a expiração, os músculos relaxam, reduzindo o volume torácico e empurrando para fora o ar usado (**Figura 4**).

Pressão

Força que um gás ou líquido exerce sobre uma área ou superfície.

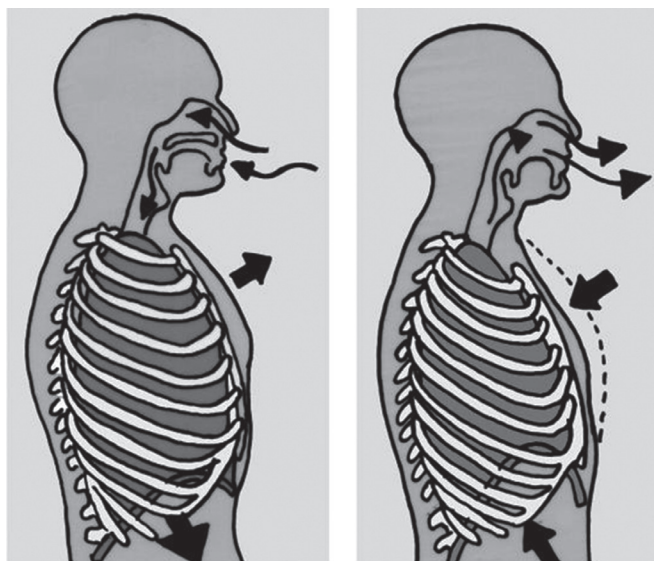


Figura 4: Movimentos respiratórios. Durante a inspiração (desenho à esquerda), o ar entra nos pulmões devido à contração do diafragma, que se move para baixo, e dos músculos intercostais, o que expande a caixa torácica. Já na expiração (à direita), o relaxamento desses músculos leva a uma compressão da caixa torácica e assim o ar sai dos pulmões.

Essa constante renovação do ar permite as trocas gasosas ao nível dos alvéolos. Esse último fenômeno, por sua vez, permite que o oxigênio seja levado, através do sangue, para as células. Mas como se dá esse transporte?

As hemácias (as células vermelhas do sangue) possuem proteínas chamadas **hemoglobinas**, que possuem afinidade pelo oxigênio, ou seja, ligam-se facilmente a ele. A presença de hemoglobina permite que a quantidade de oxigênio transportada pelo sangue seja de 30 a 100 vezes maior do que seria se o oxigênio fosse transportado dissolvido no plasma.

É importante que você saiba que esse transporte de O_2 pode ser prejudicado se a pessoa possuir alguns hábitos, como o **tabagismo**. Este é o ato de se consumir cigarros ou outros produtos que contenham tabaco. A cada tragada, o fumante absorve diversos produtos tóxicos que prejudicarão sua saúde a curto, médio e longo prazo. Dentre as substâncias que causam prejuízo imediato está o monóxido de carbono (CO), o qual compete com o oxigênio pela ligação com a hemoglobina. Isso dificulta (ou mesmo impede, dependendo da concentração de CO) o transporte de oxigênio para as células.

Já o transporte do gás carbônico é um pouco diferente. Apenas uma pequena quantidade deste gás prende-se à hemoglobina e é carregado por ela até os pulmões. A grande parcela de CO_2 é transportada pelo plasma sanguíneo na forma de íon bicarbonato (HCO_3^-).



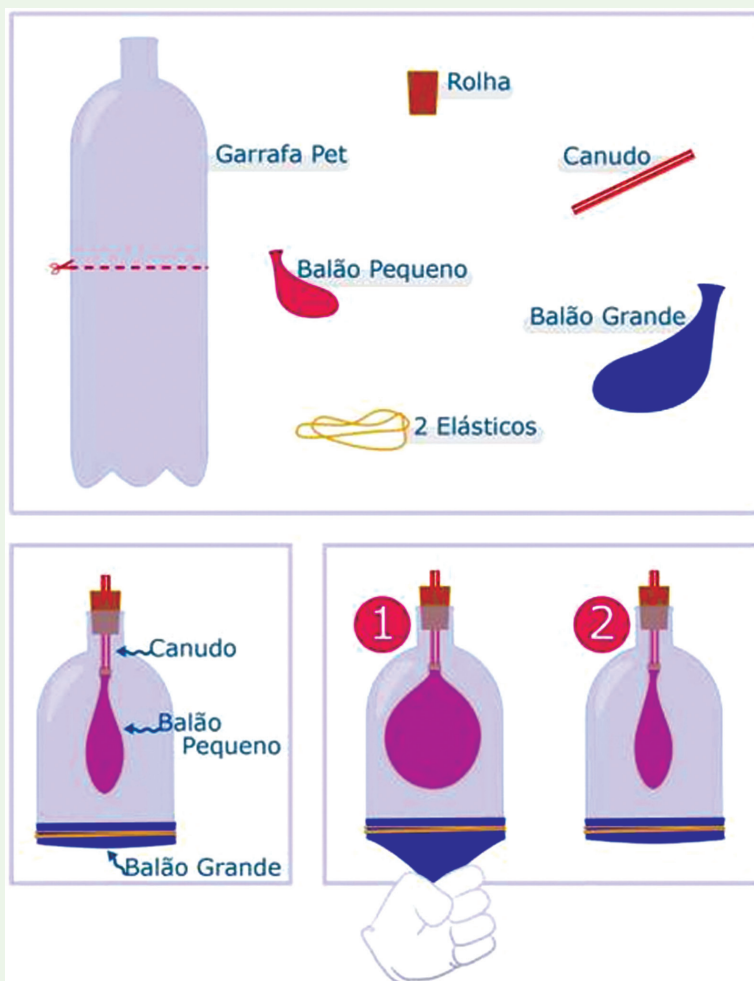
O perigo do monóxido de carbono

O monóxido de carbono (CO), presente em pequena quantidade no gás de cozinha, é lançado em grandes quantidades pelos escapamentos dos automóveis, é um composto altamente tóxico, pois possui alta afinidade pela hemoglobina.

A combinação do monóxido de carbono com a hemoglobina forma uma molécula estável, que impede o transporte de oxigênio para as células. Dependendo da concentração de monóxido de carbono, a falta de oxigênio pode levar à morte. Por isso, se você estiver em um engarrafamento muito longo em um túnel, é importante desligar o carro, para diminuir a emissão de monóxido de carbono e evitar uma intoxicação por esse gás!

Respiração

Para realizar esta atividade, construa o modelo abaixo proposto e responda às questões que seguem.

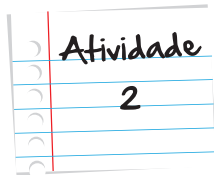


- Este modelo representa que fenômenos respiratórios?
- Identifique os componentes do sistema respiratório representados no modelo pelo canudo, balão de borracha pequeno e balão de borracha grande..

Anote suas respostas em seu caderno

Atividade

1



Uma questão de saúde

Sabe-se que um atleta não terá bom desempenho se for fumante. De modo geral, o hábito de fumar é extremamente prejudicial para quem fuma e para quem convive com o fumante. Com base no que você aprendeu sobre tabagismo, responda:

- a. Por que o desempenho de um atleta vai ser ruim se ele for fumante?
- b. Explique por que o monóxido de carbono causa prejuízo imediato ao fumante.

Anote suas respostas em seu caderno

SEÇÃO 2

Infecções do Sistema Respiratório

Como você viu na seção anterior, o sistema respiratório é a porta de entrada e saída do ar e, portanto, todos os órgãos que o constituem estão suscetíveis aos corpos estranhos que se encontram no ar ambiente. Assim, as doenças do sistema respiratório podem ser transmitidas por vírus e bactérias, manifestando-se em vários pontos das vias respiratórias. Vamos conhecer algumas delas?

2.1 Tuberculose

A tuberculose é uma doença infecciosa causada por uma micobactéria - o *Mycobacterium tuberculosis*, também conhecido como bacilo de Koch. A infecção é transmitida de uma pessoa para outra através da aspiração de gotículas de secreção respiratória eliminadas durante tosse, espirro ou fala. O risco de transmissão é maior durante contatos prolongados em ambientes fechados e com pouca ventilação.

A tuberculose geralmente afeta os pulmões, mas pode se manifestar em outros órgãos ou partes do corpo, como ossos e articulações, olhos, rins e pele. A tuberculose pulmonar se caracteriza por tosse persistente (por três

semanas ou mais), podendo ou não estar acompanhada de **expectoração** contendo sangue, febre predominantemente noturna com sudorese intensa, perda de apetite, emagrecimento e sensação de cansaço excessivo.

Expectoração

Expulsar dos brônquios e dos pulmões as substâncias que aí se encontram; escarro.

A prevenção da tuberculose é feita com o uso de uma vacina chamada BCG. Ela não impede a infecção, nem o desenvolvimento da tuberculose pulmonar, mas confere certo grau de proteção contra a doença. O tratamento é feito por seis meses, está disponível em redes públicas de hospitais e leva à cura se seguido corretamente.

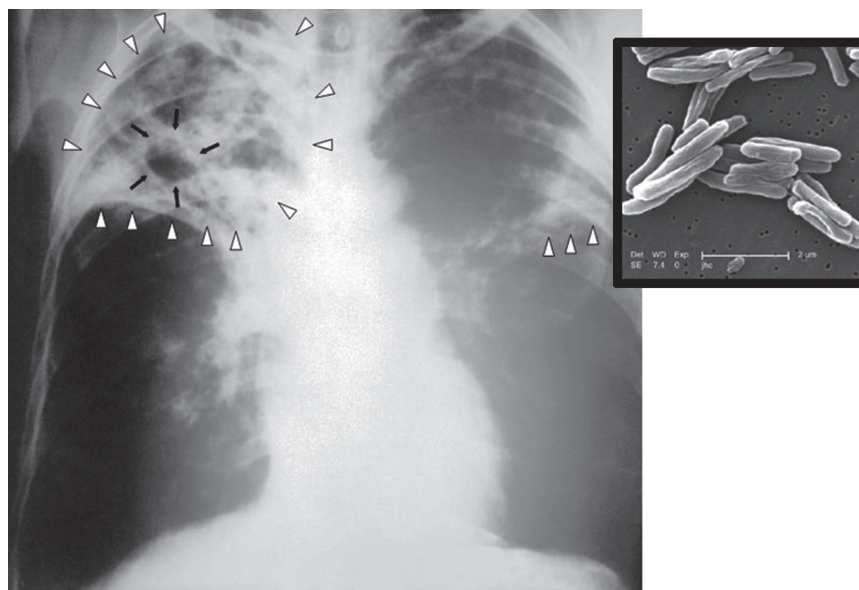


Figura 5: A tuberculose é uma doença infecciosa causada pela micobactéria *Mycobacterium tuberculosis* (à direita). Atinge principalmente os pulmões e, em estágio avançado, pode provocar cavidades nesses (observe o destacado, na radiografia à esquerda). Mas pode atingir outros órgãos, como o fígado e os rins.

2.2 Gripe

A influenza, também conhecida como gripe, é uma das doenças respiratórias que mais acometem o homem. Sua principal complicação é a **pneumonia**. Apesar de frequentemente apresentar a imagem de uma doença “tranquila”, a gripe é uma doença potencialmente grave, que mata milhares de pessoas todos os anos.

Pneumonia

Inflamação do pulmão causada pela presença de um micróbio específico.

A gripe é causada pelo vírus influenza chamado cientificamente de *Myxovirus influenzae*. Este vírus possui a capacidade de mudar constantemente suas características, o que possibilita que um mesmo indivíduo tenha gripe várias vezes durante a vida. Por causa dessas mudanças virais e da rápida **disseminação** da doença, as epidemias são uma característica importante da gripe.

Disseminação

Dispersão, espalhar.

A penetração do vírus no organismo ocorre através da mucosa do nariz, da garganta ou dos olhos. A transmissão também pode ocorrer através da contaminação das mãos com secreções respiratórias, pelo contato direto (aperto de mãos com pessoas contaminadas) ou indireto (tocar em superfícies contaminadas). A aglomeração de pessoas em ambientes fechados facilita a disseminação da gripe.

Os sintomas da gripe aparecem entre 1 e 7 dias após a infecção. As manifestações da gripe têm início súbito com febre, dor no corpo, dor de cabeça e tosse seca e, evolutivamente, dor ocular e coriza. A doença, em geral, tem duração de 2 a 3 dias. No entanto, em alguns casos, pode ocorrer evolução mais grave e a pessoa apresentar pneumonia viral.

Mas, depois de ler tudo isso, é possível que você se pergunte: se a gripe é uma doença de fácil e rápida disseminação, então como posso me prevenir dela? Bem, as principais formas de se proteger da gripe são: evitar aglomerações, ambientes sem ventilação adequada ou contato com pessoas doentes e lavar as mãos com água e sabão com frequência.

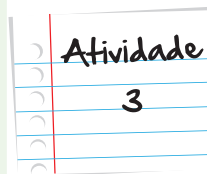


Embora muitas pessoas confundam gripe com resfriado, eles não são a mesma doença! O resfriado é uma infecção branda das vias aéreas superiores. Pode ser causado por vários tipos de vírus, sendo o rinovírus o mais comum.

Prevenção e saúde

Relacione os itens das colunas:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. Tosse seca por mais de três semanas | () Sintomas de gripe |
| 2. Dor ocular e coriza | () Agente causador da gripe |
| 3. Vírus influenza | () Sintoma da tuberculose |
| 4. <i>Mycobacterium tuberculosis</i> | () Prevenção/ atenuação tuberculose |
| 5. Lavar as mãos com frequência | () Agente causador da tuberculose |
| 6. Vacina BCG | () Prevenção da gripe. |



Anote suas respostas em seu caderno

SEÇÃO 3

Sistema Circulatório

O sistema circulatório é responsável pela distribuição contínua do fluxo sanguíneo a todos os tecidos do corpo. Ele consiste de uma ampla rede de vasos que leva o sangue rico em oxigênio e nutrientes do coração a todas as partes do corpo. Ao mesmo tempo, ele remove os produtos finais do metabolismo celular, como o gás carbônico e a ureia, retornando ao coração.

Em uma pessoa adulta, o sangue leva em média um minuto para percorrer todo o corpo. Os principais componentes do sistema circulatório são: o coração, as artérias, veias, arteríolas, vênulas e os capilares.

3.1. O coração

O coração é um órgão pequeno, do tamanho de um punho fechado, que possui quatro cavidades (ou câmaras): dois átrios e dois ventrículos. Os dois átrios comunicam-se com os respectivos ventrículos por meio de passagens

protegidas por válvulas. A válvula direita é chamada de tricúspide por ser formada por três peças (valvas), enquanto a válvula esquerda é formada por duas valvas, sendo chamada bicúspide ou válvula mitral (figura 6).

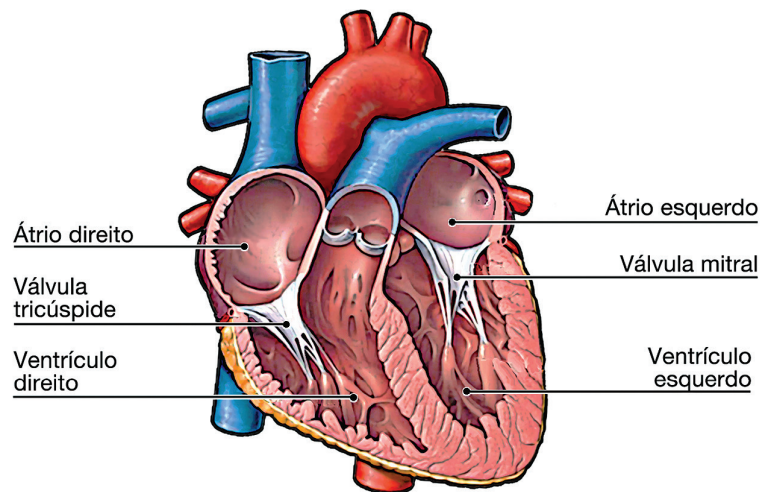


Figura 6: Esquema da estrutura interna do coração.

O sangue atravessa essas válvulas apenas no sentido do átrio para o ventrículo, pois a própria pressão do sangue fecha a passagem em sentido contrário. Da mesma maneira, o sangue passa sempre dos ventrículos para as artérias, atravessando outras válvulas (Figura 7).

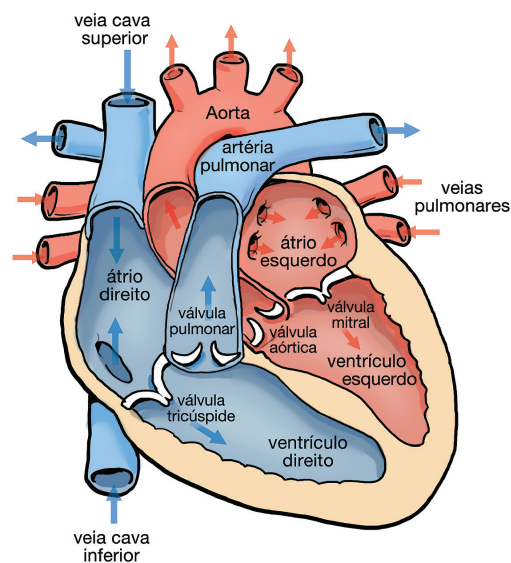


Figura 7: O fluxo sanguíneo pelo coração. O sangue sempre entra no coração por meio de veias e sai dele, rico em oxigênio, pelas artérias. Vindo da circulação pelo corpo, rico em gás carbônico, ele entra no coração pelas veias cava superior e inferior, tomando o átrio direito. Dali, passa pela válvula tricúspide alcançando o ventrículo direito, onde recebe oxigênio e vai pela artéria pulmonar para os pulmões. Nos pulmões, realiza trocas gasosas e volta ao coração pela veia pulmonar, chegando ao átrio esquerdo. Passa então pela válvula mitral ao ventrículo direito, de onde parte, rico em oxigênio, pela aorta, para circular por todo o corpo, voltando novamente ao coração pelas veias cava.

O coração funciona como uma bomba que possui fases de contração (chamada de sístole) e de relaxamento (diástole). Essas fases são contínuas e rítmicas. Durante a diástole, o músculo relaxa, se dilata e as cavidades enchem-se de sangue. Na sístole auricular, os átrios se contraem e o sangue passa para os ventrículos. Na sístole ventricular, os ventrículos se contraem impulsionando o sangue para as artérias e os vasos.

O músculo cardíaco, também chamado miocárdio, é capaz de contrair-se graças à presença de um grupo de células musculares especiais chamado de nódulo sinoatrial, ou marcapasso.

3.2 O sangue

O sangue é uma substância líquida que circula de forma contínua pelas artérias e veias do corpo, sendo composto de plasma – a parte líquida do sangue – e diferentes tipos celulares (**Figura 8**):

- glóbulos brancos (leucócitos);
- glóbulos vermelhos (hemácias, também chamadas eritrócitos);
- plaquetas.

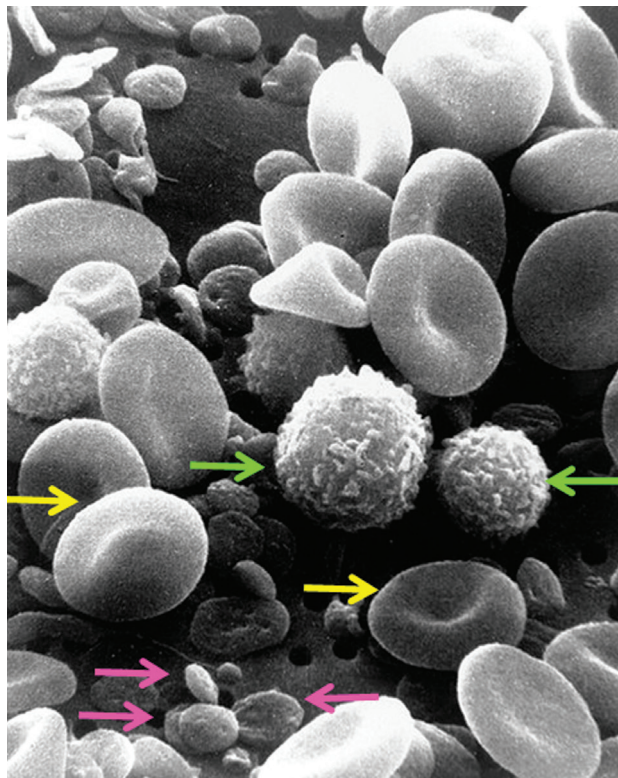


Figura 8: As células que compõem o sangue podem ser divididas em leucócitos (apontados pelas células verdes), hemácias (setas amarelas) e plaquetas (setas rosas).

3.3. A Grande e a Pequena Circulação

O sangue percorre todo o corpo, sempre entrando e saindo do coração. O caminho percorrido pelo sangue entre o coração e os pulmões denomina-se circulação pulmonar ou pequena circulação; o caminho entre o coração e o resto do corpo recebe o nome de circulação sistêmica ou grande circulação.

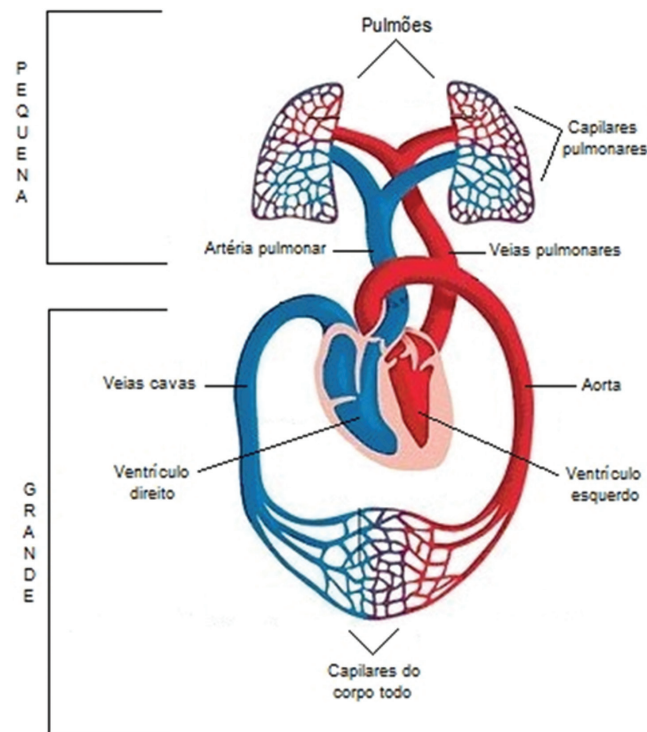


Figura 9: A Grande e a Pequena Circulação. A grande circulação ou circulação sistêmica é responsável por levar oxigênio e nutrientes a todos os tecidos do corpo e remover o gás carbônico e metabólitos celulares dos mesmos. Compreende o caminho percorrido pelo sangue do coração para todo o corpo e de volta ao coração. A pequena circulação ou circulação pulmonar é responsável por reoxigenar o sangue venoso, tornando-o arterial. Compreende o caminho percorrido pelo sangue do coração para o pulmão e de volta ao coração.

O sangue rico em oxigênio e nutrientes, chamado sangue arterial, sai do ventrículo esquerdo pela aorta e flui por ramificações, cada vez menores e mais finas, que formam arteríolas e, finalmente, capilares. Nos capilares, ocorrem as trocas entre o sangue e os tecidos. Oxigênio e nutrientes (glicose e aminoácidos, por exemplo) atravessam os capilares em direção às células dos tecidos, e o gás carbônico faz o caminho inverso.

Assim, o sangue arterial se transforma em venoso (pobre em nutrientes e oxigênio e rico em gás carbônico e excretas metabólicas). As ramificações desses capilares unem-se, formando vasos cada vez maiores, originando vênulas e, então, veias.

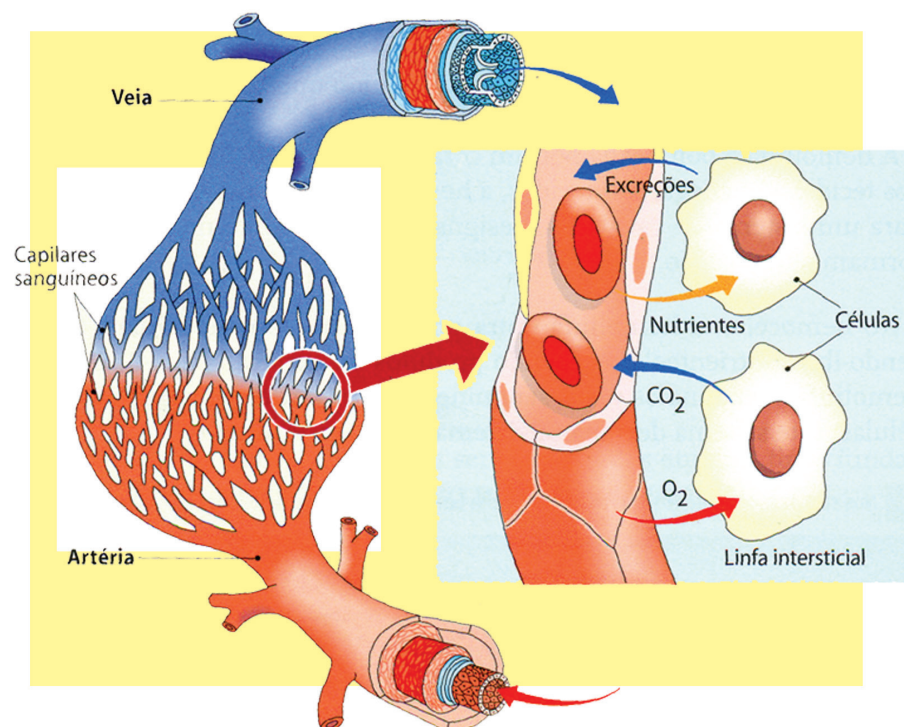


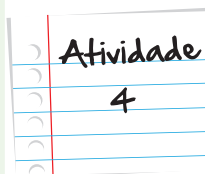
Figura 10: Trocas gasosas nos tecidos. Os capilares formam um emaranhado de vasos muito finos, muito ramificados e permeáveis, por onde o sangue flui lentamente, sob baixa pressão, possibilitando a troca de substâncias entre o sangue e os tecidos.

Por dentro do sistema circulatório

Dentre as afirmativas, identifique as verdadeiras (V) e falsas (F), justificando sua resposta em ambas as situações.

- () As trocas gasosas entre o sangue e os tecidos ocorrem nos alvéolos.
- () O sangue vindo de todas as partes do corpo, assim como dos pulmões, entra no coração pelos ventrículos direito e esquerdo, respectivamente.
- () O sangue arterial é rico em gás carbônico e metabólitos celulares..

Anote suas respostas em seu caderno



3.4 Luta e Fuga

Com certeza, você já teve a sensação de ter seu coração disparado ao levar um susto, não é mesmo? Pois bem. Este efeito é desencadeado por um hormônio, chamado adrenalina.

Um hormônio é uma substância produzida em nosso corpo por estruturas chamadas glândulas. Uma característica dos hormônios é que eles podem ser produzidos em um lugar do corpo e ter efeito em outro diferente, aonde chegam pela circulação na corrente sanguínea.

No caso da adrenalina, temos a sua produção estimulada por situações que nosso cérebro interprete como necessidade de luta ou fuga, podendo acontecer também em outros casos, por exemplo, tensão para falar em público.

Os efeitos da adrenalina no nosso corpo visam prepará-lo para lutar ou para fugir. Em qualquer dos casos, precisamos de fluxo sanguíneo intenso nos músculos e capacidade de oxigenação aumentada e não precisamos, por exemplo, que a circulação ligada ao aparelho digestório ou à nossa pele esteja funcionando normalmente.

Assim, pela ação da adrenalina, a gente fica com a pele pálida, pela diminuição do volume de sangue nesse tecido periférico. Acontece o aumento dos batimentos cardíacos, a respiração fica ofegante e nossos músculos são preparados para contrair rapidamente, para corrermos ou lutarmos.

A ação da adrenalina no sistema cardiovascular é bastante importante. Em estado de repouso, por exemplo, pequenas concentrações de adrenalina fazem com que nosso coração bata normalmente, pois estimulam a musculatura cardíaca, mantendo a pressão arterial. Você sabe o que é pressão arterial? Vejamos a seguir.

3.5. Hipertensão arterial

Quando bombeado pelo coração, o sangue exerce uma pressão contra a parede das artérias. Esta pressão é chamada de pressão arterial. Em indivíduos jovens e em repouso, a pressão arterial normal é de 12 por 8 (em **centímetros de mercúrio**).

Centímetros de mercúrio

Unidade de medida utilizada para medir pressões.

A elevação exagerada da pressão sanguínea dentro dos vasos caracteriza a **hipertensão** e ocorre quando o sangue exerce muita força contra as paredes das artérias.

O coração talvez seja o órgão que mais sofre com a hipertensão. A pressão arterial elevada faz com que ele tenha que bombear o sangue com mais força para vencer essa resistência. No início, não há sintomas específicos, mas, se muito prolongada e sem tratamento, podem aparecer dor de cabeça, fadiga (cansaço), náusea (enjoo), vômito, falta de ar e visão turva. A hipertensão tem origem genética, mas diversos fatores externos influenciam seu desenvolvimento, como obesidade, vida sedentária, estresse e ingestão excessiva de sal ou álcool. Os tratamentos atuais não curam a doença, mas controlam seu progresso e sintomas.

Viver bem faz bem!

Agora que você aprendeu um pouco mais sobre a hipertensão arterial e os perigos para sua saúde, indique quais das situações no quadro a seguir aumentam a chance de uma pessoa desenvolver hipertensão arterial. Justifique a sua resposta.



Anote suas respostas em seu caderno

Atividade
5

SEÇÃO 4

Parasitas no sangue

Como vimos na seção anterior, o sangue percorre caminhos por todo o corpo, carregando substâncias diversas. Mas o sangue pode também carregar visitantes indesejados, como vírus, bactérias e protozoários. Eles podem entrar na corrente sanguínea a partir de picadas de pequenos insetos, por exemplo.

Nesta seção, você conhecerá algumas doenças transmitidas pelo sangue, seus **vetores** e **agentes etiológicos**, e como preveni-las.

Vetores

Agentes transmissores de doenças, por exemplo os mosquitos que transmitem leishmaniose.

Agentes etiológicos

Agentes causadores de doenças, por exemplo alguns tipos de vírus, bactérias e protozoários.

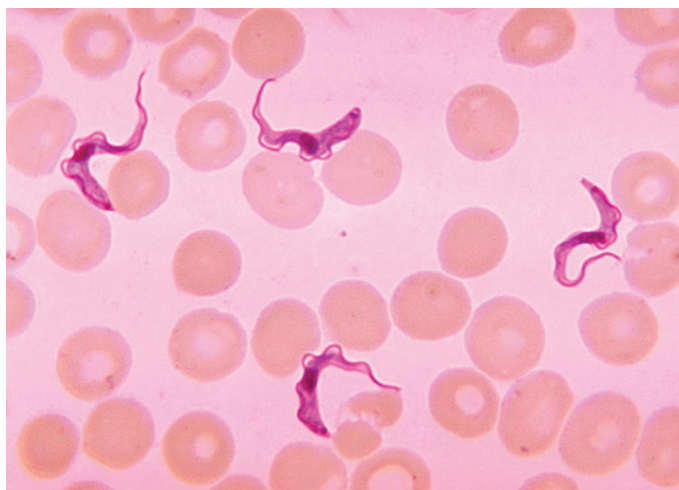


Figura 11: Essa é uma foto, tirada em um microscópio, que apresenta uma amostra de sangue (as hemácias são as células redondas) contendo protozoários (em rosa escuro), que causam uma doença ao indivíduo infectado.

4.1 Doença de Chagas

É uma doença causada pela infecção com um protozoário chamado *Trypanosoma cruzi* (*T. cruzi*). Ela é assim chamada em homenagem ao cientista brasileiro Carlos Chagas (1879-1934), descobridor do ciclo da doença.

A transmissão da doença se dá através de percevejos **hematófagos**, de hábitos noturnos, comumente conhecidos como barbeiros (**figura 12**). No Brasil, são conhecidas mais de 65 espécies transmissoras da doença de Chagas. O barbeiro encontra seu ambiente ideal para reprodução e abrigo nas frestas das paredes de **casas de pau a pique**. Ele contrai os protozoários de animais silvestres como o tatu, o gambá e o macaco, que são considerados os seus reservatórios naturais.

Hematófagos

Seres vivos que se alimentam de sangue.

Casas de pau a pique

Construções feitas de barro socado sobre armações de varas de bambus e troncos de árvores.



Figura 12: Transmissores da doença de Chagas. Diferentes percevejos podem agir como vetores da doença de Chagas.

Ao entrar nas células, o protozoário é capaz de se multiplicar várias vezes. Nesse processo, ele rompe as células, lesionando os tecidos infectados, comprometendo a capacidade de funcionamento dos órgãos parasitados.

Mas como se prevenir dessa doença? Para erradicar a doença, é necessário combater o barbeiro com inseticidas e substituir as moradias de pau-a-pique pelas de **alvenaria**. Além disso, é necessário também fiscalizar bancos de sangue e ficar atento ao consumo de alimentos como o caldo de cana e o açaí, afinal os percevejos podem habitar essas plantações.

Alvenaria

Obra executada com tijolos (ou pedras brutas) unidos por meio de argamassa, cimento, gesso etc.

4.2 Dengue

Você provavelmente já ouviu muito falar sobre dengue nos noticiários de televisão e em campanhas pelas ruas no combate ao mosquito. Ou até mesmo já foi vítima deste mal. Mas o que é dengue? Como a doença é transmitida? E como pode ser combatida?

Dengue é uma doença infecciosa causada por um vírus. Existem quatro tipos diferentes de vírus do dengue: DEN-1, DEN-2, DEN-3 e DEN-4. Tais vírus podem ser transmitidos por duas espécies de mosquitos (*Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*) (**figura 13**). Eles picam durante o dia, ao contrário do mosquito comum (o pernilongo), que tem atividade durante a noite. O *Aedes aegypti* também pode transmitir a febre amarela.

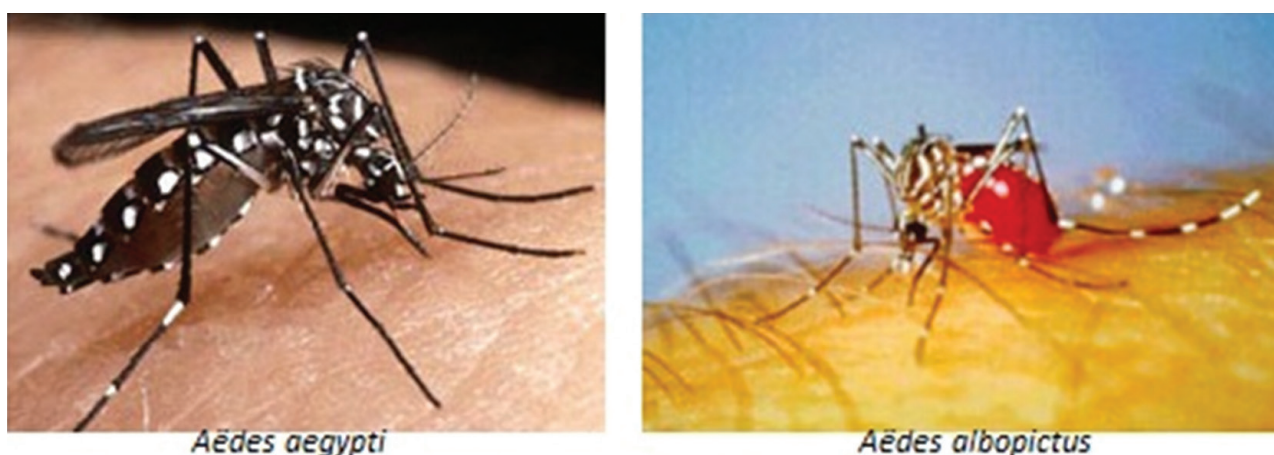


Figura 13: Transmissores da dengue. De hábito diurno, os mosquitos transmissores da dengue são encontrados principalmente próximo a residências e áreas urbanas.

A febre amarela é uma doença que, assim como a dengue, é causada por um vírus e transmitida por um mosquito. Apresenta sintomas semelhantes. No Brasil, graças à vacinação, foi erradicada há muitos anos.

Os sintomas da doença dengue, quando ocorrem, em geral aparecem entre 3 e 15 dias após a picada de um mosquito infectado. As manifestações iniciais são febre alta, dor de cabeça, muita dor no corpo e, às vezes, vômitos. É frequente que, de 3 a 4 dias após o início da febre, apareçam manchas vermelhas na pele e coceira.

As epidemias de dengue geralmente ocorrem no verão, durante ou imediatamente após períodos chuvosos. Isso porque os mosquitos, principalmente o *Aedes aegypti*, proliferam-se dentro ou nas proximidades de habitações (casas, apartamentos, hotéis etc.). Para tanto, ele precisa de qualquer acúmulo de água relativamente limpa (caixas d'água, cisternas, latas, pneus, vasos de plantas).

O único modo possível de evitar ocorrência de epidemias e a introdução de um novo tipo do vírus da dengue é através do controle dos vetores, por isso muita atenção à **figura 14**.



Fonte: Cartilha produzida pelo Ministério da Saúde (2007-2008)

Figura 14: Principais medidas para evitar a proliferação do mosquito que transmite a dengue.

4.3 Malária

A malária é uma doença infecciosa potencialmente grave, causada por protozoários do gênero *Plasmodium*. Seus vetores são mosquitos do gênero *Anopheles* (figura 15).

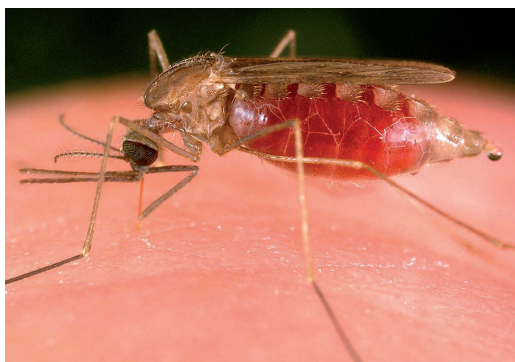


Figura 15: Mosquito do gênero *Anopheles*, vetor da malária.

A malária é transmitida pelas fêmeas dos mosquitos, que precisam de sangue para garantir o amadurecimento e a postura dos ovos. O *Anopheles aquasalis*, que se prolifera em coleções de água salobra, predomina nas faixas litorâneas, inclusive do Rio de Janeiro. Estes mosquitos têm maior atividade durante a noite, do por do sol ao amanhecer.

Água salobra

Água que não é tão salgada como a do mar, nem tão doce como a de cachoeiras. Originada da mistura de água de rios com a do mar.

O *Plasmodium* vive parte do seu ciclo de vida nas células das glândulas salivares do mosquito, as quais produzem saliva. Quando o *Anopheles* pica um humano, a sua saliva, repleta de parasitas, entra em contato com a corrente sanguínea humana. É dessa maneira que nós somos infectados pelo protozoário da malária.

O *Plasmodium* infecta principalmente nossas hemácias onde se reproduz e, de ciclos em ciclos, rompe essas células e fica livre na corrente sanguínea para infectar outras hemácias. Pode haver outras formas da doença, uma delas com comprometimento, inclusive, do sistema nervoso central.

Como os parasitos estão presentes na circulação sanguínea durante a infecção, a transmissão da malária também pode ocorrer a partir de transfusões de sangue, de transplantes de órgãos, da utilização compartilhada de seringas por usuários de drogas endovenosas ou da gestante para o filho (malária congênita) antes ou durante o parto.

Os sintomas mais comuns são: febre alta, calafrios intensos que se alternam com ondas de calor, muito suor, dor de cabeça e no corpo, falta de apetite, pele amarelada e cansaço. A prevenção da doença se dá também por meio da erradicação do mosquito vetor.

Combate aos vetores!



Pensando no que você viu sobre proliferação de vetores, o que está errado na figura acima e como podemos agir para evitar que mosquitos se reproduzam?

Anote suas
respostas em
seu caderno

Atividade
6

Um fato interessante sobre dengue é que, como é uma doença causada por quatro tipos diferentes de vírus, ter tido a doença uma vez não quer dizer que seu corpo já saiba como se defender dela em uma próxima infecção. O porquê disso você irá aprender na próxima unidade, quando estudar sobre o sistema imunológico. Lá, você aprenderá também como funciona o nosso sistema nervoso. Até breve!

Resumo

- A via respiratória superior é formada por fossas nasais, faringe, laringe e parte superior da traqueia. A via respiratória inferior é composta pela parte inferior da traqueia, brônquios, bronquíolos, pulmões, alvéolos e o diafragma.
- Na inspiração, o diafragma se contrai, expandindo a caixa torácica e permitindo a entrada do ar. Durante a expiração, esse músculo relaxa, levando à compressão da caixa torácica e consequentemente à expulsão do ar.

- Nos alvéolos pulmonares, ocorre a troca de gases entre o sangue e o ar atmosférico. Por difusão, os gases passam do meio mais concentrado para o menos concentrado; assim, o sangue é oxigenado e o gás carbônico é liberado para a atmosfera.
- A tuberculose é uma doença infecciosa causada por uma micobactéria e pode ser prevenida, ou pelo menos amenizada, pela vacinação.
- A gripe é uma doença infecciosa causada por um vírus específico. Sua prevenção se dá principalmente pelo cuidado com objetos pessoais e o hábito de lavar as mãos frequentemente.
- O coração possui 4 cavidades: 2 átrios e 2 ventrículos. Ele funciona como uma bomba, contraindo-se e relaxando-se ritmicamente.
- O oxigênio é transportado pelo sangue por proteínas chamadas hemoglobinas, presentes nas hemácias. Já o gás carbônico é transportado principalmente na forma de HCO_3^- dissolvido no sangue.
- A hipertensão arterial é caracterizada pela elevação exagerada da pressão sanguínea dentro dos vasos. Obesidade, vida sedentária, estresse e ingestão excessiva de sal, gordura ou álcool aumentam a chance de seu desenvolvimento.
- Dengue e febre amarela são doenças infecciosas causadas por vírus, cujo vetor pode ser o mosquito *Aedes aegypti*. A doença de Chagas é uma doença infecciosa causada por um protozoário, cujo vetor é um percevejo. A malária é causada por protozoários do gênero *Plasmodium* que, em geral, infecta mais expressivamente as hemácias.
- A prevenção dessas doenças é feita principalmente pelo combate aos seus vetores.

Veja ainda..

- http://www.aticaeducacional.com.br/htdocs/atividades/sist_resp/index.htm - página com exercícios interativos para você testar seus conhecimentos sobre o sistema respiratório.
- http://www.aticaeducacional.com.br/htdocs/atividades/sist_circ/index.htm - página com exercícios interativos para você testar seus conhecimentos sobre o sistema circulatório.
- http://www.youtube.com/watch?v=WA7zf_lp66w - animação que ensina como se prevenir da dengue. Bastante didático! Vale muito a pena conferir!

Referências

- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 11ª ed., Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 1216p.
- SCHAECHTER, M.; ENGLEBERG, N.C.; EISENSTEIN, B.I.; MEDOFF, G. Microbiologia: **mecanismos das doenças infecciosas**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 642p.
- FLINT, S.J.; ENQUIST, L.W.; KRUG, R.M.; RACANIELLO, V.R.; SKALKKA, A.M. Principles of virology: **molecular biology, pathogenesis, and control**. Washington: American Society for Microbiology Press. 2000. 804p.
- REY, L. **Bases da parasitologia médica**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 379p.

Imagens



- <http://www.flickr.com/photos/wsobchak/2373878453/> - W. Sobchak



- Autor: CEDERJ (adaptado) Fonte: <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=36831>



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Alveolus_diagram.svg



- Autor: CEDERJ Fonte: <http://teca.cecierj.edu.br/popUpVisualizar.php?id=49246>



- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tuberculosis-x-ray-1.jpg>



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Mycobacterium_tuberculosis.jpg.



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:SEM_blood_cells.jpg.



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Circulation_sanguine.JPG.



- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Trypanosoma_sp._PHIL_613_lores.jpg.



- http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-59702004000200007.



• http://www.dengue.org.br/mosquito_aedes.html.



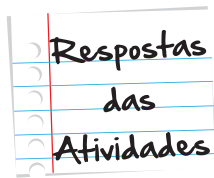
• <http://www.combateadengue.com.br/prevencao-da-dengue/>.



• <http://www.dicyt.com/viewItem.php?itemId=11504>.



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman.



Atividade 1

- a. Inspiração e expiração.
- b. O canudo representa as vias aéreas superiores, por onde o ar entra e sai durante a inspiração e expiração, respectivamente. O balão de borracha pequeno representa os pulmões, e o balão de borracha grande, o diafragma.

Atividade 2

- a. Porque comprometem o correto funcionamento dos pulmões. Assim, essa pessoa não será capaz de realizar exercícios físicos adequadamente, não se condicionando fisicamente, o que a impossibilita de se tornar uma boa atleta.
- b. Porque as hemoglobinas presentes nas hemácias do sangue possuem alta afinidade pelo monóxido de carbono, e uma vez que essas proteínas são responsáveis pelo transporte de oxigênio para todos os tecidos do organismo, a ligação do monóxido com a hemoglobina impede esse transporte, comprometendo a oxigenação adequada das células e prejudicando o funcionamento dos órgãos e tecidos.

Atividade 3

Ordem da numeração: 2; 3; 1; 6; 5; 4.

Atividade 4

(V) As trocas gasosas entre o sangue e os tecidos ocorrem nos alvéolos.

(F) O sangue vindo de todas as partes do corpo, assim como dos pulmões, entra no coração pelos ventrículos direito e esquerdo, respectivamente.

Justificativa: O sangue que vem do corpo todo entra no coração pelo átrio direito. O sangue que vem do pulmão entra pelo átrio esquerdo. O sangue sempre entra no coração pelos átrios e sai pelos ventrículos.

(F) O sangue arterial é rico em gás carbônico e metabólitos celulares.

Justificativa: O sangue arterial é rico em oxigênio. É o sangue que sai do coração para circular pelo corpo. O sangue rico em gás carbônico e metabólitos celulares é o sangue venoso, que circula pelas veias de volta ao coração.

Atividade 5

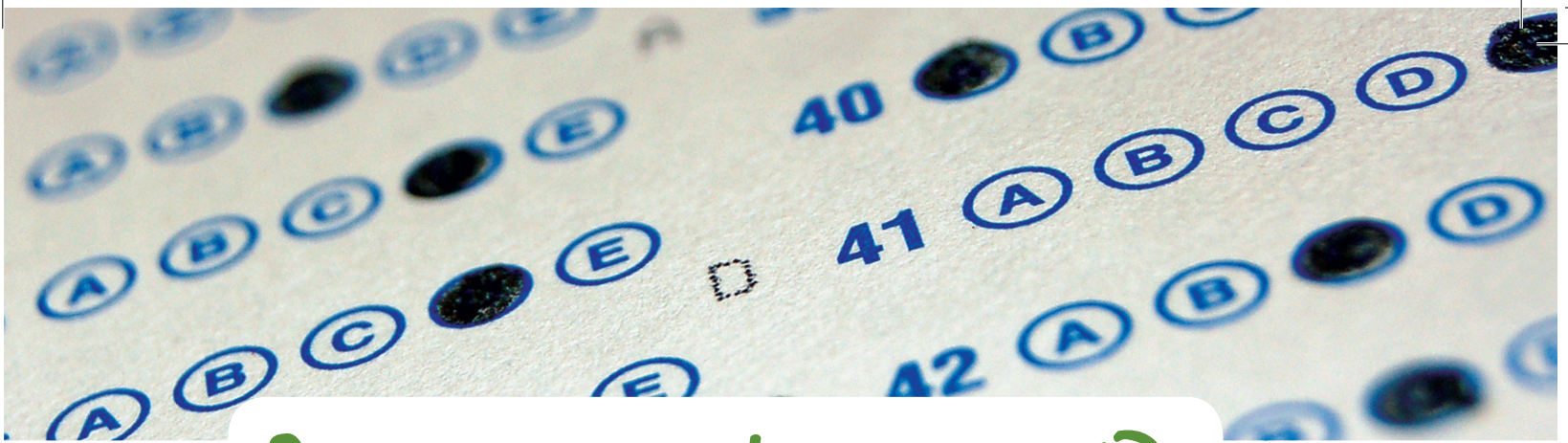
Situações 2, 4 e 6. Ou seja, consumo de alimentos muito gordurosos e salgados, uso descontrolado de bebida e obesidade são fatores que aumentam o risco de hipertensão arterial.

Atividade 6

Existem diversos barris e tonéis cheios de água abertos, além de diversas garrafas vazias, latas e pneus espalhados pelo quintal ao ar livre. Para impedir que esses objetos se tornem criadouros de mosquitos, é necessário fechar bem os barris e tonéis, jogar no lixo as garrafas e latas e manter o lixo bem fechado e guardar os pneus em local que não acumulem água parada.

Respostas
das
Atividades





O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2011)

“A produção de soro antiofídico é feita por meio da extração da peçonha de serpentes que, após tratamento, é introduzida em um cavalo. Em seguida, são feitas sangrias para avaliar a concentração dos anticorpos produzidos pelo cavalo. Quando essa concentração de anticorpos atinge o valor desejado, é realizada a sangria final para obtenção do soro. As hemácias são devolvidas ao animal, por meio de uma técnica denominada plasmaferese, a fim de reduzir os efeitos colaterais provocados pela sangria.”

Disponível em: <http://www.infobibos.com>. Acesso em: 28 abr. 2010 (adaptado).

A plasmaferese é importante, pois, se o animal ficar com uma baixa quantidade de hemácias, poderá apresentar:

- Febre alta e constante.
- Redução de imunidade.
- Aumento da pressão arterial.
- Quadro de leucemia profunda.
- Problemas no transporte de oxigênio.

Questão 2 (ENEM 2010)

Durante as estações chuvosas, aumentam no Brasil as campanhas de prevenção à dengue, que têm como objetivo a redução da proliferação do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue.

Que proposta preventiva poderia ser efetivada para diminuir a reprodução desse mosquito?

- a. Colocação de telas nas portas e janelas, pois o mosquito necessita de ambientes cobertos e fechados para a sua reprodução.
- b. Substituição das casas de barro por casas de alvenaria, haja vista que o mosquito se reproduz na parede das casas de barro.
- c. Remoção dos recipientes que possam acumular água, porque as larvas do mosquito se desenvolvem nesse meio.
- d. Higienização adequada de alimentos, visto que as larvas do mosquito se desenvolvem nesse tipo de substrato.
- e. Colocação de filtros de água nas casas, visto que a reprodução dos mosquitos acontece em águas contaminadas.

Respostas Esperadas

1.

Gabarito: Letra E.

Comentário: As hemácias são as células vermelhas do sangue que possuem a proteína hemoglobina, cuja função principal é transportar oxigênio pelo sangue.

2.

Gabarito: Letra C.

Comentário: Após períodos de chuva, pode haver acúmulo de água em diversos recipientes, tais como: caixas d'água, cisternas, latas, pneus, vasos de plantas. E o mosquito da dengue precisa de qualquer acúmulo de água relativamente limpa para se reproduzir.



Sistemas Nervoso e Imunológico

Para início de conversa

Quem nunca ralou o joelho, cortou o dedo, arranhou o braço ou queimou a pele? Dói, não é mesmo? E muitas vezes inflama, certo? Mas por que sentimos dor? E por que ocorre a **inflamação**?

Inflamação

reação do organismo frente a uma infecção ou lesão dos tecidos.

Bem, esses dois fenômenos ocorrem graças aos sistemas nervoso e imunológico (ou imune). Eles são responsáveis pela nossa interação com o ambiente ao redor, por perceber alterações em nosso próprio organismo e por nos proteger contra ameaças reais ou potenciais.



Figura 1: Quando sofremos algum tipo de ferimento, como ralar o joelho ou cortar o dedo, sentimos dor e, muitas vezes, a ferida inflama. O sistema nervoso é o responsável por percebermos que nos ferimos e também por sentirmos dor, enquanto o sistema imunológico é responsável pela resposta inflamatória.

Continuando o nosso percurso de aprendizagem sobre os sistemas que compõem o corpo humano, nesta unidade, você vai conhecer os principais componentes dos sistemas nervoso e imunológico. Também vamos discutir como percebemos e interagimos com o mundo ao nosso redor, e por que não ficamos doentes o tempo todo. E você vai aprender o que acontece quando o equilíbrio desses sistemas é alterado.

Objetivos de aprendizagem

- identificar os principais componentes dos sistemas nervoso e imunológico;
- enumerar as doenças que afetam as capacidades de raciocínio e movimento;
- apresentar argumentos que liguem relacionem o abuso do uso de drogas ao prejuízo à saúde;
- relacionar a ação do sistema imunológico ao fato de não adoecermos a todo o momento.

SEÇÃO 1

Sistema Nervoso

O sistema nervoso é responsável por coordenar todas as funções do organismo, desde jogar futebol e assistir a um filme até piscar os olhos ou chorar.

As informações vêm de todas as partes do corpo, sendo geradas por uma variedade de estímulos provenientes do ambiente ou do próprio organismo. Elas são analisadas e integradas no encéfalo, o principal órgão nervoso, por circuitos formados por células especializadas chamadas de neurônios. Estes são organizados em diferentes sistemas e somam, no encéfalo humano, cerca de 100 bilhões de células.

Os neurônios transmitem as informações por meio de impulsos elétricos que podem chegar a velocidades superiores a 100 m/s (cerca de 360 km/h). É por isso, por exemplo, que um motorista consegue frear o carro tão logo ele vê alguém atravessando a rua. Nesse caso, o sistema visual enviou uma mensagem ao encéfalo, que foi rapidamente analisada e processada por ele, resultando em uma ordem aos músculos para pisar no freio. O processo, que vai desde o momento em que o motorista viu a criança até a freada do veículo, ocorre em menos de um segundo!

Essa alta velocidade de transmissão se dá graças à estrutura física e à composição dos neurônios, assim como de outro tipo celular que, em muitos casos, os auxiliam: as células da Glia. Vamos entender um pouco mais sobre essas células.

1.1 Os Neurônios

A unidade básica do sistema nervoso é o neurônio, também chamado de célula nervosa. Os neurônios possuem uma região central, chamada corpo celular, onde se encontram o núcleo celular e a maioria das organelas. Possui também ramificações, que se originam do corpo celular, chamadas neuritos, que são de dois tipos: axônios e dendritos (**Figura 2**).

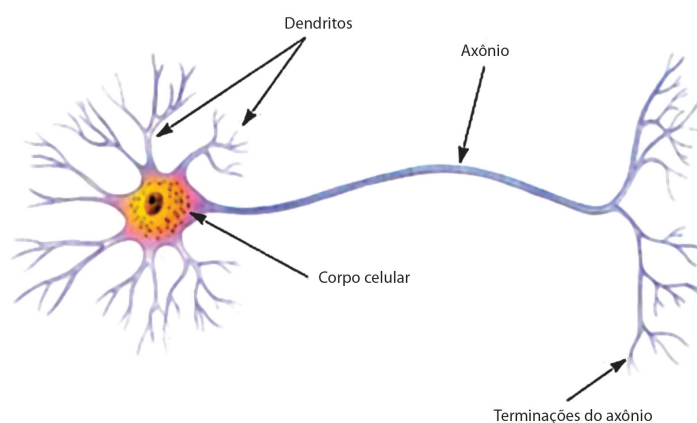


Figura 2: Estrutura do neurônio. O neurônio é formado por um corpo celular, axônio e dendritos.

Os axônios possuem diâmetro uniforme ao longo de toda sua extensão e podem se estender por longas distâncias. Os dendritos, por outro lado, raramente se estendem por mais de dois milímetros e formam ramificações **arborescentes**.

Arborescentes

Que têm quase a forma ou as características de uma árvore.

Quando um neurônio está em repouso, há íons de sódio (Na^+) fora da célula e íons de potássio (K^+), em menor quantidade, dentro da célula. A diferença de concentração desses íons faz com que, relativamente, o lado externo da membrana do neurônio seja mais positivo e o lado de dentro da membrana seja mais negativo.

Quando um neurônio é suficientemente excitado, esse gradiente se altera: muitos íons Na^+ entram na célula e de K^+ saem e a polaridade se inverte (fica negativo fora e positivo dentro). Isso é chamado de despolarização da membrana do neurônio, e gera um impulso elétrico que “caminha” por toda a extensão do axônio. Ou seja, essa onda de despolarização e repolarização acontece em diversos trechos sequenciais da membrana plasmática do axônio de um neurônio.

Em seguida, quando o quadro inicial se restabelece (mais sódio fora e potássio dentro) e o lado externo volta a ser mais positivo e o interno mais negativo. Esse evento é chamado de repolarização da membrana do axônio. Veja o esquema da Figura 3.

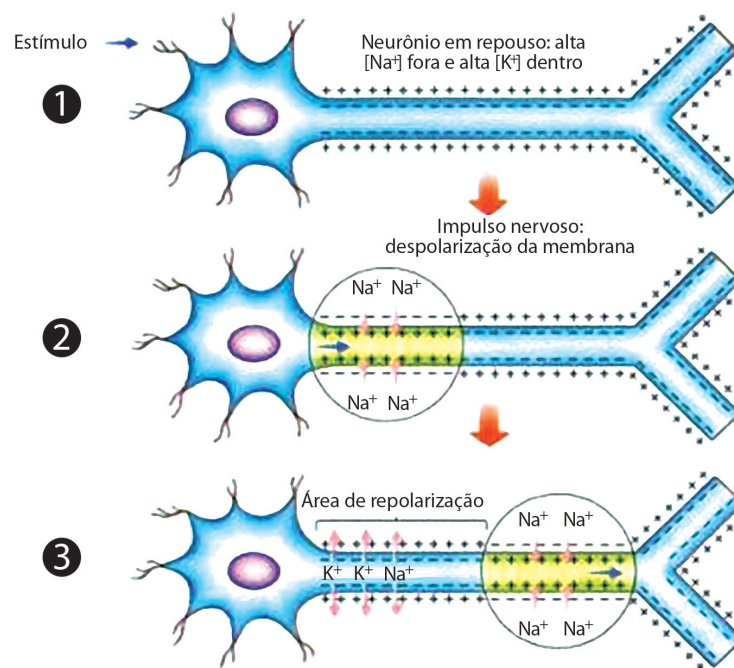


Figura 3: Impulso nervoso. Quando o neurônio está em repouso (1), a concentração de sódio (representado por “+”) fora da célula é maior do que dentro dela. Já a concentração de potássio (-) é inversa. Quando o neurônio é estimulado (2), há aumento de entrada de sódio na célula, invertendo sua polaridade. Em seguida, o potássio e o excesso de sódio saem da célula, restabelecendo a polarização (repolarização, em 3). A troca de carga se propaga ao longo do axônio, transmitindo o sinal.

Para que essa onda de despolarização e repolarização aconteça e o impulso nervoso seja propagado, o estímulo inicial tem de ser eletricamente significativo. É a lei do tudo ou nada: se tem potencial suficiente, é propagado, se não, nada acontece.

A informação entre dois neurônios é transmitida sempre em um único sentido: chega pelos dendritos, passa pelo corpo celular e vai para os axônios. A zona de proximidade entre dois neurônios chama-se sinapse ou fenda sináptica.

A passagem das informações de um neurônio para o outro é chamada de transmissão sináptica. Ela é, muitas vezes, mediada pela liberação de substâncias químicas chamadas neurotransmissores. Vamos entender como isso funciona.

Ao chegar às terminações do axônio, o sinal elétrico é convertido em químico: o que passa de um neurônio a outro são neurotransmissores, que foram liberados na fenda sináptica por estímulo desencadeado pelo impulso elétrico que vimos ainda há pouco. Uma vez liberados na fenda sináptica, estes neurotransmissores que saíram do axônio de um neurônio entram em contato com receptores na membrana dos dendritos do outro neurônio. Quando os neurotransmissores se ligam a esses receptores, o sinal químico é convertido em elétrico, e ocorre a polarização e despolarização da membrana deste outro neurônio.

Essa transformação da informação (de elétrica para química e depois para elétrica novamente) torna possível a aprendizagem, a formação de memória, o controle motor necessário, por exemplo, para tocar um instrumento, ou realizar uma atividade física, além de controlar nossa capacidade de sentir alegria e tristeza, dor, fome, entre outras.

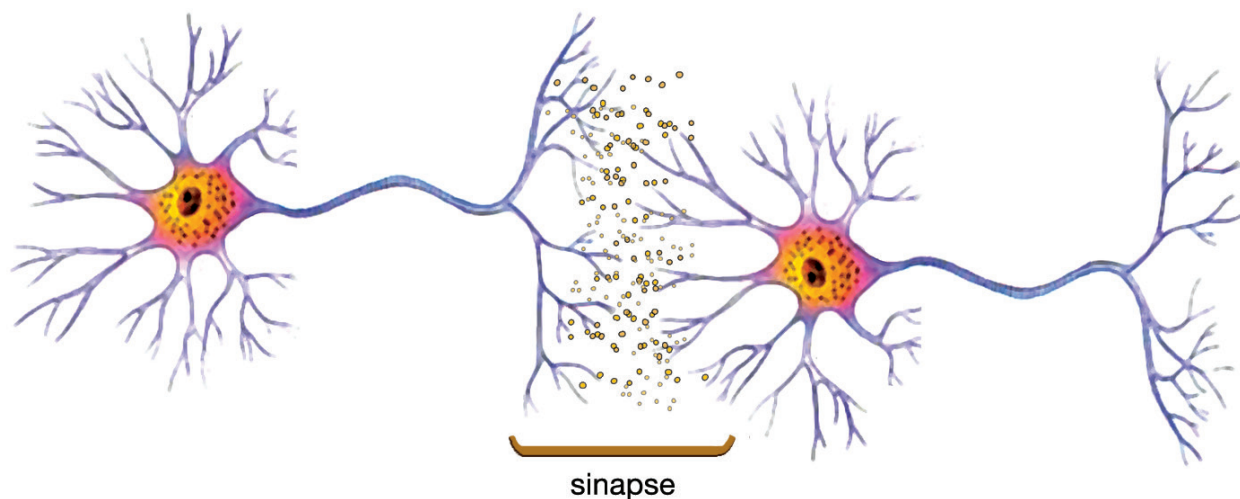


Figura 4: A sinapse formada entre dois neurônios, com neurotransmissores. É na sinapse que os neurotransmissores de um neurônio são liberados e captados pelo outro neurônio, desencadeando um impulso elétrico que transmite a informação.

Os neurônios não trabalham sozinhos. Eles são células extremamente especializadas na transmissão do impulso nervoso e, por isso, precisam do auxílio de outras células.

1.2 Um apoio ao trabalho neuronal: as células da glia

As células glias excedem em cerca de dez vezes o número de neurônios e podem ser de três tipos:

- astrócitos;
- glia formadora de mielina (oligodendrócitos e células de Schwann);
- microglia.

A microglia consiste de macrófagos diferenciados – células do sistema de defesa do organismo, que você verá mais adiante aqui nesta unidade ainda. Elas são responsáveis por proteger o sistema nervoso de agentes causadores de doenças, como bactérias e vírus.

Os astrócitos possuem papel essencial no controle do conteúdo químico do espaço extracelular. Eles regulam a concentração de íons potássio no fluido extracelular e removem ativamente neurotransmissores da fenda sináptica.

Os oligodendrócitos e as células de Schwann formam a bainha de mielina. Ela envolve os axônios dos neurônios como o isolante de um cabo elétrico e sua função está relacionada ao aumento da segurança e da velocidade de condução dos impulsos nervosos, tanto no sistema nervoso central (SNC) como no periférico (SNP).

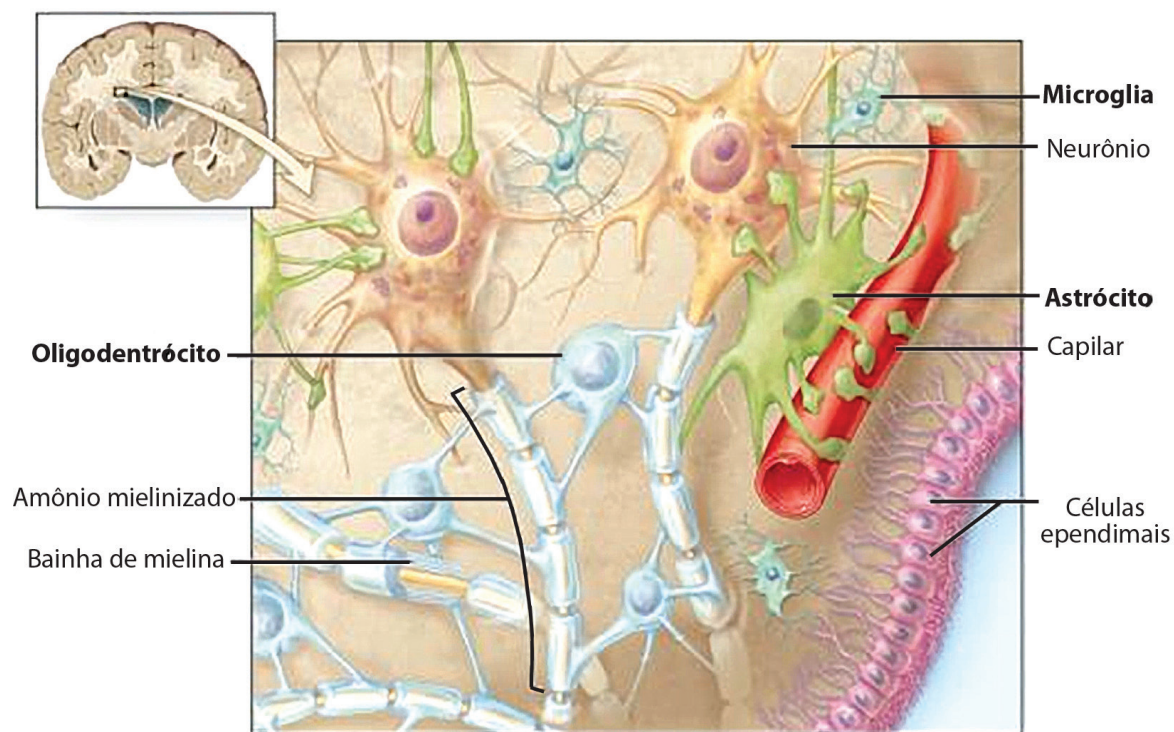


Figura 5: Se observarmos mais de perto as células que compõem o encéfalo, veremos aproximadamente esta imagem. Ela é uma ilustração, mostrando os diferentes tipos de células glias que compõem o sistema nervoso. Observe que essas células estão sempre próximas aos neurônios, auxiliando-os em suas funções.

Bom, agora que você já entendeu como é a estrutura das células nervosas, vamos entender como é o sistema nervoso como um todo.

SEÇÃO 2

Sistema Nervoso Central e Periférico

O sistema nervoso pode ser dividido em dois grandes grupos, de acordo com a localização e função de seus componentes:

- Sistema nervoso central (SNC);
- Sistema nervoso periférico (SNP).

O sistema nervoso central (SNC) compreende a caixa craniana (onde se localiza o encéfalo) e a coluna vertebral (medula espinhal). Já o sistema nervoso periférico compreende todos os nervos, podendo ser dividido em somático e visceral (também chamado de autônomo).

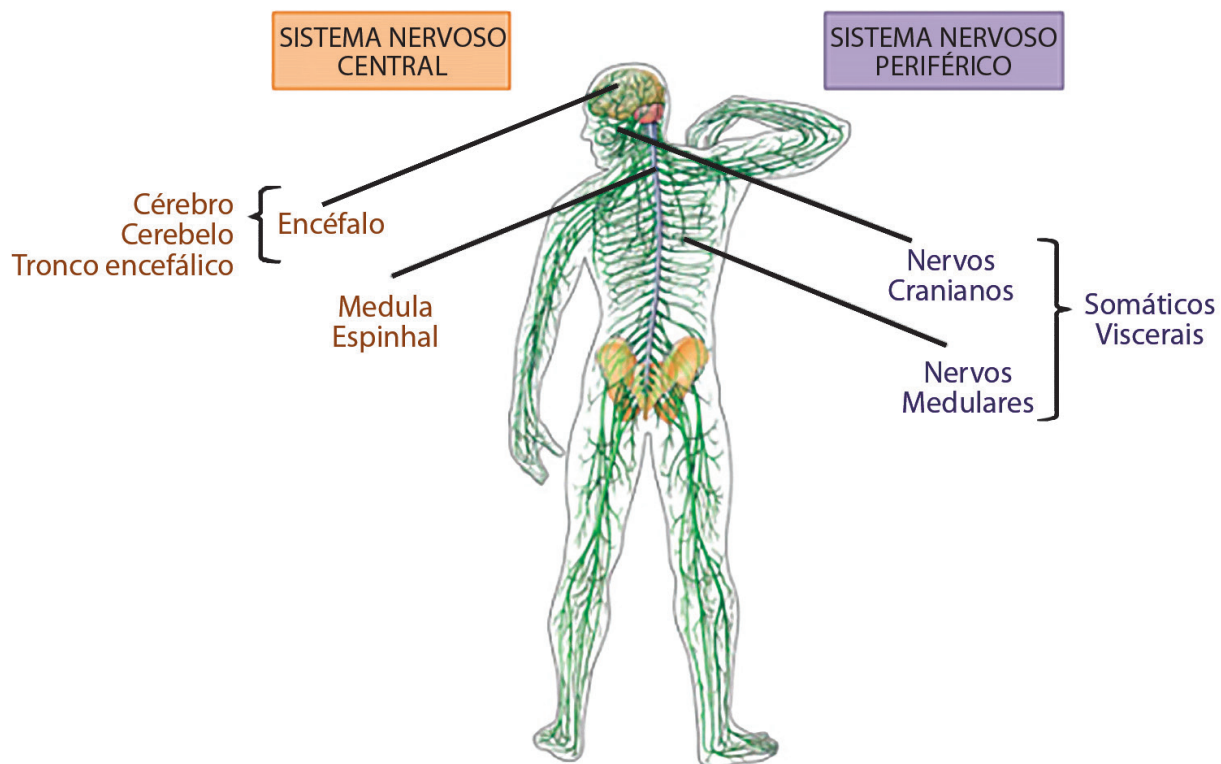


Figura 6: O sistema nervoso pode ser dividido em central e periférico. O primeiro é formado pelo encéfalo e suas subdivisões e pela medula espinhal. Já o sistema nervoso periférico é formado por todos os nervos do corpo, tanto os que se originam da cabeça (cranianos) como os que se originam da medula (medulares). Há ainda uma classificação em relação ao destino desses nervos. Os que vão inervar órgãos são chamados viscerais e os demais, como os que inervam a pele e os músculos, são chamados somáticos.

O sistema nervoso conta com os órgãos sensoriais (como os olhos), que recebem estímulos externos, os quais são enviados para o encéfalo, no sistema nervoso central. O encéfalo recebe as informações, integra-as e elabora uma resposta a elas. Tal resposta é enviada a um outro órgão ou sistema do corpo que a executará.

Por exemplo, você está em uma rua parcialmente escura, sozinho(a), e avista um cão raivoso correndo na sua direção. O que você faz? Provavelmente, vai tomar um susto inicialmente e seu coração baterá acelerado e, depois, ou vai se preparar para a luta ou para a fuga, dependendo do seu instinto maior (e, claro, do tamanho do cachorro)!

Quer saber o que ocorre dentro do seu corpo nesse contexto? Os seus olhos captam a imagem que é levada ao encéfalo, o qual a interpreta como uma ameaça (por isso você toma um susto). Sendo assim, o encéfalo elabora uma resposta para livrá-lo da situação, enviando uma ordem para os seus sistemas cardiovascular e muscular se preparem para a ação.

Tudo isso ocorre em milésimos de segundos e você nem se dá conta. Mas graças a esse exemplo é possível ver que o encéfalo, além de controlar o ambiente interno do organismo em relação ao que acontece no externo, é responsável pelo controle do seu estado emocional, seu raciocínio, imaginação, dentre outros.

Mas pense... Para detectar o cachorro bravo em uma rua parcialmente escura, você não precisa utilizar-se somente da visão. Há outros órgãos, através dos quais você perceberia o perigo ou mesmo outras características do ambiente. Esses são os órgãos dos sentidos.

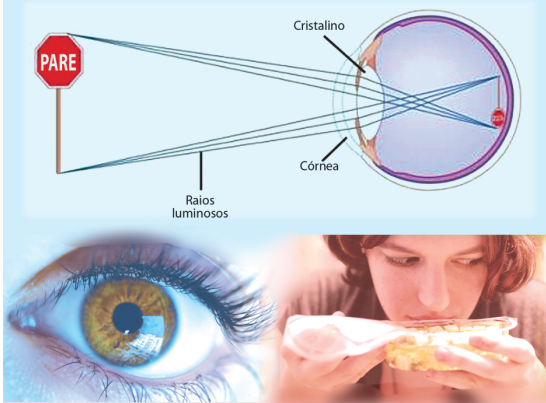
2.1 Os cinco sentidos

Os órgãos responsáveis pelos sentidos são formados por células receptoras que detectam os estímulos originados no ambiente externo e os transformam em impulsos nervosos. Vejamos cada caso na figura 7:

Visão

O sistema visual começa no olho. No fundo do olho, encontra-se a retina, que contém as células especializadas na conversão de energia luminosa (luz) em impulsos elétricos. Essas células são chamadas fotorreceptores. O restante do olho funciona como uma máquina fotográfica, permitindo a mudança de foco quando necessária e garantindo a qualidade da imagem formada na retina.

O olho coleta raios de luz emitidos ou refletidos por objetos no ambiente e os localiza sobre a retina para formar imagens, que inicialmente está de cabeça para baixo. O cérebro é o responsável por receber essa informação e inverter a imagem para que possamos enxergá-la da forma como correta. Já a focalização dos objetos é função da córnea e do cristalino.



Olfato e Paladar

O olfato e o paladar (ou gustação) possuem uma característica em comum: ambos os sentidos detectam substâncias químicas presentes no ambiente. E essa detecção, no caso do olfato, é feita pelo epitélio olfativo, que se encontra na cavidade nasal. Quanto maior a área de superfície desse epitélio, melhor é o senso olfativo de um animal. Ele é constituído por três tipos celulares:

- de suporte (dão sustentação ao tecido e ajudam na produção de muco);
- basais (dão origem às células receptoras olfativas);
- receptoras olfativas (responsáveis pelo reconhecimento dos cheiros e pela transformação do sinal químico em impulso elétrico).

Já o principal órgão gustativo é a língua. Ela possui estruturas especializadas, chamadas papilas, onde se encontram as células receptoras gustativas (CRG). Estas são as responsáveis por detectar os cinco sabores básicos: salgado, azedo (ou ácido), doce, amargo e umami.

Mas como a partir apenas desses cinco sabores básicos podemos perceber os incontáveis sabores dos alimentos?

Primeiro, cada alimento ativa uma combinação diferente dos sabores básicos, tornando-o único. Segundo, muitos alimentos têm como sabor o resultado da soma de seu sabor e aroma, percebidos simultaneamente. Terceiro, outros sentidos podem contribuir para uma experiência gustativa única, como o tato, que acrescenta à noção de sabor informações sobre textura e temperatura. É, então, somente quando os três sentidos (olfato, paladar e tato) são utilizados em conjunto que o SNC percebe o sabor dos alimentos.

Tato

A sensação tátil começa na pele, que é o órgão que nos fornece contato direto com o mundo, compreendendo o maior órgão sensorial do corpo. Os dois tipos principais de pele são chamadas pilosa (possui pelos) e glabra (não possui pelos), como, por exemplo, o dorso e a palma de sua mão, respectivamente.

O corpo é sensível a uma variedade de estímulos: à pressão, à vibração, à mudança de temperaturas, entre outros. Quando os estímulos são tão intensos que podem causar danos, sentimos dor. Todas essas sensações são pelos diferentes receptores sensoriais táteis, distribuídos por toda a superfície do corpo. Eles são terminações de neurônios, que transformam o estímulo em impulso nervoso.



Audição

Mesmo quando não podemos ver uma pessoa, frequentemente podemos detectar sua presença, identificar de onde ela está vindo e até mesmo receber uma mensagem sua. Como isso é possível?

Isso é graças ao sistema auditivo, que nos permite detectar e localizar um som, além de interpretar mudanças nele, podendo distinguir quem ou o que o produziu.

O sistema auditivo é dividido em três porções, de acordo com suas localizações:

- orelha externa, composta pelo pavilhão auditivo e canal auditivo;
- orelha média, composta pelo tímpano e os ossículos responsáveis por transmitir a vibração gerada pelo som no tímpano às células receptoras auditivas;
- orelha interna, composta pela cóclea, a qual contém as células receptoras auditivas.

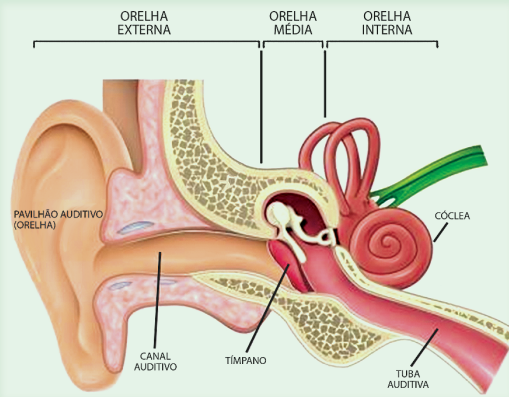


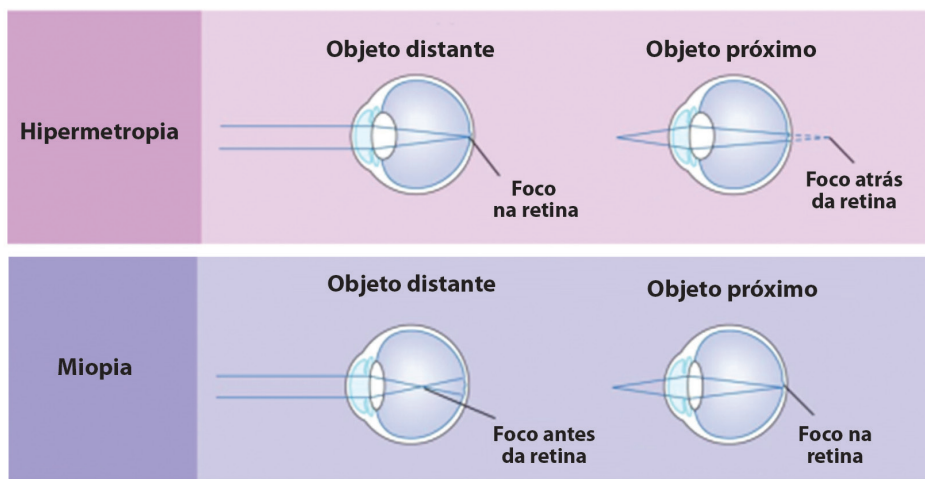
Figura 7: Como trabalham os cinco sentidos?

Saiba Mais

Defeitos da visão

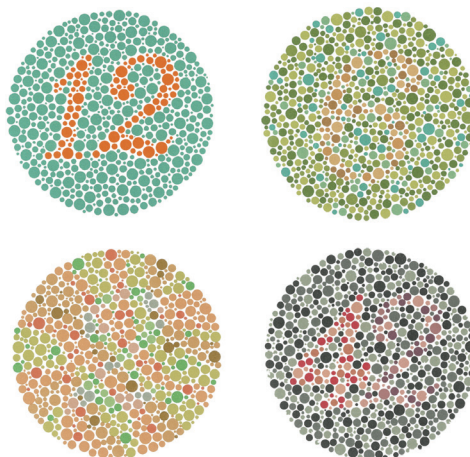
Para que a imagem se forme corretamente, o globo ocular possui um tamanho ideal. No entanto, quando ele apresenta um diâmetro menor do que o normal, os raios luminosos são focalizados em algum ponto atrás da retina, e a imagem sobre a retina é um círculo borrado. Essa condição é conhecida como **hipermetropia**, pois o olho pode focalizar objetos distantes, mas não objetos mais próximos.

Quando o contrário acontece, o diâmetro ocular é maior do que o normal, os raios luminosos são focalizados para um ponto antes da retina, formando novamente um círculo borrado sobre esta. Essa condição é conhecida como **miopia**, pois o olho pode focalizar objetos próximos, mas não objetos distantes. As figuras a seguir ilustram essas duas condições.



Saiba Mais

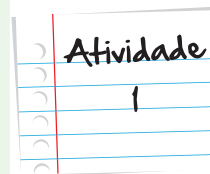
Outra doença que afeta a visão é o daltonismo, uma doença hereditária, resultado da ausência de células que promovem a visão em cores. As anormalidades mais comuns envolvem a visão das cores vermelha e verde e são muito mais frequentes em homens do que em mulheres. As figuras a seguir são utilizadas por oftalmologistas em testes para detectar a ocorrência de daltonismo; se você não conseguir enxergar o número dentro de cada esfera, você apresentará determinado grau de daltonismo.



O mundo que nos cerca

Relacione os itens das duas colunas:

- | | |
|---------|----------------------------------|
| Visão | () Papilas gustativas |
| Olfato | () Retina |
| Paladar | () Toque, pressão e temperatura |
| Tato | () Cóclea |
| Audição | () Epitélio olfativo |



Anote suas
respostas em
seu caderno

Seção 4

Doenças do Sistema Nervoso

Como você viu nas seções anteriores, o sistema nervoso nos permite interagir, descobrir e desfrutar o ambiente ao nosso redor. No entanto, há condições patológicas que podem atingir o sistema nervoso central e comprometer as capacidades mentais e físicas de uma pessoa. Um desses males é a dependência química.

A dependência química é causada pelo uso excessivo de substâncias psicoativas, as chamadas **drogas**, tanto legais, como o álcool, quanto ilegais, por exemplo, a cocaína e o crack. As drogas não só matam os neurônios do usuário, como têm efeito em diversas outras células e órgãos do corpo.

Um problema de os neurônios morrerem é que, diferente das células da sua pele, eles não serão repostos por divisão celular. Os neurônios são células altamente especializadas. Quanto mais especializada uma célula é, menos ela é capaz de se dividir. No caso dos neurônios, durante muito tempo se acreditou que eles não fossem capazes de se dividir. Alguns estudos com cobaias mostraram que em dada região do encéfalo é possível encontrar sinais de que houve divisão celular de neurônios adultos, mas ainda assim, em baixíssima taxa. Assim, a perda de neurônios por causa do uso de drogas, por exemplo, é irreparável.

Outras causas de degenerações do sistema nervoso podem ter origens desconhecidas ou infecciosas. Nesta seção, você vai conhecer algumas doenças que acometem o sistema nervoso central e alteram nossas capacidades mentais e motoras.

4.1. Doença de Parkinson

A doença ou mal de Parkinson é um transtorno neurológico que geralmente atinge pessoas idosas e evolui progressivamente. Sua característica é a degeneração (morte) de neurônios de uma região específica do sistema nervoso central, chamada substância nigra.

Sua causa ainda é desconhecida, mas seus sintomas são claros, caracterizados por três estágios visíveis. No primeiro estágio, surgem tremores e dificuldade de movimento nos membros superiores. A pessoa fica impossibilitada de realizar pequenas tarefas que exijam precisão manual, como beber água em um copo. A degeneração avança e desencadeia o segundo estágio, atingindo os membros inferiores. Essa fase se caracteriza pela dificuldade de locomoção. O terceiro estágio afeta a cabeça e o pescoço, dificultando o movimento dos músculos, podendo levar a uma postura rígida e inexpressiva.

O uso de medicamentos específicos depende muito da fase em que se encontra a doença, mas geralmente o tratamento retarda a doença ou pelo menos minimiza seus sintomas.

4.2 Doença de Alzheimer

A doença ou mal de Alzheimer é um transtorno neurológico degenerativo, que leva à perda de tecido nervoso. Tal perda é amplamente distribuída pelo sistema nervoso central, caracterizada pela demência.

A pessoa doente apresenta perda de memória recente, embora a capacidade de recordar acontecimentos do passado seja preservada. Alterações de fala e escrita, desorientação de tempo e espaço e perda da capacidade intelectual também são observadas. Não existe tratamento eficaz para a doença, mas alguns medicamentos são utilizados para tratar os sintomas, como agitação, agressividade, depressão, entre outros.

2.3 Poliomielite

A poliomielite ou “paralisia infantil” é uma doença infectocontagiosa viral aguda, causada por um vírus denominado poliovírus. O modo de aquisição do poliovírus é através da boca, por transmissão fecal-oral ou, raramente, oral-oral.

A multiplicação desse vírus começa na garganta ou nos intestinos, locais por onde o vírus penetrou no organismo. A partir desses locais, o vírus alcança a corrente sanguínea e pode atingir o encéfalo. Quando a infecção ataca o sistema nervoso, destrói os neurônios motores, acometendo, em geral, os membros inferiores. Os sintomas iniciais são flacidez muscular, com sensibilidade conservada, e **arreflexia** no membro atingido; com o avançar da doença, o membro pode se tornar inativo. Ela pode ser fatal se as células dos centros nervosos que controlam os músculos respiratórios e da deglutição forem infectadas.

Arreflexia

ausência de reflexos.

A boa notícia é que, no Brasil, esta doença encontra-se **erradicada** desde o início dos anos 1990. Isso foi graças às medidas de prevenção contra doenças transmitidas por contaminação fecal de água e alimentos. Nisso, incluem-se: a utilização de água clorada ou fervida; o consumo de alimentos cozidos e cuidados com a higienização das mãos antes das refeições.

Erradicada

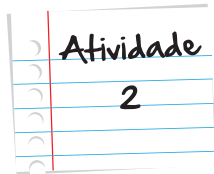
Exterminada, eliminada em uma região, país, etc.

Além dessas medidas higiênico-sanitárias, houve constantes campanhas de vacinação infantil. Nessas, as crianças se imunizavam com a famosa gotinha. Com a imunização, o organismo fica protegido do ataque do vírus, caso entre em contato com ele (você entenderá este mecanismo daqui a pouco, na parte de sistema imune).



Figura 8: As campanhas de vacinação da população infantil, promovidas pelo Sistema Único de Saúde (SUS), foram peças-chave na erradicação da poliomielite em nosso país. O personagem Zé Gotinha foi um grande parceiro das campanhas.

Falando em imunização, está curioso para compreender como e por que ela acontece? Então vamos estudar o sistema imunológico, o grande responsável pela proteção do nosso corpo!

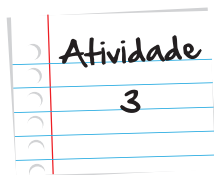


Reconhecendo os sintomas

Dentre as afirmativas, identifique as verdadeiras (V) e falsas (F), justificando sua resposta em ambas as situações.

- () A pessoa portadora da doença de Parkinson apresenta perda da memória recente, dificuldades na aprendizagem de novas coisas e não é capaz de reconhecer mais as pessoas ao seu redor.
- () A pessoa portadora da doença de Alzheimer apresenta tremores nos braços e pernas, rosto inexpressivo e repetição de movimentos.
- () As doenças de Parkinson e Alzheimer são caracterizadas pela morte de neurônios do sistema nervoso central.

Anote suas respostas em seu caderno



A luta contra a poliomielite

Imagine que você vive em um país em que a poliomielite ainda não foi erradicada e que não possui amplas campanhas de vacinação contra esta doença. Que medidas de precaução você deve tomar para não ficar doente?

Anote suas respostas em seu caderno

SEÇÃO 5

Sistema Imunológico

Você já parou para pensar que estamos cercados por milhões de microrganismos, como bactérias, vírus e fungos?! E muitos desses são potencialmente patogênicos, ou seja, podem causar doenças. Mas por que, então, não ficamos doentes o tempo todo?

Bem, isso acontece graças ao sistema imunológico (ou imune), que nos provém defesa notavelmente eficaz.

Nesta seção, você vai conhecer os principais componentes do sistema imune e suas estratégias de defesa. Você vai aprender também sobre a malária, uma doença infecciosa que ataca as hemácias.

5.1. Componentes do Sistema Imunológico

As células do sistema imune (SI) originam-se na medula óssea, onde muitas delas também amadurecem.

Essas células, quando maduras, migram para proteger os tecidos periféricos, circulando pelo sangue, por um sistema especializado de vasos, chamado linfático e, algumas vezes, se infiltrando em alguns tecidos do corpo. A **tabela 1** relaciona as células do sistema imune e suas funções na defesa do organismo.

Tabela 1: As células do sistema imune e suas funções.

CÉLULA	FUNÇÃO QUANDO ATIVADA
Macrófago	Fagocita bactérias e ativa mecanismos que as matam
Célula dendrítica	Capta antígenos no local da infecção e os apresenta para as células T e B nos linfonodos
Neutrófilo	Fagocita bactérias e ativa mecanismos que as matam
Eosinófilo	Mata parasitas revestidos por anticorpos
Basófilo	Participa de reações alérgicas
Mastócito	Libera grânulos contendo substâncias que vão recrutar mais células de defesa
Linfócito B	Diferencia-se em plasmócito, célula responsável pela produção de proteínas (anticorpos) de ataque a substâncias e agentes invasores
Linfócito T	Possui dois subtipos: matam células infectadas com vírus quando citotóxicos (subtipo CD8 ⁺); ativam células B e macrófagos quando auxiliares (subtipo CD4 ⁺)

Fonte: Clarissa Leal de Oliveira Mello.

Os órgãos linfoides são tecidos organizados que contêm um grande número de linfócitos e células não linfoides (como as células epiteliais, por exemplo). Nestes órgãos, as interações entre os linfócitos e as células não linfoides são importantes tanto para o desenvolvimento dos linfócitos como para a iniciação de respostas imunes, e para a manutenção dos próprios linfócitos.

Os órgãos linfoides podem ser divididos em órgãos linfoides centrais (ou primários), onde os linfócitos são gerados; e órgãos linfoides periféricos (ou secundários), onde são iniciadas as respostas imunes e onde os linfócitos são mantidos. Os órgãos linfoides centrais são a medula óssea e o timo; os demais são o baço, os linfonodos (ou gânglios linfático), as placas de Peyer no intestino, entre outros (figura 9).

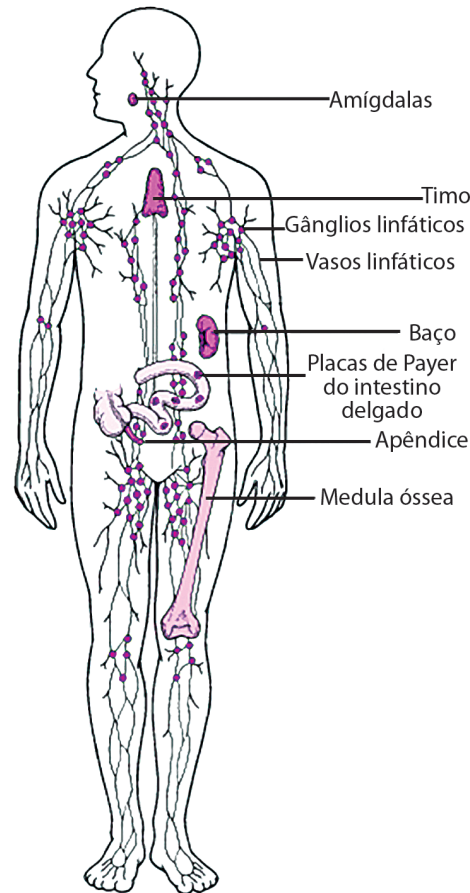


Figura 9: A distribuição dos órgãos linfoides no corpo. Linfócitos se diferenciam nos órgãos linfoides centrais: as células B, na própria medula óssea, e as células T, no timo. Eles migram a partir desses tecidos e são transportados na corrente sanguínea para os órgãos linfoides periféricos: os gânglios linfáticos, o baço e tecidos linfoides associados às mucosas, como as amígdalas, as placas de Peyer no intestino e o apêndice.

Até agora você conheceu os principais componentes do sistema imune, suas funções e onde podemos encontrá-los. Mas como funciona a dinâmica das respostas imunes?

5.2 Imunidade Inata e Adaptativa

A primeira barreira que microrganismos patogênicos, tais como vírus, fungos e bactérias, têm de enfrentar e vencer para causar doenças são as barreiras físicas do próprio organismo, como a pele, as mucosas e secreções, como a saliva. Essas são consideradas a primeira linha de defesa (ou combate) do corpo.

Se elas forem vencidas, entra em ação a segunda linha de combate, composta pelas células da imunidade inata, tais como macrófagos e neutrófilos. Os macrófagos e os neutrófilos, como apresentado na tabela 1, são células que realizam fagocitose de elementos que reconhecem como estranhos para o organismo. Os macrófagos são encontrados em tecidos e os neutrófilos circulam na corrente sanguínea.

Além da defesa inata, temos também um outro mecanismo para proteger nosso corpo de **antígenos**: a imunidade adaptativa. Na imunidade adaptativa, o nosso corpo desenvolve moléculas que são capazes de reconhecer especificamente aquele antígeno que está atacando nosso organismo. Essas moléculas são os anticorpos.

Antígeno

É qualquer molécula ou partícula estranha ao nosso corpo que seja capaz de desencadear uma resposta imunológica na forma de produção de anticorpos.

Uma resposta imune específica, tal como a produção de anticorpos contra o vírus da dengue ou da gripe, por exemplo, é conhecida como uma resposta imune adaptativa. Isso porque ela se dá durante a vida de um indivíduo como uma adaptação à infecção contra aquele patógeno. Em muitos casos, uma resposta imune adaptativa confere imunidade protetora por toda a vida à reinfeção pelo mesmo patógeno.

As respostas imunes adaptativas, no entanto, são de desenvolvimento lento. Assim, durante as primeiras e críticas horas ou dias dessa exposição, a imunidade inata entra em ação contra os microrganismos invasores. Isso porque tanto as barreiras físicas como as células de defesa estão imediatamente disponíveis para combatê-los e não dependem de reconhecimento específico para agir.

Além do contato direto com os agentes causadores de doenças, outra forma de ativar respostas imunes específicas, ou seja, de estimular o organismo a produzir anticorpos, é a vacinação. As vacinas podem ser fabricadas a partir do patógeno morto, vivo atenuado (incapaz de causar doença) ou apenas proteínas do mesmo.

Vamos entender melhor. Quando uma pessoa toma uma vacina, entra em contato com antígenos que disparam a produção de anticorpos no corpo. Só que, no caso da vacina, esses antígenos não fazem mal à pessoa. A vantagem é que, se algum dia ela entrar em contato com o microorganismo causador da doença de fato, ela já terá anticorpos para se defender dele. É a chamada memória imunológica, que “lembra” de antígenos com os quais já teve contato e protege o organismo deles.

É por isso que as vacinas são ferramentas importantes no combate e erradicação de muitas doenças, como a poliomielite, a gripe, entre outras.

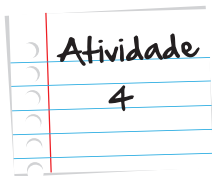
Na **Tabela 2**, você vai encontrar os principais componentes dos sistemas imunes adaptativo e inato.

Tabela 2: Principais componentes da imunidade inata e adaptativa.

IMUNIDADE INATA		IMUNIDADE ADAPTATIVA
1ª Linha de combate	2ª Linha de combate	3ª Linha de combate
Barreiras naturais	Componentes	Componentes
Pele íntegra	Macrófagos	Linfócitos T ativados
Mucosas do nariz, traqueia etc.	Neutrófilos	Linfócitos B e plasmócitos
Secreções	Mastócitos	Anticorpos
	Células dendríticas	

Fonte: Clarissa Leal de Oliveira Mello.

Mas, muitas vezes, os mecanismos que regulam a ativação das células de defesa falham e o sistema imunológico passa a reconhecer as células do próprio organismo como agentes invasores.



Contribuindo para a saúde!

Imagine que sua vizinha, que tem um bebê de poucos meses, tenha comentado com você que acha que não vai vacinar a criança porque não acredita que aquelas gotinhas façam diferença e não quer também que ninguém espete seu filho com uma agulha.

Mencionando o funcionamento do sistema imune (imunidade inata e adaptativa), como você explicaria para ela a importância da vacinação?

Anote suas respostas em seu caderno

5.3 Problemas com o sistema imune

Por causas genéticas outras que os cientistas e médicos não conseguiram mapear ainda, há doenças que são causadas pelo ataque do sistema imune ao próprio organismo. É como se, por alguma “desregulagem”, o nosso sistema passasse a reconhecer moléculas do nosso corpo como antígenos. O resultado disso é que o nosso corpo se autoataca e o nome que se dá a esse grupo de doenças é autoimune.

A esclerose múltipla (EM) é uma doença autoimune, cujo fator desencadeador ainda não foi comprovado. Esta doença é causada pela perda da mielina dos axônios de neurônios do sistema nervoso central, o que prejudica a condução do impulso nervoso, como vimos na primeira parte desta unidade.

Em geral, a doença acomete pessoas jovens, entre 20 e 30 anos, sendo caracterizada por distúrbios tanto sensoriais quanto motores. Por exemplo: fraqueza, falta de coordenação, dificuldades na visão, audição e de fala; estes sintomas aparecem e desaparecem várias vezes ao longo do curso da doença e são muito variados, dificultando o diagnóstico.

Outro quadro que envolve o sistema imunológico é o das alergias.

Alergia é uma hipersensibilidade a uma determinada coisa que não seria nociva ao nosso organismo normalmente. Dizemos “coisa” porque a alergia pode ser a elementos diversos: poeira, pelos de cachorro e gato, alguma molécula em alimentos específicos etc. Isso que nos causa a alergia é chamado de alérgeno.

Desenvolve-se pela fabricação de anticorpos no nosso corpo contra esse alérgeno, e seus sintomas podem ser vermelhidão da pele, coceira, espirros, olhos lacrimejantes ou, em casos mais graves, edemas de glote (que fecham a nossa garganta dificultando a respiração) e anafilaxia (em que o coração tem seu funcionamento alterado, a pressão arterial baixa muito e o indivíduo pode entrar em choque).

Não há maneiras de se evitar uma alergia. Ao tê-la, o que se deve fazer é evitar o contato com os alérgenos e, em caso de crise, procurar um médico para que ele receite um antialérgico.

Por fim, nesta unidade, você conheceu os principais componentes dos sistemas nervoso e imunológico, aprendeu como percebemos e interagimos com o mundo ao nosso redor e por que não ficamos doentes o tempo todo, e entendeu o que acontece quando o equilíbrio desses sistemas é alterado. Dando continuidade à construção do seu conhecimento sobre o funcionamento do corpo humano, na próxima unidade, apresentaremos os sistemas responsáveis pela excreção e pela reprodução dos seres humanos.

Resumo

- Os neurônios são as unidades funcionais do sistema nervoso. Eles são responsáveis por conduzir informações na forma de impulsos nervosos.
- O impulso nervoso é, na verdade, um impulso elétrico, desencadeado pela diferença de cargas entre a parte interna e externa da membrana de um neurônio. A despolarização e repolarização das membranas é que permite a condução do impulso nervoso.

- A despolarização e a repolarização da membrana de um neurônio só se propaga se o estímulo for suficientemente forte para desencadear essa onda. É a lei do tudo ou nada.
- Há outras células no sistema nervoso central, chamadas células da glia. Um dos tipos de células da glia forma uma bainha de mielina em torno do axônio de um neurônio, formando um isolamento elétrico que contribui para a segurança e velocidade da propagação do impulso elétrico.
- O sentido de transmissão do impulso nervoso é sempre dos dendritos para o corpo celular e para os axônios. Pelas extremidades dos axônios, são liberados neurotransmissores na fenda sináptica, que são captados pelos dendritos do neurônio seguinte. A propagação do impulso nervoso, então, tem momentos de energia elétrica (des e repolarização da membrana) e momentos de energia química (neurotransmissores), que se interconvertem o tempo todo.
- Olfato, paladar, visão, audição e tato são os cinco sentidos que permitem a nossa interação com o mundo ao nosso redor.
- Cada sentido possui órgãos e células receptoras próprias e sensíveis a diferentes tipos de estímulos, como odores, sons, toque etc.
- Doenças no SNC podem ter diversas causas, mas independente da causa o efeito é o mesmo, a morte de neurônios e a perda das capacidades intelectuais e/ ou motoras.
- As doenças de Parkinson e de Alzheimer não possuem causas conhecidas, mas a poliomielite é causada por uma infecção viral.
- As células do sistema imune atuam como importante exército de defesa do organismo contra microrganismos infecciosos.
- Os órgãos linfoides centrais – medula óssea e timo – são essenciais para a geração e amadurecimento das células imunes, enquanto os órgãos periféricos – baço, linfonodos etc. – são fundamentais para a ativação dessas células.
- A primeira linha de defesa do organismo consiste de barreiras naturais, como a pele íntegra e secreções, que visam reduzir significativamente a entrada de antígenos no nosso organismo
- A segunda linha de defesa é a imunidade inata, que se caracteriza pela atuação de células como os macrófagos e os neutrófilos, que fagocitam os antígenos que reconhecem.

- A imunidade adaptativa é responsável pelo reconhecimento específico de antígenos, por meio dos anticorpos que nosso corpo produz contra eles. É uma resposta mais lenta que a imunidade inata, mas é também mais permanente: quando nosso corpo “aprende” um determinado antígeno, cria uma memória imunológica sobre ele, sendo capaz de reagir mais rápido em um outro quadro de infecção.
- As vacinas funcionam levando em consideração esse princípio da memória imunológica. Na vacinação, somos inoculados com um antígeno atenuado, morto ou com parte dele, de forma que nosso corpo conheça aquele antígeno para poder se defender mais eficazmente em caso de uma infecção real.
- Há casos em que o sistema imunológico começa a reconhecer moléculas do próprio organismo como antígenos e a atacá-las. Esse é o quadro que caracteriza as doenças autoimunes.
- Um exemplo de doença autoimune é a esclerose múltipla, em que a bainha de mielina é atacada pelo sistema imune, prejudicando a transmissão do impulso nervoso.
- Outra doença relacionada ao sistema imunológico é a alergia, em que nosso corpo desenvolve uma hipersensibilidade a elementos a que, normalmente, não detectaria, como a poeira, pelo de animais ou algo que comemos.

Veja ainda...

- Um site da Universidade Federal de São Paulo que fala sobre drogas: <http://www.cebrid.epm.br/index.php>

Referências

- GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. 1216p.
- FLINT, S.J.; ENQUIST, L.W.; KRUG, R.M.; RACANIELLO, V.R.; SKALKA, A.M. **Principles of virology: molecular biology, pathogenesis, and control**. Washington: American Society for Microbiology Press. 2000. 804p.
- Rey, L. **Bases da parasitologia médica**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 379p.
- ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H.; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. 6ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. 570p.
- JANEWAY, C.A.; TRAVERS, P.; WALPORT, M.; SHLOMCHIK, M.J. **O sistema imune na saúde e na doença**. 5ª ed. São Paulo/Porto Alegre: Artmed, 2002. 767p.

- KANDEL, E.R.; SCHWARTZ, J.H.; JESSELL, T.M. **Principles of Neural Science**. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2000. 1414p.
- BEAR, M.F.; CONNORS, B.W.; PARADISO, M.A. **Neurociências**: desvendando o sistema nervoso. 3ª ed. São Paulo: Artmed, 2008. 896p.
- PURVES, DALE *et al.* **Neuroscience**. 3rd edition. Maryland: Sinauer Associates Inc., 2004. 773p.

Imagens



- <http://www.flickr.com/photos/adrianblack/426432159/>



- Fonte: Clarissa Leal de Oliveira Mello



- <http://www.flickr.com/photos/trufflepig/2157310864/>



- <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=download&id=1386149>



- <http://www.sxc.hu/photo/1222929>



- <http://www.sxc.hu/photo/1126902>



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ishihara_1.PNG



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ishihara_11.PNG



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ishihara_19.PNG



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ishihara_23.PNG



- <http://www.flickr.com/photos/ministeriodasaude/6037799367>



- <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman.

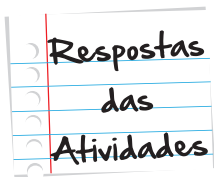
Atividade 1

Ordem da numeração: 3; 1; 4; 5; 2.

Atividade 2

(F) Uma pessoa portadora da doença de Parkinson apresenta tremores nos braços e pernas, rosto inexpressivo e repetição de movimentos.

Respostas
das
Atividades



(F) Uma pessoa portadora da doença de Alzheimer apresenta perda da memória recente, dificuldades na aprendizagem de novas coisas e não é capaz de reconhecer mais as pessoas ao seu redor.

(V) Verdade, pois são transtornos neurológicos degenerativos.

Atividade 3

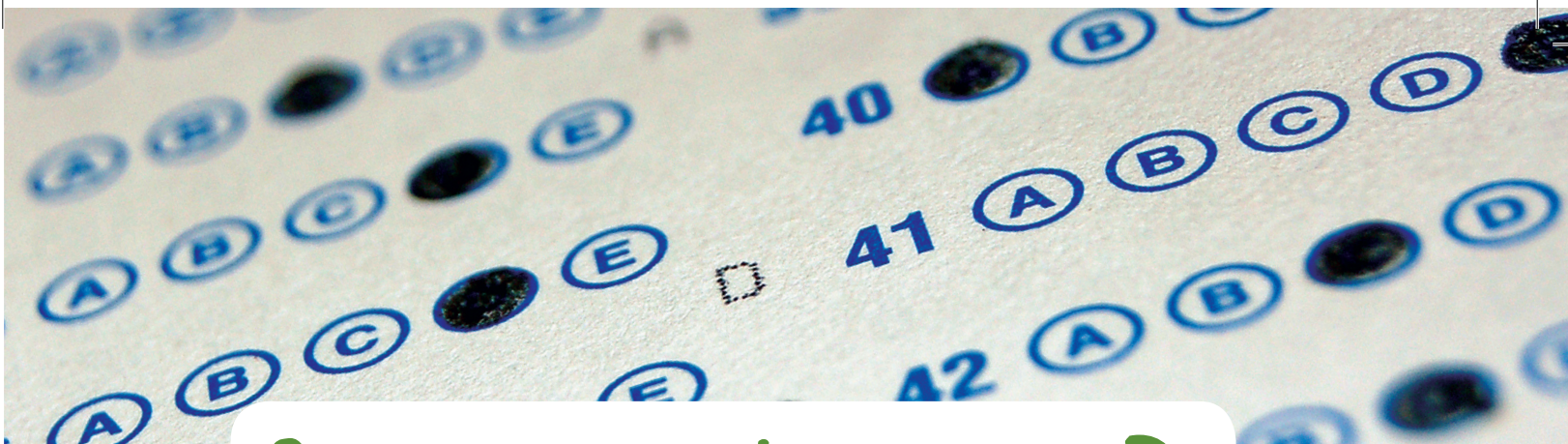
Lavar bem as mãos com água e sabão, utilizar somente água tratada para beber e lavar frutas e verduras, comer apenas alimentos bem cozidos e não jogar as fezes no solo ou em locais que possam contaminar a água. Além disso, vacinar a população.

Atividade 4

Nosso corpo tem barreiras naturais para não entrarmos em contato com antígenos que podem nos causar mal. Mas, uma vez que esses antígenos, por um corte ou por qualquer outro motivo, entrem no nosso corpo, o organismo se defende de duas maneiras.

A primeira delas é pela atuação de células do sistema imune chamadas macrófagos e neutrófilos, que fagocitam os antígenos. No entanto, há casos em que, dependendo da infecção, esse tipo de defesa não dá conta de nos proteger do desenvolvimento de um quadro de doença. Entram em cena então as defesas específicas, os anticorpos, que neutralizam de vez os antígenos em um organismo saudável. Só que os anticorpos (defesa adaptativa) demoram um tempo para serem produzidos e, dependendo das características do antígeno, nosso corpo sofre muito com as consequências desta demora.

A vacinação é importante porque coloca nosso corpo em contato com determinados antígenos em uma forma que não são capazes de nos fazer mal mas, ao mesmo tempo, desencadeiam a produção de anticorpos. Assim, se entrarmos em contato com o antígeno “de verdade”, nosso corpo o reconhecerá e reagirá rapidamente. Por isso é tão importante a vacinação.



O que perguntam por aí?

Questão 1 (ENEM 2011)

Os sintomas mais sérios da Gripe A, causada pelo vírus H1N1, foram apresentados por pessoas mais idosas e por gestantes. O motivo aparente é a menor imunidade desses grupos contra o vírus. Para aumentar a imunidade populacional relativa ao vírus da Gripe A, o governo brasileiro distribuiu vacinas para os grupos mais suscetíveis.

A vacina contra H1N1, assim como qualquer outra contra agentes causadores de doenças infectocontagiosas, aumenta a imunidade das pessoas porque

- A. Possui anticorpos contra o agente causador da doença.
- B. Possui proteínas que eliminam o agente causador da doença.
- C. Estimula a produção de glóbulos vermelhos pela medula óssea.
- D. Possui linfócitos B e T que neutralizam o agente causador da doença.
- E. Estimula a produção de anticorpos contra o agente causador da doença.

Questão 2 (ENEM 2009)

Para que todos os órgãos do corpo humano funcionem em boas condições, é necessário que a temperatura do corpo fique sempre entre 36 °C e 37 °C. Para manter-se dentro dessa faixa, em dias de muito calor ou durante intensos exercícios físicos, uma série de mecanismos fisiológicos é acionada. Pode-se citar como o principal responsável pela manutenção da temperatura corporal humana o sistema

- A. digestório, pois produz enzimas que atuam na quebra de alimentos calóricos.
- B. imunológico, pois suas células agem no sangue, diminuindo a condução do calor.

C. nervoso, pois promove a sudorese, que permite perda de calor por meio da evaporação da água.

D. reprodutor, pois secreta hormônios que alteram a temperatura, principalmente durante a menopausa.

E. endócrino, pois fabrica anticorpos que, por sua vez, atuam na variação do diâmetro dos vasos periféricos.

Respostas Esperadas

1.

Gabarito: Letra E.

Comentário: As vacinas são ferramentas importantes no combate a diversos agentes patogênicos, pois mimetizam a infecção, estimulando o organismo a produzir anticorpos.

2.

Gabarito: Letra C.

Comentário: O sistema nervoso é responsável por controlar todas as funções do organismo e assim manter o equilíbrio do mesmo.



Sistema Urogenital

Pra início de conversa..

Você vem aprendendo, nas unidades anteriores deste módulo, que nosso corpo é composto de um conjunto de sistemas, que funcionam de forma integrada para possibilitar a vida. O funcionamento de todos esses sistemas acontece em um nível bem microscópico: pelas atividades, em conjunto, das células que compõem cada um de seus órgãos.

O conjunto de processos que acontecem dentro de uma célula, que envolvem processamento de substâncias, aproveitamento de nutrientes, gasto e síntese de energia, é chamado metabolismo. Os produtos resultantes do metabolismo das células do nosso corpo são diversos. Há aqueles que reutilizamos em outros processos metabólicos, há os que servem para síntese de outras substâncias importantes ao funcionamento do corpo, há os que diretamente geram energia. Mas há também aqueles que não são mais aproveitados pelo nosso organismo.

Esses resíduos que não são mais aproveitáveis precisam ser excretados (colocados para fora), uma vez que o acúmulo deles no organismo pode gerar uma série de problemas para o indivíduo. Assim, é necessário que haja uma forma de o corpo excretar, com segurança, tais substâncias que não são mais aproveitáveis. O sistema responsável por isso é o urinário. Este é formado por um conjunto de órgãos importantes do nosso corpo, como é o caso dos rins.

O sistema urinário e um outro sistema, o reprodutor, apresentam a mesma origem embrionária: é a partir de uma mesma estrutura, no embrião que está em desenvolvimento, que esses dois sistemas se diferenciam. Por isso, a Biologia pode tratá-lo como um sistema apenas, o urogenital. No entanto, para facilitar o sua compreensão sobre como são e como funcionam os sistemas, você verá os dois separadamente.

Objetivos de aprendizagem

- Identificar as estruturas que compõem o sistema urogenital;
- Relacionar os sistemas e suas funções no organismo;
- Distinguir as diferentes fases do ciclo reprodutivo;
- Identificar problemas e doenças relacionados ao sistema reprodutor, suas formas de contágio e sintomas.

Seção 1

O sistema urinário

Como disse, o sistema urinário é o sistema responsável por excretar substâncias indesejáveis, resultantes do nosso metabolismo – podem ser substâncias tóxicas ou até mesmo excesso de água, o que causaria um *desbalanço* na quantidade de líquido no organismo.

Os principais **excretas** tóxicos que o nosso corpo gera são produtos do metabolismo de proteínas (e também de ácidos nucleicos, mas em menor quantidade), como as que ingerimos na alimentação. Como você aprendeu no Módulo 1, as proteínas são formadas por aminoácidos. Os aminoácidos são moléculas que possuem, em sua estrutura, um grupamento químico chamado amina, a qual contém em sua estrutura átomo de nitrogênio (N) e, quando metabolizadas, geram como produto a amônia (NH_3).

Excretas

Resíduos do metabolismo a serem eliminados pelo organismo.

A amônia é uma substância muito tóxica para os seres vivos e, para ser eliminada, é necessário que seja muito diluída em água. Esse mecanismo de excreção funciona muito bem para os peixes, por exemplo, para os quais a disponibilidade de água realmente não é um problema. Mas para animais terrestres, ao longo do curso evolutivo, foram selecionadas outras estratégias que fossem capazes de eliminar a amônia sem que ela circulasse livremente nos organismos até ser excretada e sem precisar de uma grande quantidade de água para diluí-la. Uma dessas estratégias é convertê-la em moléculas “parecidas”, mas menos tóxicas; no caso dos mamíferos, a molécula principal é a ureia, mas há também o ácido úrico.

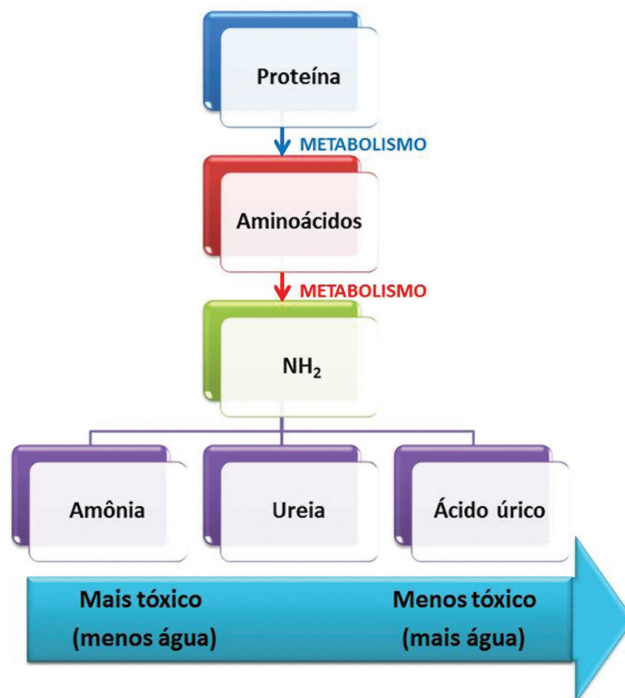


Figura 1: A amônia é a substância nitrogenada mais tóxica que os organismos produzem. Para ser excretada pelos mamíferos, é necessário ela seja convertida em derivados menos tóxicos, como é o caso da ureia e do ácido úrico (também chamados de excretas nitrogenadas). O ácido úrico é o menos tóxico de todos, mas não foi a estratégia selecionada evolutivamente para os mamíferos. A provável razão que nos explica isso é que o ácido úrico é muito pouco solúvel em água e tende a formar cristais quando em alta concentração, o que acarretaria uma dificuldade de circulação no sangue e excreção pela urina.

Os excretas nitrogenados são transportados pelo sangue e “entregues” ao sistema urinário. Vamos conhecer um pouco a estrutura desse sistema, antes de entender como ele funciona.

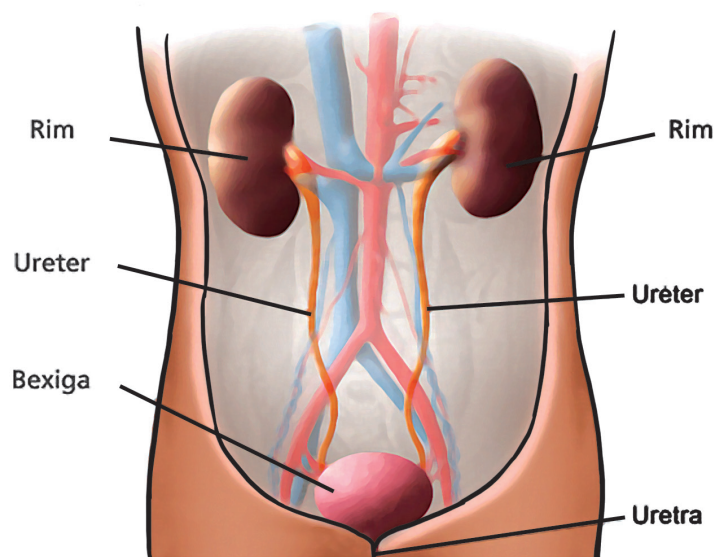


Figura 2: Esquema simplificado do sistema urinário.

O sistema urinário é composto por dois rins, dois ureteres, uma bexiga e uma uretra. Quando chega a este sistema, o sangue é filtrado para remoção dos resíduos metabólicos, e é nos rins que se dará esse processo - o resto do sistema são apenas dutos para transporte ou armazenamento da urina. Sem os rins, não poderíamos fazer a filtração do sangue e acumularíamos substâncias tóxicas, desencadeando uma série de problemas que podem levar à morte.

Bom, já deu para entender que os rins são órgãos vitais para a vida. Vejamos como é sua estrutura e como funcionam.

Um rim é uma estrutura formada por milhares de unidades filtradoras, chamadas néfrons. Um néfron apresenta uma parte mais dilatada, chamada cápsula de Bowman e, dentro dela, um aglomerado de vários vasos sanguíneos de calibre bem pequeno (o glomérulo de Malpighi). É na cápsula que o **plasma** extravasa carregando água e pequenas moléculas, como as dos excretos nitrogenados – é o início do processo de filtração: o produto originado dessa etapa passa para a outra parte do néfron, chamada túbulo renal, e, na sequência, duto coletor.

Estima-se que o corpo humano produza cerca de 1L a 1,5L de urina por dia. No entanto, nossos rins são capazes de filtrar cerca de 125 mL de sangue por minuto. Ora, fazendo uma conta rápida, vemos que há muito mais filtrado do que sai de urina... O que acontece?

No túbulo renal, o produto da cápsula renal começa a sofrer um processo de reabsorção. É uma espécie de reavaliação do que é necessário excretar e do que deve ser reaproveitado pelo organismo. Boa quantidade de água é reabsorvida. Nesta etapa, podem voltar ao sangue também: glicose (açúcar), proteínas, aminoácidos. O que sobra é a urina, que é coletada no duto coletor.

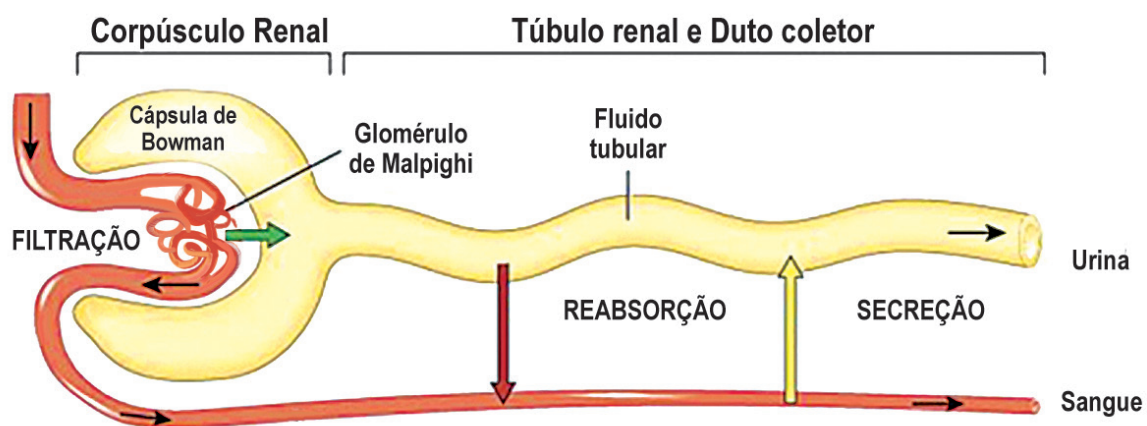


Figura 3: Estrutura da unidade funcional dos rins, os néfrons. Um néfron é composto de uma Cápsula de Bowman, onde se inicia o processo de filtração do sangue; de um túbulo renal, onde se dá a reabsorção do que foi filtrado; e por um duto coletor, que recebe o produto da filtração pós-reabsorção.

Do duto coletor, a urina passa pelo ureter e vai para a bexiga (Figura 2), onde se acumula em volume. A bexiga é importante porque a filtração do sangue acontece o tempo todo. Ora, se não fosse esse espaço de armazenamento, andaríamos “vazando” urina por aí...

Quando a bexiga enche, sentimos vontade de **urinar**. Quando vamos ao banheiro, é pela uretra que a urina passa. A uretra é um pequeno duto que começa na ponta da bexiga e vai até o final das nossas genitálias, local onde a urina entra em contato com o ambiente externo para ser eliminada (veja na figura 4).

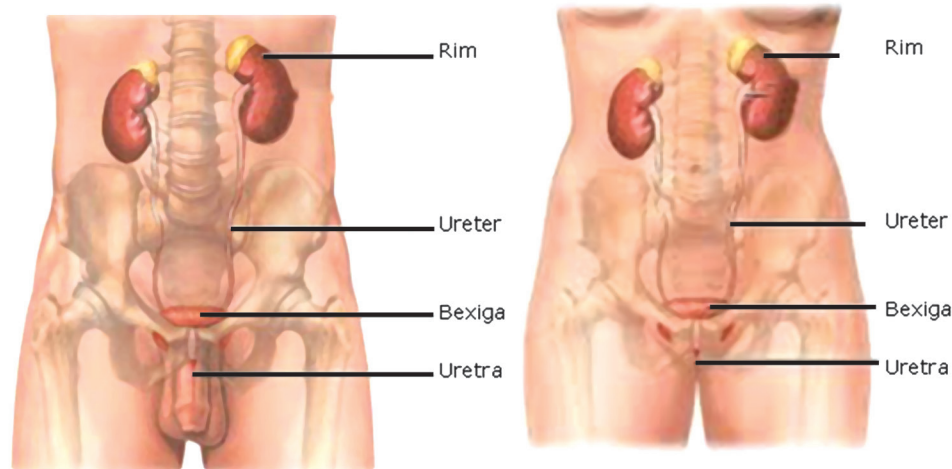


Figura 4: Trato urinário no homem e na mulher. No homem, a uretra é um duto que passa por todo o comprimento do pênis e termina na ponta dele, em um orifício que possibilita que a urina saia do corpo. Na mulher, a uretra é mais curta e vai até a vagina, próxima ao clitóris, terminando em um orifício bem pequeno, quase imperceptível, por onde a urina sai.

A regulação do processo de reabsorção de água no túbulo renal é controlada pelo hormônio antidiurético – ADH, o qual é produzido por uma região do cérebro. Este hormônio circula pela corrente sanguínea e assim que chega aos rins pode atuar na regulação do volume de água a ser eliminado ou reabsorvido. Quanto mais hormônio, mais reabsorção de água, ou seja, menos volume de urina.



Cerveja e a vontade de fazer xixi...



Quando bebemos uma cerveja ou qualquer bebida que tenha álcool, a produção desse hormônio é inibida. Assim, a reabsorção de água fica prejudicada e nossa bexiga se enche rapidamente, fazendo com que tenhamos vontade de urinar várias vezes!

Problemas comuns no funcionamento do sistema urinário

Alguns dos problemas mais corriqueiros relacionados ao sistema urinário que nosso corpo pode enfrentar são a formação de cálculos renais e as infecções urinárias.

Um cálculo renal é uma pequena pedra que se forma dentro dos rins, fruto da cristalização fora do normal de substâncias que deveriam ser excretadas. A formação de pequenos cristais de sais minerais e outras substâncias pode ser normal, mas não em concentrações que formem uma pedra.

Em alguns casos, os rins tentam expelir a pedra que se formou dentro dele. A dor do contato da pedra com as paredes do tecido renal, dos ureteres e da uretra é muito forte, em alguns casos comparada com a dor de um parto!

Atualmente, a medicina avançou bastante e há alternativas para a eliminação da pedra renal com menos dor e sem necessidade de cirurgia, caso da técnica conhecida como **endoscopia flexível com Holmium laser**. Além da dor, a pedra em si não é muito complicada para o organismo – o que deve ser monitorado é o motivo de ela ter se formado: isso sim pode significar um problema, como hipertensão e outras condições fisiológicas comprometidas.

Endoscopia flexível com Holmium laser

Técnica usada na remoção de cálculos renais. É o que há de mais moderno nos casos de pedras nos rins, sendo seu uso, portanto, ainda muito caro. É uma metodologia minimamente invasiva e consiste em inserir instrumentos de visualização ótica flexíveis usando os orifícios e trajetos naturais da anatomia humana. Assim, o laser chega até o local onde se encontra o cálculo e o pulveriza. Os fragmentos produzidos podem ser facilmente expelidos através da urina.

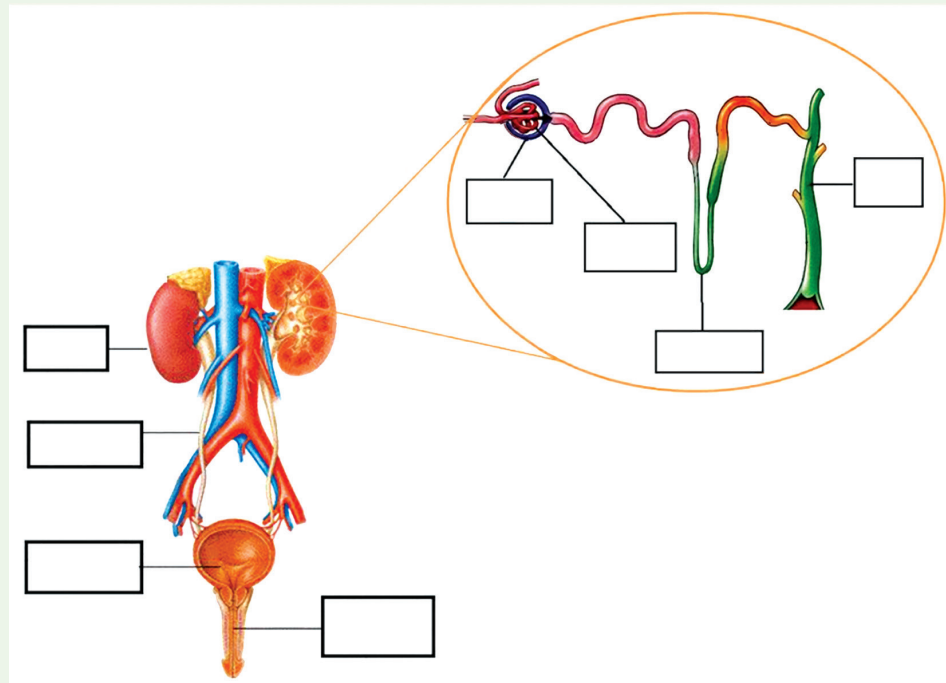
As infecções urinárias são causadas por bactérias (micro-organismos) que, em geral, entram em contato com a vagina ou com o pênis e acabam subindo pela uretra para bexiga, ureter e rins. Quanto mais “sobe” no sistema, mais grave é o quadro de infecção que uma pessoa sofre. O tratamento, em geral, é bastante simples, feito com antibióticos. O problema é que as infecções, na maioria das vezes, não são tratadas por períodos de tempo mais longos, mas apenas enquanto os sintomas se manifestam. Isso faz com que não se curem direito e as bactérias remanescentes causem outros episódios de infecção. As infecções urinárias de repetição, dependendo do grau e da frequência, podem causar danos às estruturas dos rins, comprometendo a função desse órgão.

Atividade
1

O aparelho urinário em ação

Daniel acabou de sair de uma consulta com seu cardiologista e foi diagnosticado com hipertensão arterial. Seu médico, entre outras orientações, lhe prescreveu um diurético e recomendou fortemente que ele diminua o uso de sal em sua alimentação.

- a. a) Identifique as estruturas apontadas na figura a seguir e diga sobre quais (ou qual) os diuréticos atuam.



- b) Utilizando os conhecimentos que você adquiriu nesta aula sobre o funcionamento do sistema urinário, mais as informações que você encontrará a seguir, explique de que forma o medicamento prescrito e a restrição de sal podem ajudar no controle da doença de Daniel..



A hipertensão arterial ocorre quando a medida da pressão se mantém frequentemente acima de 140 por 90 mmHg. A pressão arterial é consequência da força que o sangue faz contra as paredes das artérias para conseguir circular pelo sistema. Uma pressão aumentada causa problemas para diversas estruturas do organismo, entre elas, o coração que em última análise é quem faz a força para que o sangue circule. Com o funcionamento precário do coração, há retenção de líquido, principalmente, nos pulmões e nos membros inferiores. Para manter a pressão arterial dentro de valores adequados existem diversos mecanismos fisiológicos. Por exemplo, no caso da queda de pressão o coração aumenta sua frequência de batimentos e, assim, bombeia mais sangue. Outra possibilidade é a regulação através de hormônios como a aldosterona que faz com que os rins retenham mais água e sódio, o que aumenta a pressão.

Atividade
1

O sal é indispensável para o organismo, sendo que para cada 9 gramas desse composto em nosso organismo, o corpo retém em torno de 1 litro de água. Sendo assim, organismos que acumulam sal acabam retendo líquido em excesso.



Os diuréticos são medicamentos que auxiliam na liberação do excesso de sódio (sal). Como não é possível urinar sal, o rim aumenta a quantidade de água a ser excretada, diluindo e eliminando o sal. Assim, o sódio carrega a água do sangue junto, reduzindo a quantidade de líquido nos vasos sanguíneos.

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2

Sistema Reprodutor

Este sistema é, como o próprio nome já diz, envolvido com a reprodução dos seres vivos, e está presente, das formas mais variadas, em todos eles. Plantas, minhocas, peixes, cangurus, nós – todos temos um sistema reprodutor, fundamental para a perpetuação das espécies.

Em muitos animais, incluindo os humanos, esse sistema apresenta grandes diferenças do sexo masculino para o sexo feminino. Ele é o que difere os machos das fêmeas e o único sistema que não é igual para ambos os sexos, como é o caso do circulatório, urinário, nervoso etc.

Falando mais especificamente dos humanos daqui por diante, quando o óvulo da mãe e o espermatozoide do pai se fundem na fecundação, é definido o sexo do bebê. Um espermatozoide pode carregar tanto um cromossomo X quanto um Y. Ao se fundir com o óvulo (sempre X), o zigoto formado pode ser XX (mulher) ou XY (homem).

Os órgãos sexuais (vagina e pênis) são as expressões mais básicas da presença de XX ou XY no bebê em formação; por isso, são chamados caracteres sexuais primários. Afora os órgãos sexuais, em geral não encontramos em crianças outras características que as diferenciem.

É na puberdade que uma série de mudanças começam a ocorrer, e os meninos se transformam em rapazes e as meninas em moças. Nos meninos, ocorre o aumento na produção de um hormônio chamado testosterona, pelos testículos (mais especificamente pelas células de Leydig, que ficam nos testículos). A testosterona foi importante no início da vida do embrião, quando estimulou a formação do pênis e, a partir da puberdade, ela desencadeia outros eventos importantes, como:

- Crescimento do pênis.
- Surgimento de pelos pelo corpo (axilas, peito, rosto) e nas regiões pubianas.
- Engrossamento da voz.
- Alargamento dos ombros.
- Surgimento do pomo-de-adão.
- Produção dos espermatozoides.

Junto com a existência do aparelho reprodutor masculino, definido pelos cromossomos, todas essas características configuram um ser do sexo masculino da espécie humana. Essas características que surgem na puberdade são chamadas caracteres sexuais secundários e ajudam a diferenciar homens de mulheres.

Já nas moças, um outro hormônio, chamado progesterona, é que desencadeia o surgimento das características sexuais secundárias; algumas delas são:

- Aumento das mamas.
- Surgimento de pelos pubianos.
- Ocorrência da menstruação.

- Maior tendência à concentração de gordura nos quadris.

A puberdade representa também uma espécie de amadurecimento físico para a **cópula**. É para que a cópula seja possível e o espermatozoide do homem seja inoculado dentro da mulher (e, assim, possa haver fecundação) que os aparatos sexuais de cada gênero são diferentes. Vejamos como eles funcionam.

Cópula

Ato sexual, penetração do macho na fêmea com finalidade biológica de reprodução.

Sistema reprodutor masculino

Antes de começarmos a explicar esse sistema, veja como é sua anatomia na figura a seguir.

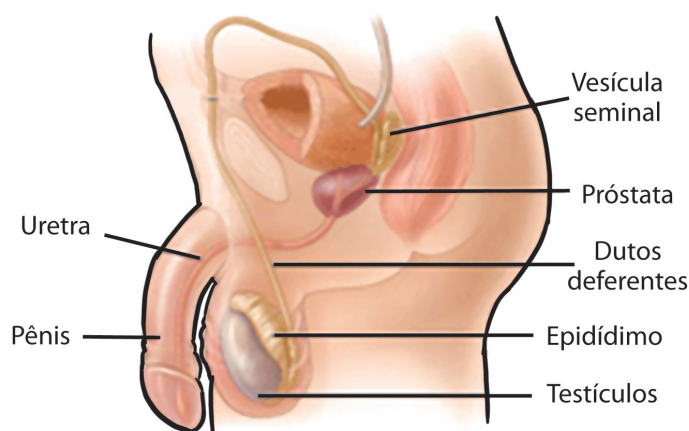


Figura 5: O sistema reprodutor masculino. Cada uma dessas estruturas tem um papel muito importante no evento reprodutivo.

Para que haja cópula, o pênis precisa enrijecer a ponto de poder penetrar na vagina da mulher. E, para que possa haver fecundação, esse pênis que penetrou precisa ser capaz de inocular na mulher os espermatozoides que o homem produziu. Esses são dois pontos importantes do funcionamento do sistema reprodutor masculino.

O pênis é um órgão formado por estruturas chamadas corpo cavernoso e corpo esponjoso. No estado flácido, o fluxo sanguíneo no pênis é baixo, e os corpos cavernosos apresentam muitos espaços. Já quando o homem recebe um estímulo sexual, as artérias que passam dentro desses corpos cavernosos se dilatam, ou seja, aumentam de calibre, ocupando os espaços dos corpos cavernosos. O mesmo acontece no corpo esponjoso, mas em menor proporção. A grande quantidade de sangue que se acumula no pênis em consequência do estímulo (desejo) sexual é que faz com que este órgão fique rijo.

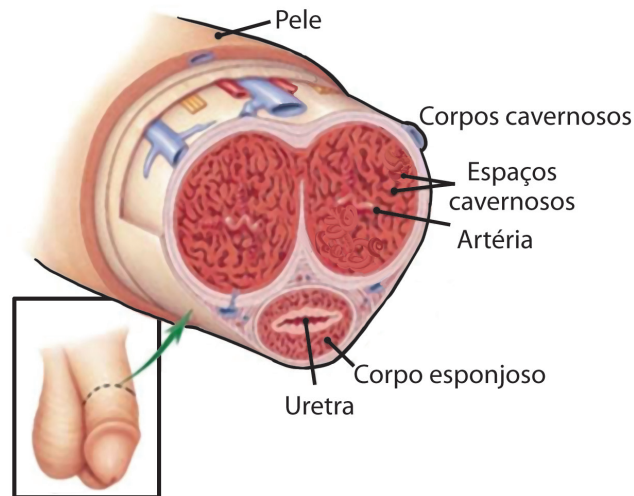


Figura 6: Estrutura interna do pênis. A grande quantidade de sangue que se acumula nos corpos cavernosos e no esponjoso a partir de um estímulo sexual é que promovem o endurecimento do pênis, preparando-o para a cópula.

O pênis rijo é capaz de penetrar na vagina da mulher e inocular nela os espermatozoides. Mas, para que isso aconteça, esses gametas precisam ser produzidos no homem e, no ato sexual, ser liberados no interior da mulher.

O processo biológico que dá origem aos espermatozoides é a espermatogênese, que acontece por toda a vida do homem, e é um processo de divisão celular reducional, também conhecido como meiose, sobre a qual você aprendeu na unidade 4 do Módulo 2.

A espermatogênese acontece nos testículos (as gônadas sexuais masculinas), em uma estrutura chamada túbulos seminíferos. Depois de originados, os espermatozoides ficam armazenados em outra estrutura ligada aos testículos, que são os epidídimos. Há um epidídimo para cada testículo (veja essas estruturas na Figura 5).

Quando há estímulo sexual para ejaculação, os espermatozoides que estão nos epidídimos são transportados por dois dutos, os canais deferentes (com E mesmo!), até a uretra. Quando estão se aproximando da uretra, duas glândulas produzem secreções que ficam em contato com os espermatozoides: a vesícula seminal e a próstata. A vesícula seminal produz uma secreção rica em nutrientes, que irá alimentar o espermatozoide no seu processo de migração através dos órgãos da mulher, até poder encontrar o óvulo e fecundá-lo. A próstata secreta uma substância capaz de neutralizar a acidez da urina, já que o **sêmen** passará pelo mesmo canal, a uretra.

Sêmen

Substância viscosa expelida pelo pênis, que contém os espermatozoides.

Um toque que salva vidas

Você aprendeu, nesta aula, que a próstata é uma glândula que produz um líquido que faz parte do sêmen, não é verdade? Mas você sabia que com o passar dos anos ela tende a aumentar de tamanho?

O problema é que seu crescimento exagerado, chamado hiperplasia, diminui o diâmetro da uretra e dificulta a passagem da urina, afetando o funcionamento não só da bexiga, como também dos rins. Esse aumento anormal da próstata pode ser causado pelas seguintes condições patológicas: hipertrofia benigna da próstata, prostatites (infecções e processos inflamatórios) e câncer de próstata.

É importante ressaltar que o câncer de próstata é o mais comum em homens a partir dos 40 anos. O perigo é que esse tipo de câncer cresce lentamente e não causa sintomas nos estágios iniciais. Sendo assim, a melhor forma de prevenção para os problemas que envolvem essa glândula são o exame PSA e do toque retal, realizados por um médico urologista. O PSA é baseado no monitoramento de uma proteína secretada pela próstata; seu aumento, detectado através de um exame de sangue, pode indicar a presença do tumor. Já o exame de toque retal é o método mais antigo e barato para se avaliar o tamanho da próstata e, conseqüentemente, levantar suspeitas de câncer, além de outros problemas. Ao palpar um nódulo, o médico deverá investigar melhor a região para identificar o tipo e a extensão do câncer.



Estima-se que a cada ejaculação um homem sadio libere entre 1,5 mL e 5 mL de esperma, contendo cerca de 20 milhões de espermatozoides por mL! Esses espermatozoides precisam se deslocar pelos órgãos femininos até chegar ao óvulo. Mas vamos entender isso com mais calma, conhecendo primeiro como é o sistema reprodutor feminino.

Você sabia? Curiosidades sobre o sistema reprodutor masculino

- Tamanho e espessura do pênis não influenciam na fecundação.
- O saco escrotal fica ligado ao corpo do homem, mas não dentro dele. Isso acontece porque os espermatozoides se desenvolvem melhor em uma temperatura um pouco mais baixa do que a do corpo humano (em torno de 34°C, em vez de 36,5°). No entanto, há casos em que o testículo é interno – isso se chama criptorquídia – e precisa ser cirurgicamente removido para fora do corpo.
- A “cabeça” do pênis é chamada glândula, e é coberta por uma pele chamada prepúcio. Quando o pênis está rijo, aumenta de tamanho e a glândula fica exposta, pois o prepúcio se retrai. Quando um homem tem problemas em retraindo o prepúcio, ele precisa fazer uma operação chamada fimose, que mantém essa pele no estado retraído constantemente.



Saiba Mais

- Oito dias após nascerem, judeus do sexo masculino são submetidos à circuncisão, que é uma operação de fimose feita nos bebês, como forma de rito de ingresso na cultura judaica.

Sistema reprodutor feminino

O sistema reprodutor feminino é composto por duas tubas uterinas, dois ovários, um útero e uma vagina. Veja a imagem a seguir:

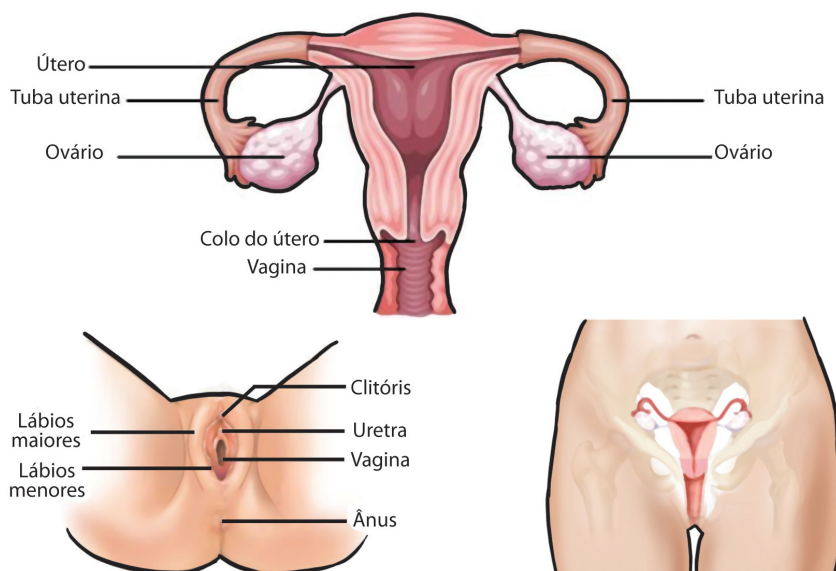


Figura 7: Anatomia interna e externa do sistema reprodutor feminino e sua localização no corpo da mulher.

Os ovários (gônadas sexuais femininas) são as estruturas responsáveis por armazenar os ovócitos primários, que são uma forma não madura dos óvulos. Os ovócitos primários são formados na mulher quando ela ainda é um feto. Ou seja, todas as células germinativas de uma mulher “já vêm de fábrica” com ela, diferente dos espermatozoides, que são constantemente produzidos ao longo da vida do homem.

Um problema decorrente disso é o envelhecimento das células germinativas ao longo da vida da mulher. Esse envelhecimento pode acarretar dificuldades de a meiose se completar corretamente, gerando óvulos que não são perfeitos. Assim, mulheres que engravidam com idade mais avançada estão mais suscetíveis a gerar crianças com alguma necessidade especial, e o exemplo mais comum é o da maior probabilidade de o bebê nascer com síndrome de Down.

O processo de amadurecimento de um ovócito implica no fato de ele ser expulso de uma estrutura que o envolve, chamada folículo primordial. Esse evento acontece por estímulo de um hormônio, mas vamos deixar isso para daqui a pouco. É importante que você entenda o processo em linhas gerais para depois vermos como funciona a regulação dele.

Aproximadamente uma vez por mês, alguns folículos iniciam o processo de maturação, mas somente um deles se torna um ovócito secundário, sendo expelido pelo folículo do ovário nas tubas uterinas.

A parte da tuba uterina que fica mais próxima dos ovários é formada por células em uma organização tal que formam uma estrutura como uma “mão”, que abraça esse óvulo recém-expelido. O transporte do ovócito secundário por dentro da tuba uterina se dá porque as células que compõem a tuba possuem estruturas que você viu lá na unidade 2, os cílios. A cavidade interna da tuba uterina é cheia desses “pequenos pelos” que se movem e, neste movimento, são capazes de transportar o ovócito secundário pela tuba.

Quando esse ovócito chega ao final do primeiro terço da tuba uterina (imaginemos ela dividida em três partes, sendo a primeira a mais próxima dos ovários), se houver relação sexual, é possível que o espermatozoide ejaculado pelo homem na mulher fecunde esse ovócito secundário (e é nesse momento em que a fecundação está acontecendo que a meiose se completa, e o ovócito secundário vira um óvulo). Caso a mulher não tenha mantido relações sexuais, esse ovócito continua sendo transportado pela tuba até o útero, onde degenera.

Vamos agora dividir o funcionamento do sistema reprodutor feminino a partir dessas duas possibilidades: ter havido ou não fecundação.

Se não houver fecundação

O ovócito secundário (não fecundado) continua a ser transportado pela tuba uterina até o útero.

O útero é uma cavidade formada por paredes musculares altamente ricas em vasos sanguíneos. Durante o processo de ovulação (liberação do óvulo na tuba uterina), outros eventos acontecem no sistema reprodutor feminino. Um deles é o espessamento da parede do útero (também chamada endométrio), que fica ainda mais vascularizada.

O útero se prepara durante o amadurecimento de um folículo e da ovulação para receber a célula-ovo (óvulo recém-fecundado). Se isso não ocorre, essa parede vascularizada começa a sofrer um processo de descamação, motivado por hormônios, que provocam contrações do útero. A mulher, então, expulsa sangue pela vagina, evento chamado de menstruação.

A menstruação acontece uma vez a cada 24-30 dias, em geral, variando de mulher para mulher. No primeiro dia da menstruação de uma mulher, ela inicia seu ciclo menstrual, com o início do processo de estimulação de amadurecimento de um folículo, no ovário.

Se houver fecundação

A célula-ovo (ou zigoto) continua sendo transportada pelas células ciliares da tuba uterina em direção ao útero. Neste caminho, já acontecem algumas divisões celulares, formando o embrião.

Quando o embrião chega ao útero, ele se fixa à parede vascularizada deste, evento chamado nidação. É na parede do útero que o embrião continua se desenvolvendo. Ele produz um hormônio chamado HCG (gonadotrofina coriônica) que é capaz de:

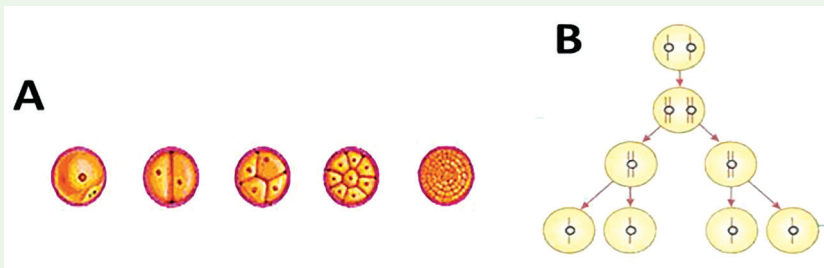
- evitar que a mulher menstrue, retendo, assim, o embrião no útero;
- desencadear o desenvolvimento de estruturas ligadas à sua gestação: cordão umbilical, placenta e líquido amniótico. São estas estruturas que vão fornecer alimento e oxigenação ao embrião, feto e bebê.



Quando uma mulher está grávida e faz um teste de farmácia ou de sangue, é o HCG, produzido pelo embrião, que é detectado, confirmando que ela está grávida.

Cada processo um resultado

Observe os dois esquemas a seguir (A e B) e identifique qual deles representa melhor o a espermatogênese e qual representa o que ocorre após a a fecundação. Explique sua resposta.



Anotar suas respostas em seu caderno

Atividade 2

Regulação hormonal do ciclo menstrual

Quando o ciclo menstrual se inicia, uma glândula localizada no cérebro (a hipófise) produz um hormônio chamado FSH – hormônio folículo-estimulante. Este hormônio segue pela corrente sanguínea até os ovários, onde desencadeia o processo de amadurecimento do folículo primordial (aquele que tem o ovócito primário). À medida que o folículo amadurece, ele aumenta de tamanho e acumula líquido. Suas células passam a produzir outro hormônio, o estrogênio.

O estrogênio é um hormônio que vai atuar no útero, promovendo o início do espessamento de suas paredes para receber o embrião; caso haja fecundação.

Quando há liberação de estrogênio no sangue, o nosso corpo entende que o folículo está em um processo avançado de amadurecimento. Esta sinalização, quando chega ao cérebro, faz com que a hipófise (também conhecida como glândula pituitária) libere outro hormônio, o LH – hormônio luteinizante.

O LH, junto com o FSH, promove a liberação do ovócito secundário na tuba e, a partir do que “sobrou” do folículo, por ação do LH, forma uma estrutura chamada corpo lúteo (daí o nome do hormônio).

O corpo lúteo (também chamado de corpo amarelo), por sua vez, produz outro hormônio, chamado progesterona. A progesterona atua mantendo a parede do útero espessa, para o caso de haver fecundação e o embrião precisar se fixar ali.

O corpo lúteo envolve aproximadamente 14 dias após a ovulação, transformando-se em uma outra estrutura, chamada corpo albicans. Quando isso acontece, ele para de produzir progesterona e a falta desse hormônio acarreta queda do endométrio (menstruação) e início da produção e liberação de FSH pela hipófise, começando o ciclo novamente.

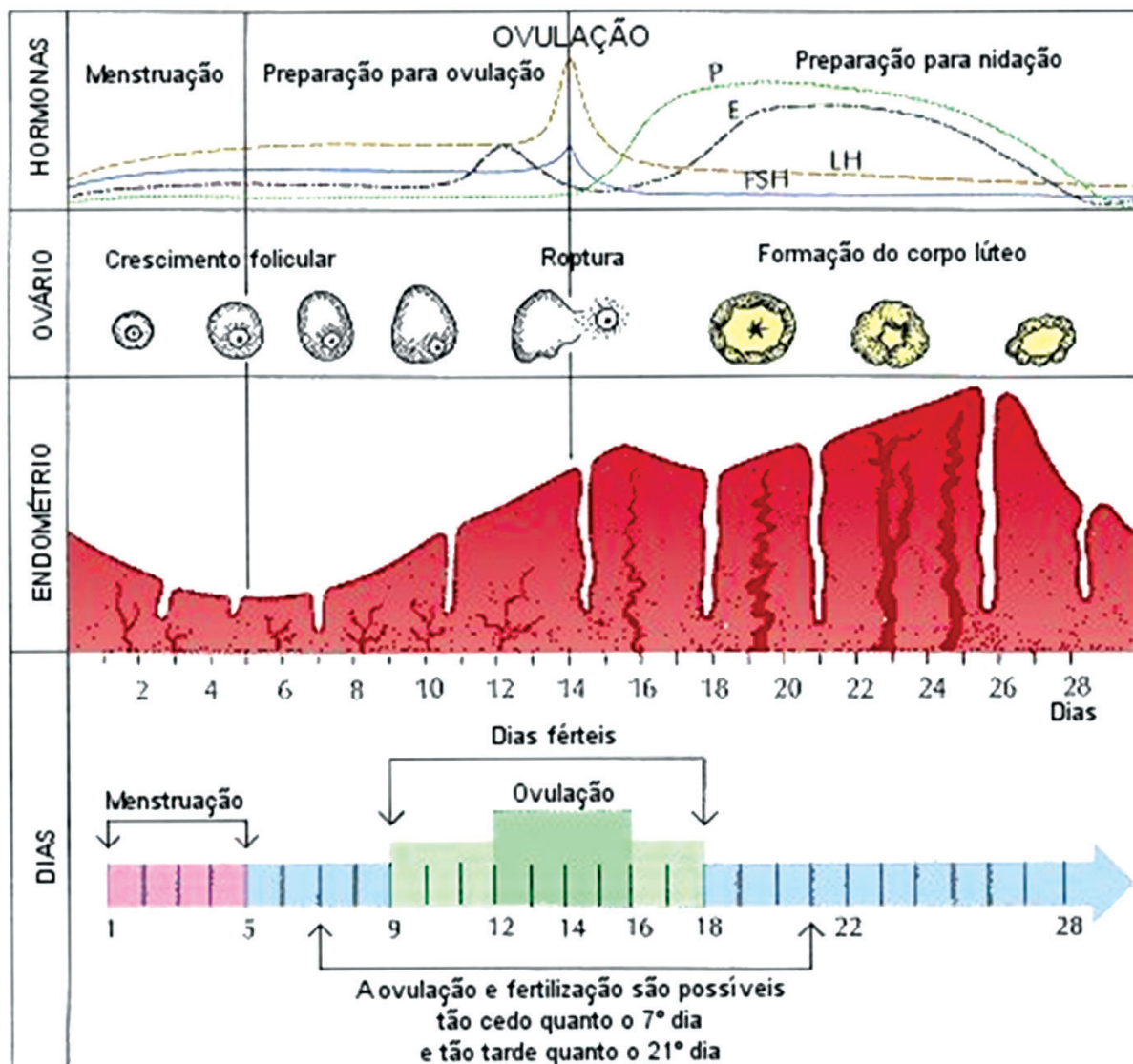


Figura 8: A regulação hormonal do ciclo menstrual. O FSH estimula o amadurecimento do folículo que, ao se desenvolver, passa a produzir estrogênio. A presença do estrogênio na corrente sanguínea atua desencadeando o espessamento da parede do endométrio e inibindo a produção do FSH. Com o FSH em menor quantidade e com o estrogênio, a hipófise passa a produzir o LH, que atua na liberação do ovócito secundário na tuba uterina e na formação do corpo lúteo. O corpo lúteo, por sua vez, produz progesterona, que mantém a parede do útero e inibe a produção de LH.

Pequenas mudanças, grandes diferenças

Você aprendeu que o sistema reprodutor apresenta grandes diferenças entre homens e mulheres, não é verdade? A partir do que aprendeu sobre algumas dessas diferenças, complete a tabela a seguir com as informações que faltam, oferecendo, pelo menos, três características sexuais desencadeadas por cada um dos hormônios citados na tabela.

HORMÔNIO	Testosterona	Progesterona
GÊNERO SEXUAL PRODUTOR DO HORMÔNIO		
ÓRGÃO PRODUTOR DO HORMÔNIO		
CARACTERÍSTICAS SEXUAIS DESENCADEADAS PELO HORMÔNIO		

Anote suas
respostas em
seu caderno

Atividade

3

Entendendo o ciclo ovariano

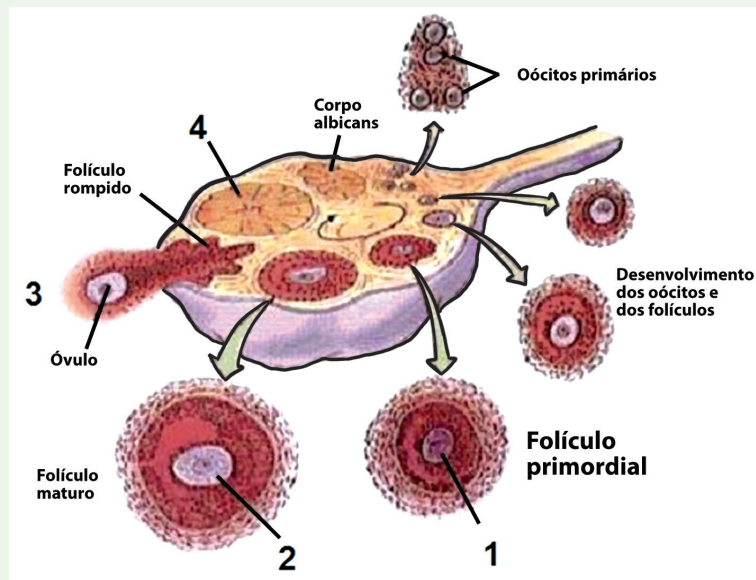
Você recebeu muita informação até aqui, não é mesmo? Que tal uma pausa para refletir e avaliar se você entendeu os vários momentos do processo reprodutivo?

A figura a seguir é um ovário. Nele encontramos diferentes momentos da maturação de um gameta feminino durante o ciclo reprodutivo. Utilizando algumas informações que identificam alguns momentos e estruturas do ciclo, responda às questões que se seguem:

Atividade

4

Atividade
4



- a. Qual a estrutura correspondente ao número 1 que se encontra dentro do folículo primordial? E qual o hormônio secretado por ela?
- _____
- b. Qual a estrutura correspondente ao número 2? E qual o hormônio que induz o amadurecimento deste folículo?
- _____
- c. Qual o nome do evento que está identificado pelo número 3?
- _____
- d. Qual o nome da estrutura indicada pelo número 4? Qual é o hormônio produzido por ela?
- _____

Anote suas
respostas em
seu caderno

E quando se quer sexo, mas não se quer ter um filho? Como se faz?

A característica que une o sistema reprodutor masculino e o feminino é o fato de ambos serem voltados para a fecundação, geração de prole, perpetuação da espécie.

Só que os humanos descobriram outros interesses no sexo que não só a concepção de um bebê. Sexo é, para os humanos, uma forma de se ter prazer.

Esse tema se relaciona com a constituição de nossos genitais. Há, tanto no pênis quanto na vagina, uma enorme quantidade de terminações nervosas, as quais estão espalhadas pelas genitais de ambos; na mulher, fazem com que, ao primeiro sinal de desejo/contato sexual, seja desencadeada a produção de um muco que tem a função de lubrificar a vagina, tornando a penetração mais fácil. No homem, elas podem desencadear a ereção do pênis, fundamental para o acontecimento da relação sexual.

O tempo todo, nesta unidade, temos uma abordagem biológica dos sistemas reprodutores e das relações sexuais. A ideia era apresentar como funciona a nossa anatomia e fisiologia.

No entanto, o sexo como forma de prazer, como manifestação de sexualidade, vai muito além das questões biológicas que, até esse momento na evolução das espécies, destinam-se unicamente à perpetuação da espécie. Somos seres complexos, vivendo em uma sociedade complexa, onde o desejo não é estabelecido somente de homem para mulher e vice-versa, mas de homem para homem e de mulher para mulher também.

A sexualidade (que é diferente de sexo!) não está em foco nesta unidade, mas é importante que se diga que é uma manifestação de desejo e de humanidade como outra qualquer e, por isso, merece respeito, nunca intolerância.



As terminações nervosas, no homem, estão mais concentradas na glândula e, na mulher, no clitóris. Estimuladas, essas terminações são capazes de gerar uma sensação de êxtase, de prazer intenso chamado de orgasmo.

Se, de um lado, o orgasmo é o que provoca, por exemplo, a ejaculação no homem, estando envolvido com o processo reprodutivo, por outro, o homem descobriu que não precisa fecundar a mulher para poder ter prazer. Entram em cena, então, os métodos contraceptivos.

São vários, e com mecanismos bem distintos de funcionamento:



Pílula anticoncepcional

Medicamento que é constituído de hormônios femininos, em geral progesterona e estrogênio. A pílula impede a ovulação na medida em que, por oferecer ao corpo altas taxas de progesterona e estrogênio, inibe a produção de FSH e LH. Com isso, não há amadurecimento do folículo (ovócito primário). É um dos métodos mais seguros de contraceção.



DIU (dispositivo intrauterino)

É um aparato, em geral na forma de um T, introduzido pelo médico ginecologista no útero da mulher. Funciona como uma barreira física à passagem dos espermatozoides pelo útero para chegarem à tuba uterina. Há indícios de que funciona também como um abortivo, impedindo a fixação do embrião no útero, caso haja fecundação.



Diafragma

É uma meia esfera oca de borracha maleável que a mulher introduz, pela vagina até o colo do útero, e que forma, então, uma barreira física à passagem dos espermatozoides. A mulher deve introduzir o diafragma antes das relações sexuais e retirá-lo depois.



Espermicidas

Substâncias químicas capazes de matar os espermatozoides, que são passados na vagina (parte externa do orifício) e no canal vaginal. É um método pouco eficaz, por isso, os médicos recomendam que, se for utilizado, seja concomitante com o uso de um diafragma, por exemplo.



Tabelinha

É o monitoramento do ciclo menstrual da mulher, que, por esse método, só poderá manter relações sexuais fora do período de risco de ovulação, que se situa (em um ciclo hipotético de 28 dias), do 9º ao 19º dia, sendo o dia mais fértil, o 14º dia.



Camisinha

São preservativos de látex, vendidos em farmácias e outros estabelecimentos, que revestem o pênis ou a vagina durante o ato sexual. Representam barreiras físicas à passagem de espermatozoides também, mas, além disso, são o único método contraceptivo que também é capaz de proteger você do contágio por doenças sexualmente transmissíveis. Veremos isso na próxima seção.



Figura 9: Períodos do ciclo menstrual. No dia 1 de um ciclo hipotético de 28 dias, acontece a menstruação, que se estende por cinco dias, em média. Neste período, começa a maturação de um folículo, que só alguns dias depois será liberado na tuba uterina. Não é possível precisar exatamente o tempo de deslocamento do ovócito secundário pela tuba, mas uma previsão é de que entre o 9º e o 19º dia possa haver fecundação, caso haja presença de espermatozoides. Depois deste período, as chances de fecundação são remotas.

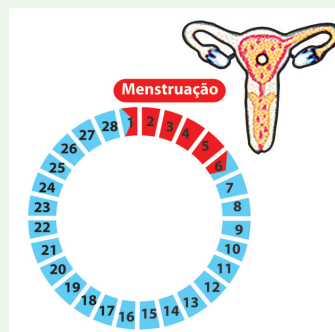
Não confunda peso e massa!

Utilizamos um ciclo menstrual hipotético de 28 dias para explicar o método da tabelinha. No entanto, não significa que isso funcione sempre desta maneira, porque as mulheres têm ciclos menstruais diferentes (variando de 20 a 35 dias). Além disso, situações como estresse, consumo de medicamentos e algumas patologias podem afetar o tamanho de um ciclo, mudando-o de um mês para o outro. Por isso, o método da tabelinha não apresenta alto grau de confiabilidade..



Pelas tabelas!

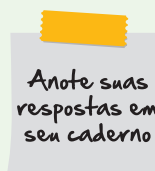
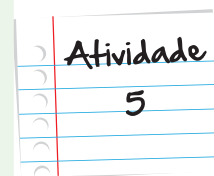
Agora vamos a outro desafio! Observe atentamente a imagem a seguir. Ela representa um ciclo menstrual.



Imagine que esse seja um ciclo de 28 dias. A partir da informação constante no esquema, responda:

- a. Qual o período provável em que ocorrerá a ovulação? Por quê?

- b. Qual seria o período, provavelmente, mais seguro para fazer sexo sem engravidar?



Quando o sexo representa risco – as doenças sexualmente transmissíveis

As **doenças sexualmente transmissíveis (DSTs)** são doenças que, como o próprio nome já diz, são transmitidas durante relações sexuais sem proteção – e por proteção leia-se camisinha!

O primeiro mito em relação às DSTs que precisa ser derrubado antes de falarmos com mais detalhes sobre elas é que você pode “estimar” que fulana ou beltrano tem ou não tem uma doença. Achar que uma pessoa tem cara de que “não faz sexo com qualquer um por aí” é furada: não existe um perfil para quem tem ou não tem uma DST. Acontece com qualquer pessoa que mantenha relações sexuais sem proteção.

Dito isso, a solução é você se manter protegido(a) sempre. Assim, poderá evitar, dentre outras, as doenças que listamos a seguir. Como não é possível falarmos detalhadamente de cada uma delas aqui, indicamos alguns materiais. É muito importante que você os acesse e busque essas informações.

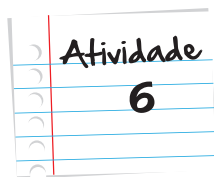
- **Herpes genital:** é uma doença causada por um vírus de característica altamente infecciosa. Manifesta-se por meio de pequenas bolhas na região genital, que causam ardência e dor. Um indivíduo contaminado pelo vírus do herpes terá vários episódios de herpes ao longo da vida, desencadeados por baixa imunológica, estresse e outros fatores. Não tem cura, mas tem tratamento.
- **Sífilis:** doença causada por uma bactéria. Um indivíduo contaminado pode apresentar pequenas feridas no órgão genital, que somem espontaneamente. Depois, aparecem outros sintomas, como manchas pelo corpo, que também somem espontaneamente, dando a sensação de cura. No entanto, o indivíduo continua doente e, no terceiro estágio, os eventos podem ser muito mais complicados: cegueira, paralisia, problemas cardíacos, podendo levar à morte. A sífilis também é bastante complicada para gestantes, pois passa da mãe para o bebê e pode acarretar má-formação do feto, que pode nascer surdo, cego, com deficiência mental, dentre outros quadros.
- **Gonorreia:** doença causada por uma bactéria, que pode ter como sintomas a ardência ao urinar, corrimento e pus nas genitálias e dor no baixo ventre (mulheres) ou nos testículos (homens). A gonorreia também pode infectar o ânus e a garganta. As consequências de infecção por esta bactéria são infertilidade, dor durante as relações sexuais, dentre outros danos à saúde. A **clamídia**, outra DST, tem quase os mesmos sintomas.
- **HPV:** infecção por um vírus que pode causar câncer no colo do útero ou no ânus, e também gerar verrugas no pênis, na vagina e/ou no colo do útero. Embora o contágio seja mais provável quando há verrugas, ele é possível também sem elas. Muitas pessoas têm HPV e não manifestam nenhum sintoma e, portanto, não fazem o tratamento adequado. A boa notícia é que existem vacinas disponíveis para o HPV.

- **Aids:** doença causada pelo vírus da imunodeficiência humana, HIV. Este vírus é capaz de causar enfraquecimento do sistema imunológico de forma que a pessoa fica sem defesas. Assim, enquanto uma pessoa sadia é capaz de entrar em contato com muitos micro-organismos e não ter nenhuma doença, uma pessoa contaminada pelo HIV em processo de desenvolvimento da Aids passa a ser muito mais suscetível a infecções em geral, como gripes, pneumonias, tuberculose etc. Geralmente, são essas infecções oportunistas que levam à morte uma pessoa contaminada pelo HIV.

A Aids não tem cura, mas, atualmente, existem muitos tratamentos disponíveis que moderam a ação do HIV no organismo e possibilitam qualidade de vida para a pessoa infectada pelo HIV. Mas não são só os tratamentos químicos que possibilitam essa qualidade de vida. É importante que a população em geral saiba que Aids não se pega com aperto de mão, carinho, abraço, uso de toalhas, uso do mesmo banheiro. É importante que não se discrimine uma pessoa com Aids – não há motivo para isso. Somente não receba uma transfusão de sangue ou faça sexo sem proteção com ela (aliás, com ninguém, pois você não tem como prever se a pessoa com quem está se envolvendo sexualmente já teve contato com outro parceiro infectado por alguma das DSTs que apresentamos aqui).

1. As unidades básicas de saúde normalmente oferecem camisinhas gratuitamente para a população. Proteja-se!
2. Se fizer sexo sem proteção, procure um profissional de saúde o quanto antes. Muitas dessas doenças, quando detectadas logo de início, não se tornam graves e nem deixam consequências. No caso da Aids, para saber se foi contaminado, você deve ser testado 3 meses depois da relação sem proteção, pois esse é o prazo para o vírus ser detectado no organismo (janela imunológica).
3. Caso faça sexo sem proteção com outra pessoa que não seu (sua) parceiro(a), informe-o(a). Não coloque mais uma pessoa em risco; preserve a saúde dele(a)!





Para se proteger, conheça o inimigo!

Relacione as colunas:

- A) HPV () Causada por um vírus capaz de enfraquecer o sistema imunológico, deixando a pessoa infectada suscetível a outros agentes.
- B) AIDS () A bactéria causadora da doença pode infectar o ânus e a garganta, além das genitálias.
- C) Gonorréia () Bolhas na região genital com sintomas de dor e ardência.
- D) Herpes genital () Doença com vários estágios, causada por bactéria e caracterizada por feridas no órgão genital, aparecimento de manchas pelo corpo e, nos quadros mais graves, podendo acarretar, entre outras coisas, problemas cardíacos.
- E) Sífilis () Infecção que pode levar ao desenvolvimento de câncer no colo do útero. Sua maior característica é o desenvolvimento de verrugas no pênis, vagina e/ou colo do útero..

Anote suas respostas em seu caderno

Resumo

- O sistema urinário é o sistema responsável por excretar substâncias que são indesejáveis, resultantes do nosso metabolismo. Os principais excretas que o nosso corpo gera são formados de amônia (NH_3). Como essa substância é muito tóxica, nós a convertemos em uma outra, menos tóxica: a ureia.
- O sistema urinário é composto por dois rins, dois ureteres, uma bexiga e uma uretra. Ao chegar a este sistema, o sangue será filtrado para remoção dos resíduos metabólicos, e é nos rins que se dará esse processo - o resto do sistema são apenas dutos para transporte ou armazenamento da urina.

- A unidade funcional dos rins são os néfrons. Um néfron é composto de uma Cápsula de Bowman, onde se inicia o processo de filtração do sangue; de um túbulo renal, onde se dá a reabsorção do que foi filtrado; e por um duto coletor, que recebe o produto da filtração pós-reabsorção. Do duto coletor, a urina passa pelo ureter e vai para a bexiga, onde se acumula em volume. Quando a bexiga enche, sentimos vontade de urinar. Quando vamos ao banheiro, é pela uretra que a urina passa.
- Os problemas mais comuns que acometem o sistema urinário são a formação de cálculos renais e as infecções urinárias.
- O sistema reprodutor é envolvido com a reprodução dos seres vivos e perpetuação das espécies.
- Na puberdade, os hormônios sexuais feminino e masculino desencadeiam a manifestação de caracteres sexuais secundários. Nesta época, o corpo de ambos se prepara para que possa ocorrer a cópula.
- Para que haja cópula, o pênis precisa enrijecer a ponto de poder penetrar na vagina da mulher. E, para que possa haver fecundação, esse pênis que penetrou precisa ser capaz de inocular na mulher os espermatozoides que o homem produziu.
- Quando o homem recebe um estímulo sexual, grande quantidade de sangue se acumula no pênis e faz com que este órgão fique rijo. O pênis rijo é capaz de penetrar na vagina da mulher e inocular nela os espermatozoides. Os espermatozoides são formados por um processo chamado espermatogênese, que é uma meiose que acontece nos túbulos seminíferos dos testículos. Depois de originados, os espermatozoides ficam armazenados em outra estrutura ligada aos testículos, que são os epidídimos. Quando há estímulo sexual para ejaculação, os espermatozoides que estão nos epidídimos são transportados pelos canais até a uretra. Quando estão se aproximando da uretra, duas glândulas (a vesícula seminal e a próstata) produzem o sêmen.
- O sistema reprodutor feminino é composto por duas tubas uterinas, dois ovários, um útero e uma vagina. Os ovários (gônadas sexuais femininas) são as estruturas responsáveis por armazenar os ovócitos primários, que são uma forma não madura dos óvulos.
- O FSH estimula o amadurecimento do folículo que, ao se desenvolver, passa a produzir estrogênio. A presença do estrogênio na corrente sanguínea atua desencadeando o espessamento da parede do endométrio e inibindo a produção do FSH. Sem o FSH e com o estrogênio, a hipófise passa a produzir o LH, que atua na liberação do ovócito secundário na tuba uterina (ovulação) e na formação do corpo lúteo. O corpo lúteo, por sua vez, produz progesterona, que mantém a parede do útero e inibe a produção de LH.
- Se não houver fecundação, o ovócito secundário (não fecundado) continua a ser transportado pela tuba uterina até o útero. A parede vascularizada do útero começa a sofrer um processo de descamação, motivado por hormônios – é a menstruação.

- Se houver fecundação, o embrião chega ao útero e se fixa à parede vascularizada deste, evento chamado nidação.
- Para evitar a fecundação, existe uma gama de métodos contraceptivos, como a pílula anticoncepcional, o DIU, espermicidas, diafragma, métodos cirúrgicos e camisinha. Todos eles atuam, mecânica ou quimicamente, evitando o encontro do óvulo com o espermatozoide. A camisinha é o único que também protege de doenças sexualmente transmissíveis (DSTs).
- As DSTs podem acometer pessoas sexualmente ativas que praticam sexo sem proteção (camisinha). Variam de pequenos transtornos e incômodos (herpes, cãndida) a doenças que podem levar à morte se não forem detectadas e tratadas adequadamente (sífilis, por exemplo). Uma das DSTs de maior foco para a saúde pública é a Aids, pois ela não tem cura, embora o tratamento tenha se mostrado eficaz em prover qualidade de vida aos doentes.

Veja ainda..

- Página do Ministério da Saúde que trata, de um jeito mais voltado para a saúde da mulher, sobre métodos anticoncepcionais. Inclusive, há um vídeo no final da página bastante interessante, em que mulheres dão depoimentos sobre qual tipo usam e um médico fala das peculiaridades de alguns tipos. <http://www.brasil.gov.br/sobre/saude/saude-da-mulher/metodos-anticoncepcionais>

Referências

- <http://drauziovarella.com.br/sexualidade/infertilidade-masculina/>
- GUYTON, A.C. **Tratado de fisiologia médica**. 7th ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1989.
- <http://www.aids.gov.br/pagina/o-que-sao-dst>
- <http://www.aids.gov.br/pagina/quais-sao-dst>
- <http://www.dst.com.br/> Imagens
- ROBERTS, R. M. **Descobertas Acidentais em Ciências**, Papirus, 1995.

Imagens



• <http://www.sxc.hu/photo/1209276> - Autor: engindeniz



• <http://www.sxc.hu/photo/600974> – Autor: Sundeip



• <http://www.sxc.hu/photo/510937> – Autor: Ramon Gonzales



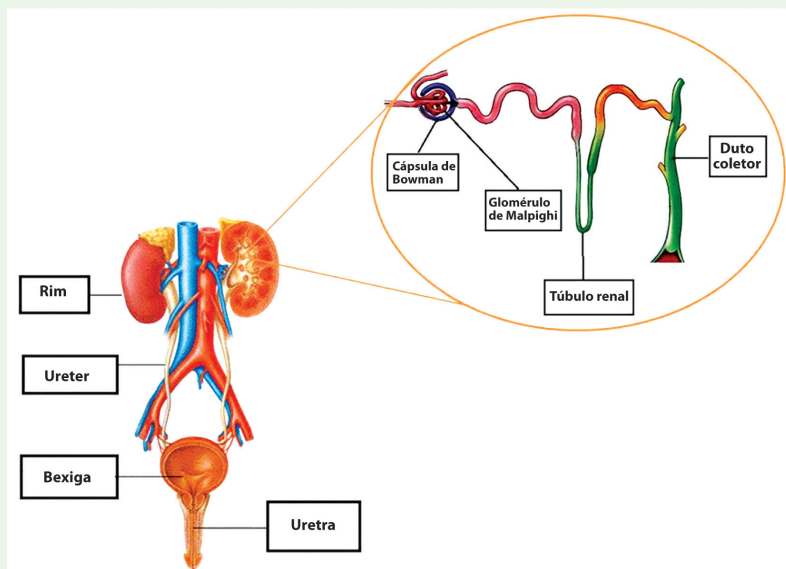
• <http://www.sxc.hu/photo/260967> – Autor: Ross Brown



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman.

Atividade 1

a)



b) O sistema urinário é responsável não somente pela excreção de substâncias tóxicas, mas também pela regulação do volume de água no corpo e seu balanço hídrico. Isso ajuda a controlar a pressão sanguínea.

Para entender melhor este mecanismo, imagine uma mangueira com a água “ligada”. Se você só abrir um pouco a torneira em que a mangueira está ligada, sai água com pouca pressão. Agora, se você abre a torneira toda, o volume de água é maior e, conseqüentemente, a pressão de saída pela mangueira também é maior.

Respostas
das
Atividades

Respostas
das
Atividades

É mais ou menos isso o que acontece com a pressão arterial, com a diferença de que não “vaza” nada para lugar algum. Quando tem mais volume de líquido no corpo para circular pelos mesmos vasos onde normalmente circula menos, a pressão nesses vasos aumenta.

Se uma pessoa ingere muito sal, precisa de muita água para não desfazer o balanço do organismo e eliminá-lo. Comer menos sal faz com que ela precise de menos água e mexa menos nesse balanço hídrico que acarreta a pressão arterial. Além disso, provocar, com o diurético, a liberação mais frequente de urina também ajudará Daniel a se livrar de um excesso de líquido que está sendo retido (provavelmente pelo sal), diminuindo sua pressão

Atividade 2

A letra A é a fecundação, porque, neste processo, temos uma célula que se divide em dois, quatro, oito e assim por diante, formando o embrião. É o que vemos nesse esquema A. Já na letra B, o que vemos é uma divisão celular reducional. Uma célula com um par de cromossomos dá origem a 4 células, cada uma com um cromossomo. Isso é o que acontece na espermatogênese, pois o espermatozoide tem que “carregar” somente um cromossomo de cada tipo, para, quando houver a fusão com os cromossomos do óvulo da mãe, o bebê tenha metade do material genético vindo de cada um dos pais.

Atividade 3

HORMÔNIO	Testosterona	Progesterona
GÊNERO SEXUAL PRODUTOR DO HORMÔNIO	Homem	Mulher
ÓRGÃO PRODUTOR DO HORMÔNIO	Testículo	Ovário
CARACTERÍSTICAS SEXUAIS DESENCADEADAS PELO HORMÔNIO	<ul style="list-style-type: none">▪ Engrossamento da voz▪ Crescimento do pênis▪ Surgimento de pelos no corpo▪ Aumento de massa muscular▪ Surgimento do pomo-de-adão	<ul style="list-style-type: none">▪ Crescimento das mamas▪ Aparecimento dos pelos pubianos▪ Acontecimento da menstruação▪ Acúmulo de gordura nos quadris.

Atividade 4

- a. Dentro do folículo primordial, encontramos o ovócito primário. Essa estrutura irá amadurecer por ação do FSH e, nesse processo, começa a produzir um hormônio chamado estrogênio.
- b. Por ação do FSH, este folículo primordial amadurece, e o ovócito primário realiza mais um passo da meiose, virando ovócito secundário.
- c. O ovócito secundário liberado nas tubas uterinas é o que chamamos de ovulação. Acontece por ação do LH.
- d. O que “sobra” do folículo que liberou o ovócito secundário na tuba forma um corpo amarelo, chamado corpo lúteo. O corpo lúteo secreta o hormônio progesterona, que mantém o espessamento da parede do útero.

Respostas
das
Atividades

Atividade 5

- a. Entre os dias 9 e 18 do ciclo, pois este é um período de tempo provável para o amadurecimento do folículo primordial e liberação do ovócito secundário na tuba uterina. O dia mais provável é o 14°.
- b. Antes do nono dia (quando ainda não houve ovulação) e depois do décimo oitavo (quando o ovócito já passou do primeiro terço da tuba uterina, onde poderia ser fecundado).

Atividade 6

(B) Causada por um vírus capaz de enfraquecer o sistema imunológico, deixando a pessoa infectada suscetível a outros agentes.

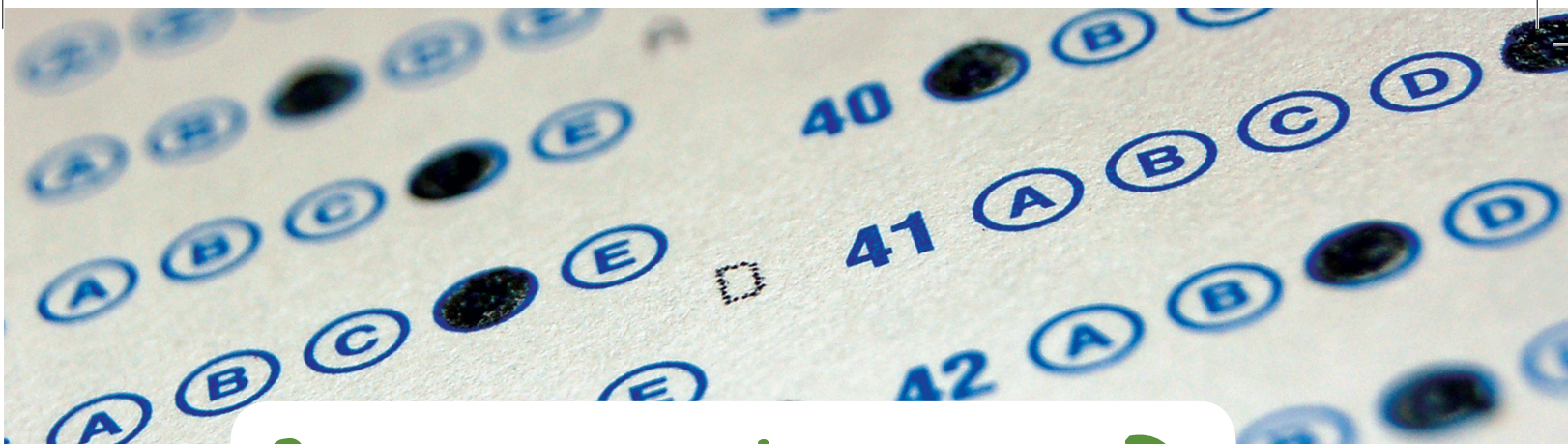
(C) A bactéria causadora da doença pode infectar o ânus e a garganta, além das genitálias.

Respostas
das
Atividades

(D) Bolhas na região genital com sintomas de dor e ardência.

(E) Doença com vários estágios, causada por bactéria e caracterizada por feridas no órgão genital, aparecimento de manchas pelo corpo e, nos quadros mais graves, podendo acarretar, entre outras coisas, problemas cardíacos.

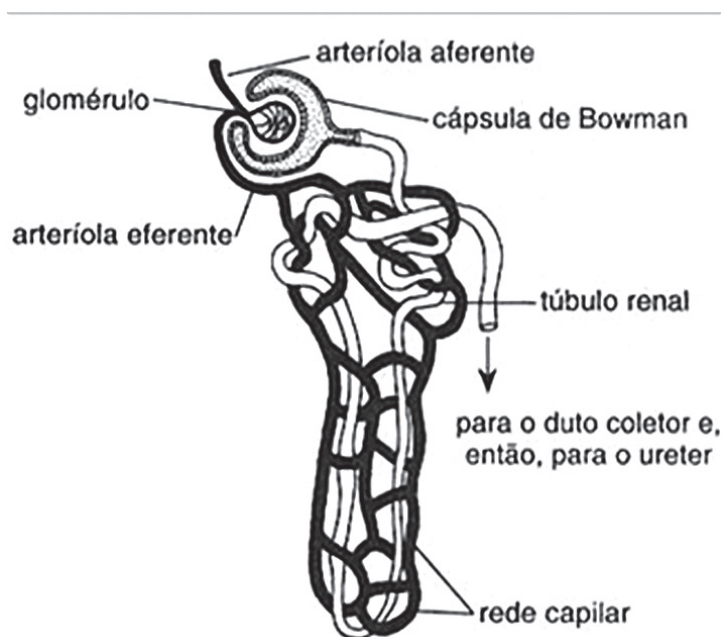
(A) Infecção que pode levar ao desenvolvimento de câncer no colo do útero. Sua maior característica é o desenvolvimento de verrugas no pênis, na vagina e/ou no colo do útero.



O que perguntam por aí?

Questão 1 (FUVEST)

Observe o esquema do néfron do rim humano:

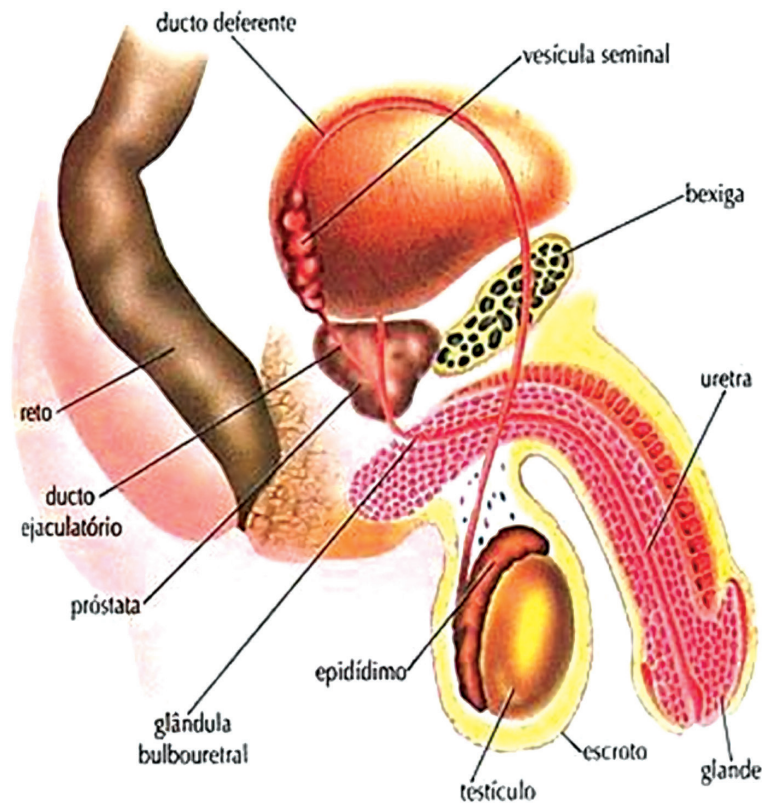


- O processo de formação da urina acontece em duas fases: filtração e reabsorção. Em que partes do néfron ocorrem essas fases?
- Por que na urina normal não aparecem proteínas?
- Para onde vão as substâncias úteis absorvidas?
- Qual o caminho seguido pelo fluido filtrado que se transforma em urina?

Questão 2 (UFCE)

O texto a seguir trata da sexualidade masculina. A figura, por sua vez, exhibe o aparelho reprodutor masculino. Observe-os e responda aos itens que vêm a seguir.

“Segundo a escritora americana Susan Faludi, os homens estão vivendo a crise da masculinidade cujos sintomas são a depressão, o suicídio, os comportamentos violentos, o aumento das cirurgias estéticas, o abuso de esteroides, a grande procura de substâncias que melhorem o desempenho sexual, etc.” (Revista VEJA, 15 de setembro de 1999).



- A impotência é uma disfunção erétil que incapacita o homem da plena satisfação sexual e cujas causas podem ser de origem orgânica ou psicológica. Diga em qual região do aparelho reprodutor masculino ocorre a ereção e explique, sucintamente, o seu mecanismo.
- Dentre os métodos anticoncepcionais, existem os métodos cirúrgicos que podem ser realizados tanto nos homens como nas mulheres. Como se denomina o método cirúrgico anticoncepcional realizado no homem e em que consiste?
- O câncer de próstata é um dos mais frequentes no homem, especialmente após completar 60 anos. Qual a função da próstata e que exame pode indicar, precocemente, a presença do tumor?
- Alguns homens apresentam uma anomalia denominada criptorquídia. O que vem a ser essa anomalia e qual a sua consequência?

Respostas Esperadas

1,

Gabarito comentado

- a. A filtração ocorre nos glomérulos e a reabsorção, nos túbulos renais
- b. Porque elas não são filtradas pelo glomérulo
- c. Para a corrente sanguínea
- d. Túbulos renais, duto coletor, ureter, bexiga e uretra.

2,

Gabarito comentado

- a. O pênis é órgão copulador masculino. Em seu interior há três cilindros esponjosos, os corpos cavernosos, constituídos por pequenos espaços separados por músculos e tecido fibroso. Os corpos cavernosos constituem um tecido erétil, isto é, durante a excitação sexual suas cavidades se expandem em razão do acúmulo de sangue em seu interior. Ao se encher de sangue, os corpos cavernosos levam à ereção do pênis.
- b. O método é a vasectomia. Consiste numa cirurgia em que se secciona o duto ou os canais deferentes, interrompendo o caminho que é normalmente percorrido pelos espermatozoides.
- c. A próstata secreta uma secreção leitosa e alcalina, cuja função é neutralizar a acidez da uretra e do meio vaginal, que é naturalmente ácida. Um dos exames é o PAS (antígeno prostático específico) e o outro, mais eficaz, é o exame de toque via retal que o médico realiza.
- d. Criptorquídia é retenção dos testículos na cavidade abdominal. Isso cria problemas na produção dos espermatozoides, pois a espermatogênese é um processo que ocorre quando a temperatura nos testículos está cerca de 4°C menor que a temperatura normal do corpo humano, que geralmente é de 37°C.





Sistema digestório

Para início de conversa...

Sabe quando bate aquela fome no final da manhã ou quando está se aproximando o entardecer? A fome é um sinal fisiológico de que nosso corpo está precisando de alimento. Os humanos e todos os animais obtêm nutrientes e energia a partir da quebra de moléculas grandes que compõem o corpo de outros seres vivos, dos quais nos alimentamos.

Popularmente, consideramos que estamos alimentados a partir do momento em que comemos. Entretanto, essa etapa inicial e voluntária da nutrição animal é apenas o início de um processo bem mais complexo. Em última análise, o processo promove a quebra das moléculas complexas dos alimentos em moléculas menores, o chamado catabolismo. Essa quebra é importante, pois as moléculas dos alimentos são grandes demais para passarem pelas membranas celulares. Além disso, tais moléculas não são idênticas àquelas de que o organismo precisa. Assim, a quebra das mesmas provê a matéria-prima para gerar as moléculas de que necessitamos nas reações do anabolismo (reações de produção de substâncias).

Como se não bastasse, a quebra do alimento é uma reação que gera energia, como a respiração celular. Portanto, a nutrição nos fornece não apenas a matéria-prima, mas também a energia para a homeostase. É o que nos permite crescer e reproduzir, como mostra a **Figura 1**.

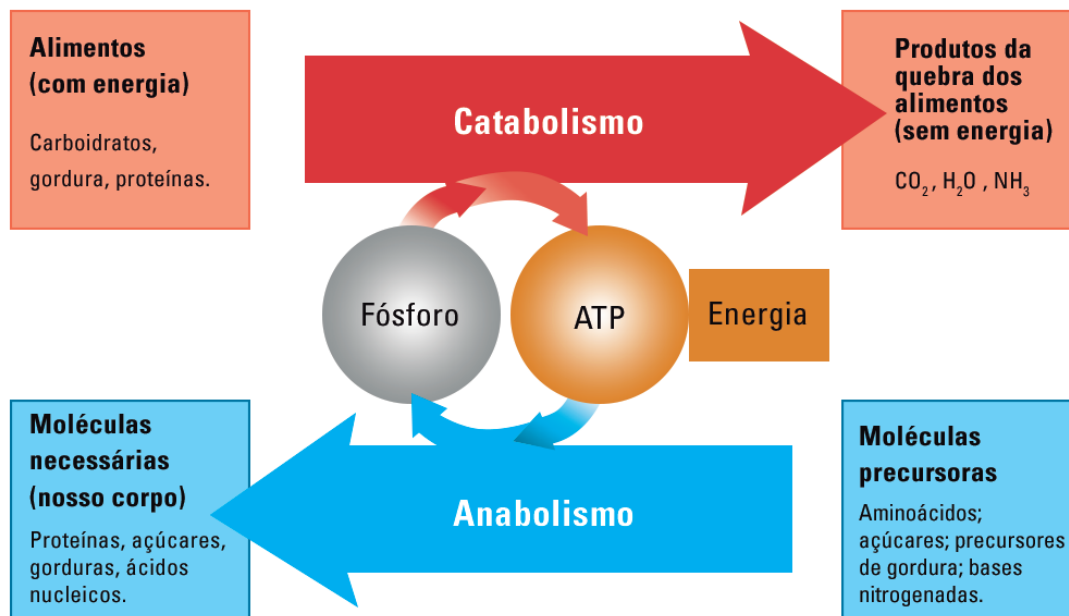


Figura 1: Reações do catabolismo (quebra dos alimentos) geram a matéria-prima e a energia necessárias para as reações do anabolismo (produção de moléculas para a manutenção e crescimento do corpo). Repare que a seta vermelha indica reações que geram energia (ATP) a partir da quebra de alimentos, e a seta azul indica que usamos energia para gerar os compostos de que estamos precisando, que não são aqueles que estamos ingerindo.

Para conseguirmos aproveitar o alimento ingerido, nós dispomos de um sistema capaz de recebê-lo, quebrá-lo e distribuir as partes para todas as células, gerando energia para a manutenção e para o crescimento do organismo. É exatamente o sistema digestório que exerce este papel. Nesta unidade, portanto, iremos aprender sobre esse sistema e sobre o processo de nutrição animal.



Saiba Mais

Sistema digestivo ou digestório?

Para facilitar a comunicação, existe no Brasil uma Comissão de Terminologia Anatômica da Sociedade Brasileira de Anatomia. Recentemente, esta organização resolveu adotar a palavra "digestório", combinando com a terminologia de outros sistemas, como o respiratório, o circulatório etc.

Objetivos da Aprendizagem

- Correlacionar o sistema digestório com o processo de nutrição e a obtenção de energia em animais.
- Listar e definir as etapas do funcionamento deste sistema: ingestão, digestão, absorção, assimilação e eliminação.
- Diferenciar ação mecânica, ação química e ação enzimática de degradação do alimento.
- Identificar os órgãos componentes do sistema digestório: boca, faringe, esôfago, estômago, intestino e ânus.
- Descrever os processos que acontecem em cada uma das partes do sistema digestório.
- Associar problemas na homeostase causados por desbalanço nutricional: obesidade, desnutrição e subnutrição.
- Relacionar as principais doenças do sistema digestório, ressaltando a importância do saneamento básico.

Seção 1

Ingestão

O sistema digestório funciona, basicamente, pela execução de quatro etapas no processo de nutrição: ingestão, digestão, absorção e eliminação. Para executar cada uma dessas etapas do processo de nutrição, o sistema digestório humano é composto por partes, cada uma com atuação diferenciada. São sete regiões principais:

- (1) cavidade oral ou boca;
- (2) faringe;
- (3) esôfago;
- (4) estômago;
- (5) intestino delgado;
- (6) intestino grosso;
- (7) ânus.

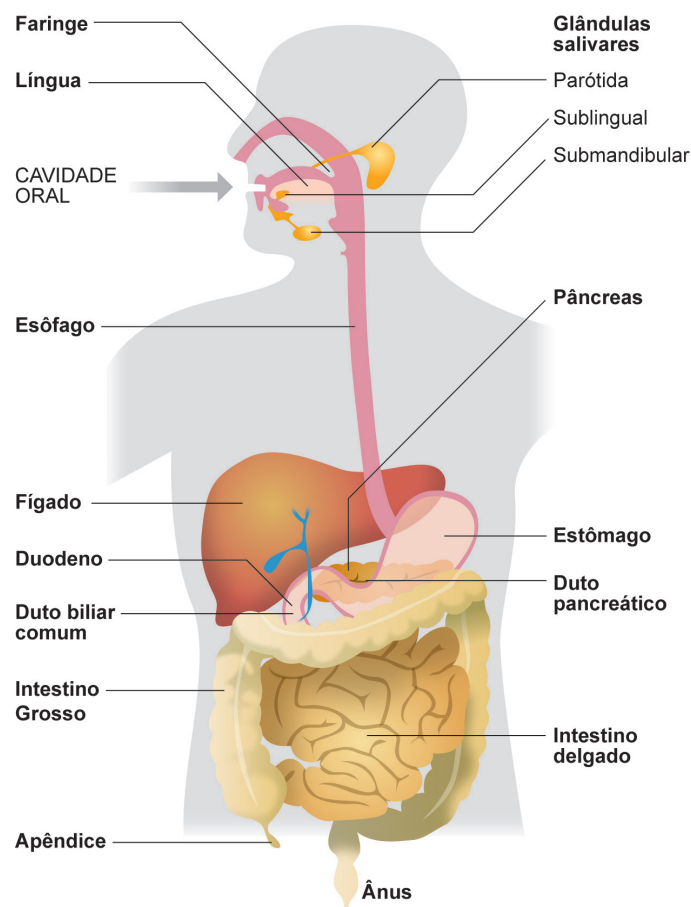


Figura 2: Detalhamento do sistema digestório humano. Este sistema é parte fundamental do nosso organismo, pois é através dele que adquirimos a energia que sustenta as nossas atividades diárias. Ele é composto por diversas partes, começando pela boca e terminando no ânus.

O sistema digestório inicia-se na boca, onde acontece a ingestão, a primeira etapa do processo de nutrição. A boca é a abertura do sistema digestório e está presente em praticamente todos os animais, incluindo os invertebrados, como insetos e moluscos. No interior da boca, encontra-se a língua, um músculo esquelético preso ao chão da boca que manipula comida para a mastigação e a deglutição.

Na maior parte dos animais vertebrados, a boca possui uma **mandíbula** associada. O movimento mandibular, com o auxílio dos dentes e da língua, promove a mastigação do alimento a ser ingerido. A mastigação, portanto, é a primeira **ação mecânica** que tritura o alimento, convertendo-o em pedaços menores.

Mandíbula

Parte móvel do crânio dos vertebrados gnathostomados. O movimento é resultado da musculatura potente associada a ossos móveis e articulações.

Ação mecânica

Processo de digestão do alimento que ocorre por trituração física, pelos dentes, do alimento, em partes menores.

Quando pequeno, aposto como você já ouviu com insistência da sua mãe: “Mastigue bem essa comida!”. De fato, existe uma relação entre eficiência digestiva e o tamanho do alimento. Quanto menor o tamanho do alimento ingerido, mais exposta estará a sua superfície e mais eficiente será a conversão do alimento em energia.

Além da ação mecânica da mastigação, na boca, também se inicia uma **ação enzimática** para digestão do alimento com a saliva produzida pelas glândulas salivares. Enzimas presentes na saliva irão auxiliar na quebra do alimento. Uma enzima exerce esse papel se encaixando perfeitamente em uma determinada molécula (chamada substrato), facilitando a sua quebra e transformando-a no produto, como mostra a figura a seguir. Enzimas digestivas, portanto, degradam o alimento, convertendo-o em partículas menores que podem ser absorvidas pelas células (ou seja, podem passar através das membranas plasmáticas).

Ação enzimática

Promove a quebra do alimento por meio de reações enzimáticas, mediadas por enzimas digestivas.

Assim, podemos dizer que a etapa de digestão já começa na boca, antes mesmo da ingestão, com a ação mecânica da mastigação e a ação enzimática das enzimas salivares.



A produção de saliva geralmente se intensifica quando temos alimento na boca, mas pode acontecer até antes de comermos. Por exemplo, a famosa expressão “estou com água na boca” vem quando estamos com muita vontade de comer alguma coisa e acontece uma produção maior involuntária de saliva.

Uma enzima presente na saliva é a amilase salivar (ver Figura 3) que atua quebrando grandes açúcares, contidos nos alimentos, em pequenos açúcares. Vale a pena mencionar que os açúcares, também chamados de carboidratos, não estão presentes apenas no açúcar que usamos para adoçar as sobremesas. Outros alimentos possuem carboidratos, mas não são doces ao gosto. Um exemplo é a molécula que serve de reserva energética dos vegetais, o amido. Alguns produtos que usamos constantemente em nossa cozinha são o amido de vegetais, como a farinha de milho, e o amido de milho. Ao ser digerido, o amido é convertido em glicose.

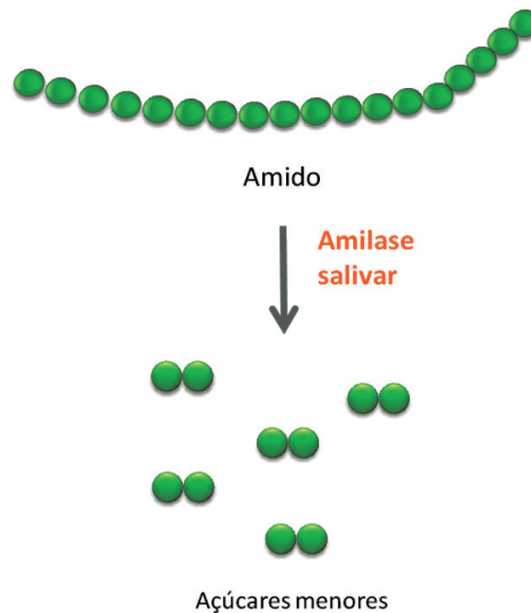


Figura 3: Na boca, por ação da enzima amilase salivar, moléculas grandes de açúcares, como o amido, são quebradas em moléculas menores.

Essa etapa marca o início da ação enzimática em cima do alimento. A partir da mistura com a saliva, o alimento é chamado **bolo alimentar**, que está pronto para ser ingerido. A língua exerce um papel fundamental para a deglutição do bolo alimentar que passa para as etapas seguintes do processo de nutrição.

Mostre-me teus dentes que eu te direi o que comes

A dentição é o conjunto de dentes de um organismo. Repare na diferença na dentição dos vertebrados (a seguir). Tubarões se alimentam apenas de carne e, por isso, apresentam apenas dentes do tipo caninos (figura à esquerda), específicos para tal tipo de alimentação. A dentição humana, como a de todos os mamíferos, apresenta dentes diferenciados. Isso significa que temos dentes que cortam (incisivos), que rasgam (caninos) e que trituram (molares e pré-molares) o alimento.



Seção 2 Digestão

Após o bolo alimentar passar pela boca, ele vai para um tubo chamado de faringe que fica na região da garganta. A faringe comunica os aparelhos respiratório e digestório. Para evitar a mistura de ar respirado com o bolo alimentar ingerido, existe uma espécie de “tampa”, chamada epiglote. A epiglote ora se abre para encaminhar o ar para os pulmões, ora se fecha para encaminhar o alimento para o esôfago. É a falha no fechamento da epiglote que provoca os inconvenientes engasgos nos quais o bolo alimentar entra pelo lugar errado e tem que sair à força.

Depois da ingestão do alimento, o processo de digestão já não é controlado pela nossa vontade. O peristaltismo é o movimento muscular que empurra o bolo alimentar por todos os órgãos do sistema digestório até a eliminação pelas fezes. A musculatura é lisa e, portanto, involuntária.

Depois de passar pela faringe, o bolo alimentar chega a outro tubo, chamado esôfago, e dali segue para o estômago. O esôfago é um tubo que conecta a faringe ao estômago.

O estômago é um tubo mais alargado do que o esôfago. Ele possui paredes que apresentam uma musculatura muito poderosa e que tem um grande potencial de expansão. Normalmente, o volume do estômago é de um litro.

Entretanto, quando comemos muito, o volume deste órgão pode aumentar muito, pois suas paredes são formadas de um tipo de tecido capaz de se distender, permitindo que o órgão aumente de tamanho.

No estômago, o bolo alimentar é submetido à ação química, com a liberação de uma secreção ácida, chamada de suco gástrico. O suco gástrico é uma substância secretada por glândulas gástricas (*gaster*, em grego, significa “relacionado com o estômago”) que atua química e enzimaticamente na digestão do bolo alimentar.

Ao começarmos a mastigar, glândulas do estômago já começam a produzir o suco gástrico para receber o alimento que irá chegar. A partir da mistura com o suco gástrico, o bolo alimentar já passa a ser chamado **quimo**.

O suco gástrico contém água, sais minerais, ácido clorídrico (HCl, 0,5%) e ácido láctico. Por isso, o estômago apresenta o pH extremamente ácido que promove a ação química no quimo. Para não serem afetadas por tamanha acidez, as células da parede do estômago produzem um muco, que forma uma barreira física viscosa prevenindo danos.

O fato de o estômago ser bastante ácido também representa uma defesa do nosso organismo. Bactérias que a gente ingira na alimentação tendem a ser, em boa parte, destruídas por esta acidez.

Além destes componentes inorgânicos, o suco gástrico também apresenta enzimas digestivas. Entre elas está a pepsina, uma enzima que decompõe proteínas longas em peptídeos com poucos aminoácidos de comprimento. A maioria das enzimas de nosso corpo funciona bem em ambientes de **pH** neutro (pH 7,0), mas a pepsina tem preferência por meios ácidos como o suco gástrico (pH 2,0). Esse pH ácido facilita a degradação de proteínas em moléculas menores. As enzimas gástricas promovem a ação enzimática de quebra do quimo.

pH

É uma medida de acidez de substâncias, que varia de 0 a 14. Quando mais alto o valor do pH de uma substância, menos ácida ela é. Em torno de 7,0 dizemos que a substância é neutra, ou seja, nem ácida nem básica.

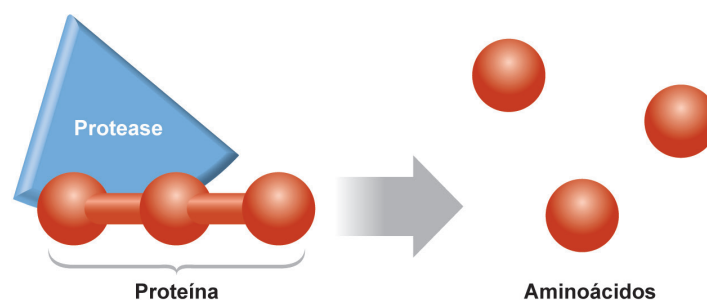


Figura 4: Figura ilustrando como a enzima protease se encaixa bem em seu substrato (proteínas) que ela vai ajudar a quebrar em moléculas menores (aminoácidos).

Ainda no estômago, o quimo será ainda submetido a um terceiro tipo de ação, a mecânica, onde será apertado por ondas de contração e relaxamento da musculatura gástrica. Os esfíncteres esofágico (na entrada) e pilórico (na saída) são fundamentais nessa etapa, pois “fecham” o estômago quando está ocorrendo a ação mecânica.

Caso não houvesse o fechamento, ao ser apertado pela musculatura gástrica, o bolo alimentar extravasaria para cima ou para baixo, tornando a ação mecânica pouco efetiva. Além disso, o quimo extravasado iria danificar as paredes do esôfago e do intestino delgado que não apresentam proteção ao ácido em suas paredes.

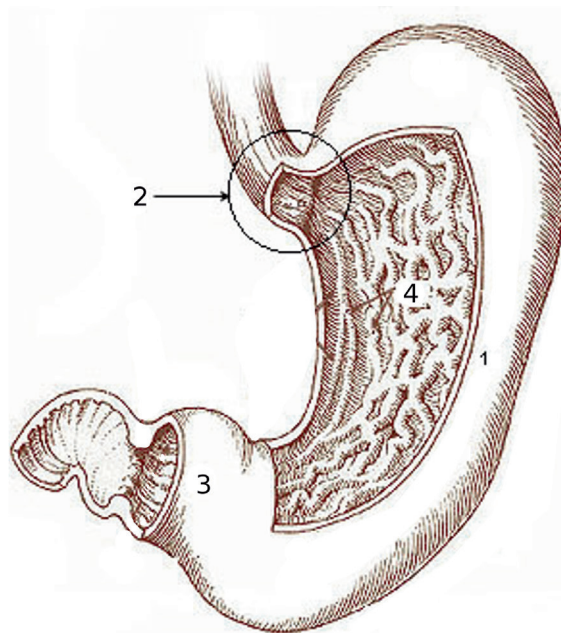


Figura 5: A anatomia do estômago. Inúmeras artérias (carregando sangue arterial rico em oxigênio) estão associadas ao estômago de forma a prover energia para movimentação muscular do órgão. 1. Corpo do estômago. 2. Esfíncter esofágico e final do esôfago. 3. Esfíncter pilórico e início do duodeno. 4. Dobras do tecido epitelial com cavidades por onde o suco gástrico é secretado.

Ao sair do estômago, o quimo é direcionado ao duodeno, que é a primeira porção do intestino delgado. O quimo recebe o suco pancreático secretado pela glândula pâncreas. Esse suco dá continuidade ao processo de ação enzimática, pois contém a amilase pancreática, digerindo o amido, além da tripsina e da quimotripsina, que também digerem proteínas.

Ainda no duodeno, a vesícula biliar lança outra secreção digestiva, produzida pelo fígado, chamada bile. A bile apresenta um pH alcalino que neutraliza os efeitos dos ácidos gástricos, evitando danos à parede do duodeno e do intestino. Ela é um suco composto por água e sais que auxiliam a emulsificar as gorduras, facilitando a ação de enzimas que quebram esses compostos - as lipases pancreáticas. As lipases quebram gorduras em componentes menores, como mostra a Figura 6.

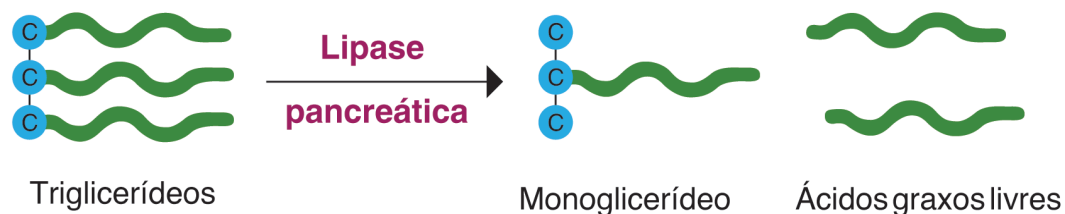


Figura 6: Figura ilustrando como a enzima lipase quebra a gordura (triglicerídeos) em moléculas menores também de natureza lipídica (ácidos graxos e monoglicerídeo). Os ácidos graxos, por exemplo, podem ser usados na construção da membrana celular. A lipase entra em ação quando o alimento ingerido é rico em gordura.

O suco intestinal é uma terceira secreção com enzimas no nosso processo de digestão. Ele irá promover uma nova quebra proteica em aminoácidos, finalizando a digestão de proteínas. O suco intestinal também apresenta substâncias de pH básico para neutralizar completamente qualquer sobra de ácido gástrico que tenha o quimo. Depois da mistura com o suco pancreático, a bile e o suco intestinal, o quimo passa a ser chamado **quilo**, que segue caminho pelo intestino delgado.

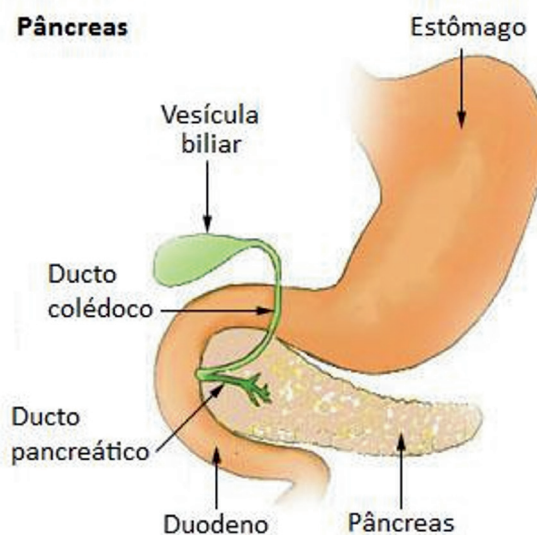


Figura 7: Porção mediana do sistema digestório mostrando o pâncreas e a vesícula biliar e os dutos que conectam tais glândulas aos órgãos do sistema digestório, de forma a injetarem os sucos digestivos.

Importante

Embora o pâncreas e a vesícula biliar participem com a produção de sucos do processo digestivo, elas, assim como o fígado, são estruturas acessórias ao processo de digestão. O alimento, em nenhum momento, passa por dentro dessas estruturas.

Seção 3

Absorção e eliminação

Depois da ingestão e da digestão, a terceira etapa do processo alimentar é a absorção que ocorre principalmente no intestino delgado. Nessa etapa, o alimento já se encontra bem digerido e as moléculas resultantes da digestão serão absorvidas, distribuídas e usadas em reações, dentro das células do corpo. Algumas adaptações no intestino delgado garantem uma absorção máxima dos nutrientes do alimento.

Um exemplo claro é o tamanho do intestino delgado. Em humanos, este órgão tem cinco metros de comprimento. Imagine que ele esticado é quase da altura de um prédio de dois andares! Além do tamanho, o intestino apresenta as vilosidades, que são dobras em seu revestimento interno. Repare que as vilosidades aumentam muito a superfície de contato entre o quilo e a área de absorção (Figura 8).

Um terceiro ponto é que cada uma das inúmeras células que formam essa parede de vilosidades expostas aos nutrientes apresenta microvilosidades. Essas estruturas são dobramentos na superfície celular que está exposta ao interior do intestino e que pode, portanto, absorver os nutrientes. Para você ter uma ideia de como as vilosidades e as microvilosidades aumentam a superfície de absorção, imagine que se esticássemos todas elas, o tecido do intestino delgado poderia cobrir uma área de 300 metros quadrados!

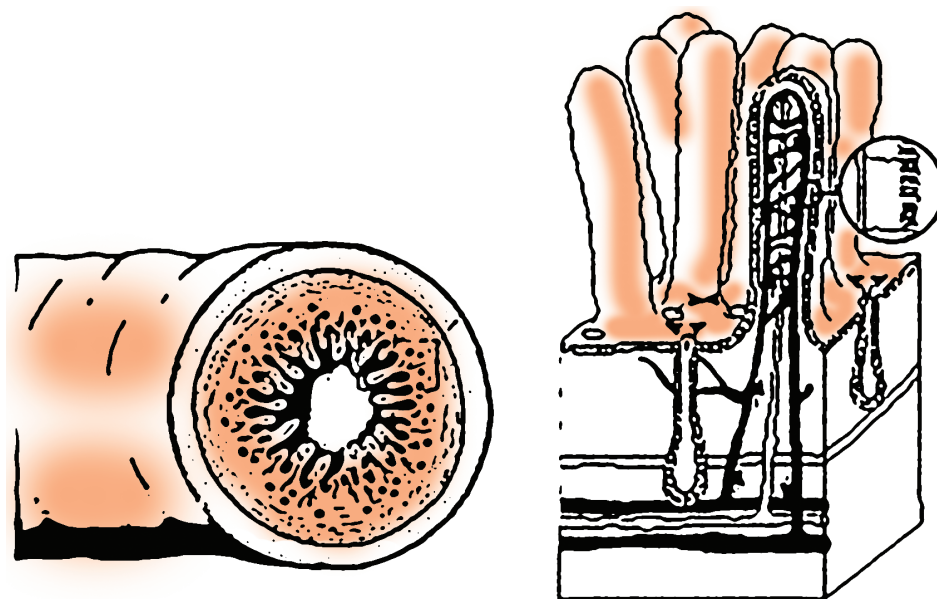


Figura 8: À esquerda, um corte do intestino delgado ilustrando as vilosidades, ou seja, as dobras do tecido epitelial deste órgão. À direita, um esquema mais aproximado de algumas vilosidades, e o detalhe ilustra as microvilosidades presentes na superfície das células aumentando ainda mais a absorção de nutrientes.

Pelo comprimento longo associado à presença de vilosidades e microvilosidades, cerca de 95% da absorção de nutrientes ocorre no intestino delgado. Essas moléculas passarão por células especiais na parede do tubo digestivo e atingirão a corrente sanguínea. A partir daí, elas serão transportadas pelo sangue para cada uma das células do organismo para serem utilizadas como matéria-prima ou para produção de energia.

As moléculas de alimento são classificadas em grandes grupos: os carboidratos (ou açúcares), as proteínas e as gorduras. Esses três tipos de moléculas são importantes. Entretanto, o metabolismo prefere queimar os carboidratos e as gorduras; só depois de esgotar o estoque desses é que o organismo começa a queimar proteínas.

Cada tipo de alimento apresenta uma quantidade de energia potencial específica. A energia é medida com as famosas calorias ou, melhor dizendo, nas **quilocalorias (Kcal)**.

Quilocalorias (Kcal)

É uma unidade de medida de energia usada para medir o valor energético dos alimentos. Por definição, a quilocaloria é o calor necessário para esquentar, em 1°C, um grama de água. Caso você esteja ingerindo alimentos que resultem em um total de Kcal maior do que as que você necessita (em torno de 1.800 Kcal para mulheres e 2.200 para os homens), você tenderá a armazenar o excedente com quilinhos a mais.

Se a absorção desses nutrientes ocorre no intestino delgado, a absorção de água, vitaminas e minerais, por outro lado, ocorre no intestino grosso (ou cólon). Repare que durante a digestão ocorre o dispêndio de muita água com todos os sucos e secreções digestivas necessárias. Boa parte dessa água usada na digestão deve ser reabsorvida quando o quilo chega ao intestino grosso.

Como nem tudo o que foi ingerido será digerido e absorvido, uma parte do quilo segue viagem pelo tubo digestivo, na forma de fezes. Ao passar pelo intestino grosso, as fezes ficam cada vez mais secas pela reabsorção de água. Se mais de 90% da água das fezes forem absorvidas, o organismo tenderá a ter prisão de ventre.

Por outro lado, caso tenhamos alguma irritação na superfície do intestino grosso, graças a uma parasitose, por exemplo, menos água será absorvida. Essa condição causa fezes aguadas, chamadas comumente de diarreia. Alguns protistas, tais como *Entamoeba histolytica* e *Giardia duodenalis*, e a bactéria *Vibrio cholerae*, podem estar por trás da causa de diarreias intensas.

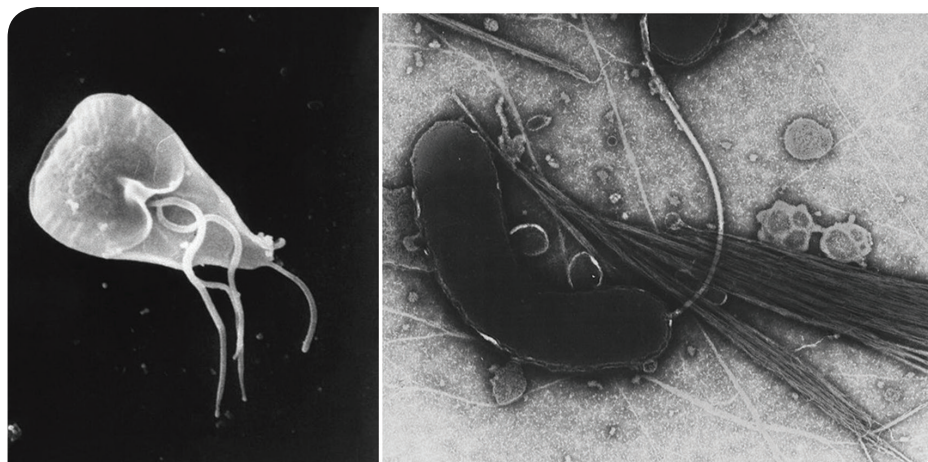


Figura 9: O protista *Giardia duodenalis* e a bactéria *Vibrio cholerae* (em forma de grão de feijão, à direita), ambos causadores de diarreias intensas pela irritação da superfície intestinal que não consegue absorver água.

Antes da eliminação, as fezes são armazenadas numa região no final do intestino grosso, chamada reto. A eliminação ocorre pela contração de dois esfíncteres (músculos circulares) entre o reto e o ânus, um de contração involuntária e outro de contração voluntária. A contração do primeiro resulta na vontade e a do segundo é o ato de defecar. O ânus é a saída e a última parte do sistema digestório dos animais.

Sobre os famosos gases...

Todo mundo tem gases! Isso pode causar desconforto ou embaraço, mas não risco de vida. Gases são eliminados do corpo pelo sistema digestório em forma de arrotos ou passando pelo reto.

A maioria das pessoas produz de 0,5 a 2 litros de gases por dia e libera esses gases até 14 vezes por dia. A maior parte desses gases não tem cheiro; são eles: dióxido de carbono, nitrogênio, hidrogênio e algumas vezes metano. Tais gases são produzidos pelas bactérias que habitam o intestino grosso. Elas liberam gases que contêm enxofre, e são esses gases que produzem cheiro desconfortável e flatulência.

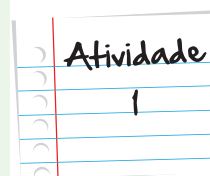


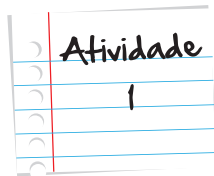
Narrando o processo do sistema digestório

Preencha as lacunas com o que estudou até o momento nesta unidade:

As quatro grandes etapas do processo de nutrição de um ser humano são

_____ / _____ / _____ / _____.





A primeira acontece quando colocamos o alimento na boca e, pela mastigação, realizamos uma ação _____ sobre este, quebrando-o em partes menores e mais fáceis de serem deglutidas. A ação _____ também se inicia na boca, com atuação da _____, que quebra _____ em moléculas menores.

Depois de deglutido, o alimento, passa pela faringe, esôfago e vai para o _____. Neste órgão, há morte de _____ por ação do _____ presente no _____. Este mesmo ácido possibilita a ação de uma enzima, chamada _____, que quebra _____.

Em seguida, o alimento vai para o duodeno, onde o _____ neutraliza a acidez do suco gástrico. Outras quatro enzimas estão presentes neste suco: _____, _____, _____ e _____, quebrando carboidratos, proteínas e gorduras. Para a quebra das gorduras, há auxílio da _____, secretada pela vesícula biliar, que ajuda a emulsificar as gorduras.

O _____ contém enzimas que realizam a quebra final das proteínas, e a partir daí, o quimo passa a ser chamado de quilo. Os nutrientes já quebrados serão absorvidos pelas células da parede do intestino delgado, que apresenta _____ e _____ que aumentam muito a superfície de contato do intestino com os nutrientes a serem absorvidos.

Depois da absorção dos nutrientes, o que restou segue para o intestino grosso, onde acontecerá a reabsorção de _____. O que restar, será eliminado na forma de _____.

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 4

Problemas na homeostase

Você já ouviu falar que a nossa dieta deve ser balanceada, certo? Mas o que é o desbalanço de uma dieta? Existem quatro tipos de nutrientes essenciais para a homeostase de nosso corpo. São eles: minerais, vitaminas, ácidos graxos e aminoácidos. Nesse contexto, a palavra essencial indica que eles são necessários, mas que não conseguimos produzi-los e, por isso, devem ser adquiridos por meio de uma dieta balanceada, ou seja, com variedade de vegetais e de fontes de proteínas. Por outro lado, uma pessoa desnutrida tem regularmente uma dieta sem um ou mais desses componentes essenciais. Ou seja, a desnutrição está relacionada à ausência de um componente essencial da dieta de um organismo.

O conceito de desnutrição, portanto, é diferente do de subnutrição. Um organismo subnutrido está ingerindo menos alimento (calorias) do que seu corpo precisa. Neste, o relevante é a quantidade, ao contrário da desnutrição, no qual o importante é a qualidade da dieta. Num cenário de subnutrição, como em uma dieta forçada, por exemplo, o organismo tenderá a digerir seus estoques de gordura. Se a dieta persistir por mais tempo, o organismo passará a digerir suas próprias proteínas para obter energia para as atividades diárias. Por isso, toda a dieta rigorosa deve ser acompanhada por um profissional médico ou nutricionista, evitando a desnutrição.

Vamos dar um exemplo. Mariana virou vegetariana e, portanto, cortou as carnes e alguns laticínios de sua dieta. Mariana deve lembrar que as carnes são excelentes fontes de proteína e, portanto, de compostos nitrogenados para fabricar aminoácidos. Dos 20 aminoácidos presentes em nosso código genético, conseguimos sintetizar apenas a metade, mesmo com tais compostos. Os demais aminoácidos devem vir de proteínas de outras fontes.

Assim, é importante que Mariana adicione mais fontes de proteína vegetal. Isso porque as proteínas vegetais não são completas como as animais, que possuem todos os aminoácidos essenciais. Verifique na Tabela 1 a lista dos aminoácidos essenciais que não se encontram nesses alimentos.

Tabela 1. Fontes de proteínas alimentares e os aminoácidos que elas não contêm.

Fonte de Proteína	Fonte de Proteína
Legumes	Triptofano
Milho e cereais	Lisina e triptofano
Arroz e trigo	Lisina
Feijão	Metionina
Carnes	Nenhum
Leite e ovos	Nenhum
Soja, quinoa	Nenhum

Assim, é importante que a dieta de Mariana inclua uma variedade de vegetais como milho (para que ela tenha o aminoácido essencial metionina), legumes (para ter o aminoácido lisina) e feijão (para ter o aminoácido triptofano). De modo geral, o tipo mais comum de desbalanço alimentar é a deficiência de proteínas, pois são alimentos mais caros, como carnes, ovos e leite. Outras deficiências de nutrientes essenciais são mais raras.

Um outro tipo de desbalanço alimentar é a obesidade. A obesidade advém da ingestão de mais quilocalorias do que o corpo necessita, fazendo-o armazenar o excedente energético sob a forma de gordura. Infelizmente, este tipo está se tornando cada vez mais comum e causa muitos problemas de saúde.

A obesidade entra em uma categoria de doenças chamadas doenças crônicas não transmissíveis que vêm tomando conta do cenário epidemiológico atual, tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento. Ela é uma doença associada a outras patologias, como a hipertensão, que você viu na Unidade 2, e a diabetes.

4.1 Diabetes

O diabetes é uma doença caracterizada por uma alta concentração de açúcar no sangue.

Quando nos alimentamos e digerimos o alimento, nosso corpo absorve os nutrientes, dentre eles o açúcar. Só que para o açúcar conseguir entrar nas nossas células e ser utilizado como gerador de energia, nosso corpo precisa sinalizar para as nossas células que há açúcar o bastante disponível para que elas o recebam para quebrar e gerar energia (ou estocar na forma de gordura). Essa sinalização se faz pelo hormônio insulina, que é produzido pelo pâncreas e liberado na corrente sanguínea, por onde vai “avisando” às células da disponibilidade de açúcar para as atividades metabólicas.

Existem duas possibilidades de problema envolvendo essa sinalização e, portanto, dois tipos de diabetes:

1. O pâncreas não produz insulina (ou não a produz corretamente, ou em quantidade suficiente): as células não “percebem” o açúcar porque não há sinalização para isso. Esse é o diabetes tipo I, ou insulino-dependente. Tem esse nome porque a pessoa que tem esse problema precisa injetar insulina em seu próprio corpo, para suprir a necessidade daquilo que não está produzindo.
2. Uma pessoa (em geral, obesa) come tanto açúcar durante sua vida que seus níveis de insulina são sempre altos. Chega uma hora em que as células perdem a sensibilidade para a insulina, uma vez que ela está sempre lá em altas concentrações. Quando isso acontece, a pessoa não consegue mais diminuir suas concentrações de açúcar no sangue, configurando o quadro de diabetes. Esse é o diabetes tipo II, ou insulino-independente. O tratamento desta doença envolve uma série de medidas, incluindo reajuste da dieta e outras medicações que afetam essa via de sinalização da insulina.

No diabetes, o açúcar, então, fica na corrente sanguínea, o que é um problema porque aumenta a viscosidade do sangue, dificultando a circulação por vasos de calibres menores, como os capilares. Sem a circulação adequada, algumas partes do corpo podem sofrer necrose (morte) por falta de oxigenação adequada.

O diabetes não tem cura, mas há alguns tratamentos bastante eficazes. Em termos de prevenção, é possível, com hábitos alimentares saudáveis, evitar o diabetes tipo II. O tipo I não tem prevenção, pois é causado por um “defeito” nas células do pâncreas.

Seção 5

Doenças parasitárias

Existem seres vivos que infectam os seres humanos e vivem no nosso sistema digestório, nos causando danos. Entre os parasitas intestinais humanos mais importantes podemos citar os **nematódeos**: *Ascaris lumbricoides* (a famosa lombriga), *Trichuris trichiura* e *Ancylostoma duodenale* e os **platelmintos** *Taenia solium* e *Taenia saginata* (as famosas tênias).

Nematódeos

Animais do Filo Nematoda. Algumas espécies parasitam o sistema digestório humano. Possuem sistema digestório completo que inclui boca e ânus.

Platelmintos

Animais do Filo Platyhelminthes. Algumas espécies parasitam o sistema digestório humano. Possuem sistema digestório incompleto, no qual a ingestão e a eliminação acontecem pelo mesma abertura.

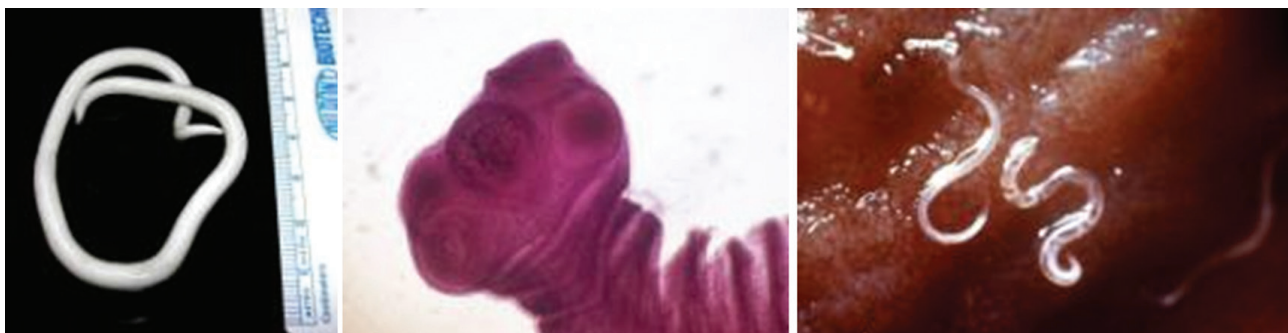


Figura 10: *Ascaris lumbricoides*, *Taenia solium*, *Ancylostoma duodenale*. Três espécies de parasitas do sistema digestório humano.

Essas espécies apresentam ciclos de vida que incluem períodos de **parasitose** humana, períodos de vida livre fora do corpo humano e períodos de parasitose em outros animais.

Parasitose

Também chamada de doença parasitária, causada por um parasita. O termo “parasita” se refere a uma espécie (parasita) que vive em associação com outra (hospedeiro), do qual retiram alimento para garantir sua sobrevivência com prejuízo para o ser parasitado. Você aprenderá sobre essas relações entre seres vivos na Unidade 2 do módulo 4.

A infecção humana é mais comum em crianças. Ao ingerir água contaminada ou alimentos mal lavados, eles também podem ingerir ovos de tais parasitas que se alojam no interior do tubo digestivo. Ao evacuarem, as fezes podem contaminar outras águas e outras pessoas se o esgoto local não for tratado. Os principais mecanismos de transmissão de parasitas intestinais são quando não há **saneamento básico**. Na realidade, alguns especialistas dizem que a cada R\$ 1,00 investido em saneamento básico R\$ 10,00 seriam economizados no tratamento de saúde da população. Imagine isso!

Saneamento básico

Relacionado com a disponibilidade de água potável, com a coleta e o tratamento de esgoto e o controle de pragas com objetivo de melhorar a saúde da população.



Boas práticas em higiene pessoal para evitar contágio por vermes e demais parasitas

- Lavar as mãos antes de se alimentar.
- Não colocar as mãos sujas na boca.
- Beber somente água filtrada ou fervida.
- Lavar bem frutas e vegetais.
- Evitar consumo de carnes mal cozidas ou cruas, especialmente de porco.

Por isso, devemos prestar atenção nos discursos de políticos melhor informados que irão investir em combater as causas dos problemas de saúde (disponibilizando água potável e esgoto tratado à população) e não apenas nos tratamentos desses problemas (hospitais reformados) que dão maior visibilidade à campanha para reeleição.

Este módulo termina aqui. “Pegando o gancho” do processo de digestão e geração de energia para as funções básicas dos seres vivos, no próximo, vamos começar entendendo um pouco sobre como flui a energia entre os sistemas biológicos. Até lá!

Resumo

- O sistema digestório é o conjunto de órgãos do corpo animal relacionado com o processo de nutrição e de obtenção de energia.
- A nutrição pode ser dividida em quatro etapas: ingestão, digestão, absorção e eliminação. A ingestão é o ato de colocar a comida para dentro do corpo pela boca. Na boca, a saliva é misturada com o alimento formando o bolo alimentar.
- A digestão seria a quebra das moléculas grandes do alimento por três tipos de ação: mecânica (por compressão); química (pelos ácidos) e enzimática (pelas enzimas), que rompem a estrutura das moléculas grandes do alimento. Na boca, a mastigação promove a ação mecânica enquanto as enzimas salivares fazem a ação enzimática.
- Quando chega ao estômago, o bolo alimentar é misturado ao suco gástrico formando o quimo. O quimo sofre ação mecânica (por compressão da musculatura gástrica), enzimática (pelas enzimas do suco gástrico) e química (pelo pH ácido do suco gástrico). No duodeno, o quimo recebe suco pancreático, suco intestinal e a bile, que neutralizam o pH ácido e degradam ainda mais o alimento.
- A absorção é a distribuição e o uso dessas moléculas menores como matéria-prima e energia para as reações metabólicas. Depois do duodeno, é no intestino delgado que 95% da absorção de nutrientes ocorre, auxiliado pelas vilosidades e microvilosidades da parede intestinal. No processo de eliminação, o corpo descarta os resíduos não usados.
- Uma pessoa desnutrida tem uma dieta sem um dos componentes essenciais enquanto o subnutrido está ingerindo menos alimento do que seu corpo precisa. O obeso ingere mais do que necessita e está acumulando o excesso sob a forma de gordura.
- Existem seres vivos que infectam os seres humanos e vivem no nosso sistema digestório, nos causando danos. Entre os parasitas intestinais humanos mais importantes podemos citar os **nematódeos**: *Ascaris lumbricoides* (a famosa lombriga), *Trichuris trichiura* e *Ancylostoma duodenale* e os **platelmintos** *Taenia solium* e *Taenia saginata* (as famosas tênias).

Veja ainda..

- Muitas pesquisas científicas estudam as doenças que afetam o sistema digestório, em especial as parasitoses. Veja esse artigo científico, onde são analisadas as parasitoses que acometem uma população escolar e os problemas socioambientais relacionados a elas: <http://www.biotemas.ufsc.br/volumes/pdf/volume214/p157a162.pdf>

Referências

- N.A. Campbell *et al.* *Biologia*. 8ª ed. em português, 2010.

Imagens



- André Guimarães



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Tiger_shark_teeth.jpg



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Teeth_by_David_Shankbone.jpg



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Illu_stomach.jpg



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Illu_pancreas_português.jpg



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Giardia_lamblia_SEM_8698_lores.jpg



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Vibrio_cholerae.jpg



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ascaris_lumbricoides.jpeg



- http://en.wikipedia.org/wiki/File:Taenia_solium_scolex.JPG • Roberto Galindo



- <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hookworms.JPG> • Joel Mills



- <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman.

Atividade 1

As quatro grandes etapas do processo de nutrição de um ser humano são **ingestão, digestão, absorção e eliminação**.

A primeira acontece quando colocamos o alimento na boca e, pela mastigação, realizamos uma ação **mecânica** sobre este, quebrando-o em partes menores e mais fáceis de serem deglutidas. A ação **enzimática** também se inicia na boca, com atuação da **amilase salivar**, que quebra **amido (carboidratos complexos)** em moléculas menores.

Depois de deglutido, o alimento, passa pela faringe, esôfago e vai para o **estômago**. Neste órgão, há morte de **bactérias** por ação do **ácido clorídrico** presente no **suco gástrico**. Este mesmo ácido possibilita a ação de uma enzima, chamada **pepsina**, que quebra **proteínas**.

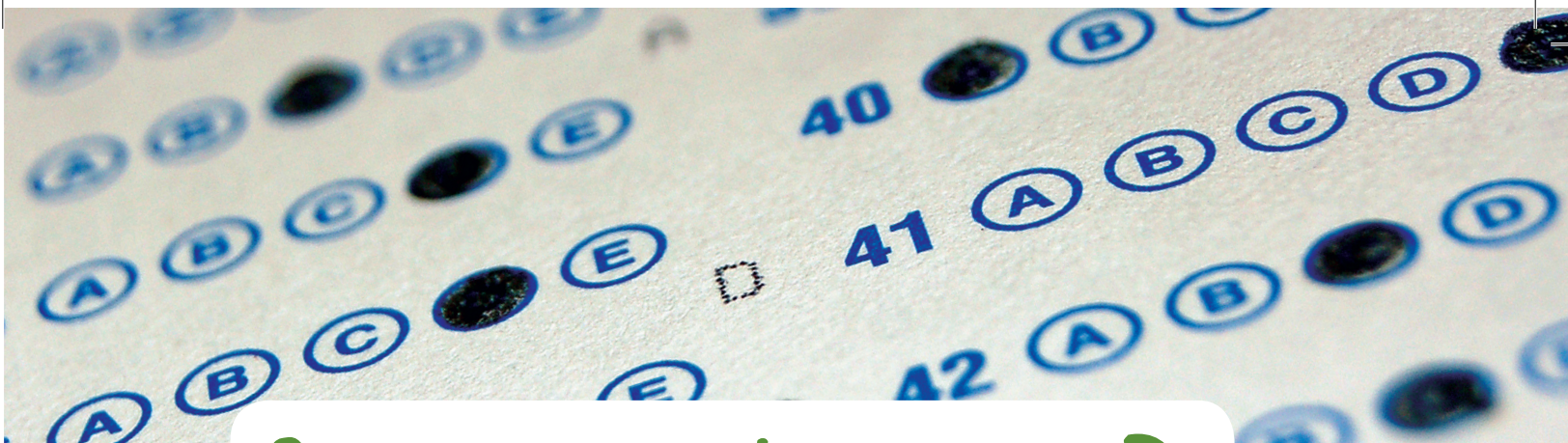
Em seguida, o alimento vai para o duodeno, onde o **suco pancreático** neutraliza a acidez do suco gástrico. Outras quatro enzimas estão presentes neste suco: **amilase pancreática, quimotripsina, tripsina e lipases**, quebrando carboidratos, proteínas e gorduras. Para a quebra das gorduras, há auxílio da **bile**, secretada pela vesícula biliar, que ajuda a emulsificar as gorduras.

O **suco intestinal** contém enzimas que realizam a quebra final das proteínas, e a partir daí, o quimo passa a ser chamado de quilo. Os nutrientes já quebrados serão absorvidos pelas células da parede do intestino delgado, que apresenta **vilosidades e microvilosidades** que aumentam muito a superfície de contato do intestino com os nutrientes a serem absorvidos.

Depois da absorção dos nutrientes, o que restou segue para o intestino grosso, onde acontecerá a reabsorção de **água**. O que restar, será eliminado na forma de **fezes**.

Respostas
das
Atividades





O que perguntam por aí?

1. (ENEM 2006)

A tabela a seguir apresenta dados relativos a cinco países.

país	saneamento básico (%)		taxa de mortalidade infantil (por mil)		
	esgotamento sanitário adequado	abastecimento de água	anos de permanência das mães na escola		
			até 3	de 4 a 7	8 ou mais
I	33	47	45,1	29,6	21,4
II	36	65	70,3	41,2	28,0
III	81	88	34,8	27,4	17,7
IV	62	79	33,9	22,5	16,4
V	40	73	37,9	25,1	19,3

Com base nessas informações, infere-se que:

- A educação tem relação direta com a saúde, visto que é menor a mortalidade de filhos cujas mães possuem maior nível de escolaridade, mesmo em países onde o saneamento básico é precário.
- O nível de escolaridade das mães influencia na saúde dos filhos, desde que, no país em que eles residam, o abastecimento de água favoreça, pelo menos, 50% da população.
- A educação de jovens e adultos e a ampliação do saneamento básico são medidas suficientes para se reduzir a zero a mortalidade infantil.
- Mais crianças são acometidas pela diarreia no país III do que no país II.
- A taxa de mortalidade infantil é diretamente proporcional ao nível de escolaridade das mães e independente das condições sanitárias básicas.

Gabarito: Letra A.

Comentário: A tabela indica que o nível de escolaridade das mães e o saneamento básico são importantes para reduzir a taxa de mortalidade infantil por doenças ligadas à poluição de água e não ao tratamento de esgoto.



Cargas elétricas e suas atrações

Para início de conversa..

Uma tempestade de raios e trovões deixa-nos amedrontados e ao mesmo tempo extasiados - os raios despencando das nuvens, cruzando o céu com violência e quem sabe destruindo uma árvore no campo ou (felizmente) atingindo um para-raios em algum edifício. Veremos neste módulo que os raios e muitos outros fenômenos que observamos são ocasionados por forças eletromagnéticas: magnetos presos na geladeira, a agulha da bússola, procurando o norte, pedacinhos de papel atraídos por uma caneta plástica que foi esfregada em tecido, as correntes elétricas que chegam pelos fios e que alimentam os eletrodomésticos da casa etc.]



Figura 01: Descarga elétrica em forma de raios
Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Raios.jpg>

Por volta de 600 a.C., os gregos já sabiam que se uma pedra de âmbar fosse esfregada com um pano de lã e depois fosse encostada em outro objeto, a pedra e o objeto se repeliriam. Eles também perceberam que se um pedaço de vidro for esfregado com um pano de seda, objetos tocados pelo vidro repelem-se uns aos outros. No entanto, objetos tocados pelo vidro e objetos tocados pela pedra de âmbar atraem-se. Hoje dizemos que tanto a pedra de âmbar e o vidro tornaram-se carregadas. A força de atração ou repulsão nesses experimentos simples denomina-se “força elétrica”, que vem da palavra grega para âmbar, *electro*.

O entendimento das interações elétricas avançou muito nos séculos XVIII e XIX com experimentos realizados por cientistas na Europa e nos Estados Unidos (alguns dos quais vamos mencionar mais adiante). Aliás, no início dos experimentos em eletricidade e magnetismo não havia o objetivo de se realizar algo “útil” (como uma lâmpada elétrica), os experimentos eram realizados para se entender melhor o funcionamento das forças básicas da natureza. Hoje não podemos nem imaginar um mundo sem o conforto que a eletricidade nos traz: iluminação, elevadores, comunicações, aquecimento, refrigeração... Há muitos casos na história da ciência nos quais uma pesquisa sem finalidades práticas acaba produzindo enormes benefícios para a humanidade.

Voltando à eletricidade estática, é comum nos museus de Ciências um experimento onde se pode tocar numa esfera carregada e os cabelos ficam em pé. Nos países de clima frio, onde a umidade do ar é baixa, também se observa que os

Eriçados

arrepiaados

cabelos ficam em pé quando as crianças escorregam em estruturas plásticas como as que existem nos parques de diversão. O fenômeno é o mesmo: o cabelo fica carregado, eles se repelem e terminam por ficar **erriçados**. Por que isso acontece? Discutiremos em seguida este e outros fenômenos.



Figura 2: Em países de clima frio e seco, é comum que os cabelos das crianças fiquem arrepiados ao descer em um escorrega. Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Static_on_the_playground_%2848616367%29.jpg

Objetivos de Aprendizagem

- Conceituar cargas elétricas e suas interações básicas.
- Aplicar a lei de Coulomb a problemas simples de eletrostática.
- Explicar fenômenos eletrostáticos do dia a dia.

Seção 1

Cargas elétricas

Todos os materiais que conhecemos e que são listados na tabela periódica da

Química são compostos por átomos, que são por assim dizer os “tijolos” fundamentais da Natureza. Os átomos são compostos por partículas ainda menores, os elétrons e os núcleos dos átomos que interagem por meio de forças elétricas. Os elétrons de carga negativa movem-se em torno dos núcleos de carga positiva. Como mencionamos na introdução, experimentos demonstraram que cargas iguais se repelem e cargas distintas se atraem. Como os elétrons e o núcleo possuem cargas distintas, existe uma força elétrica de atração entre eles. Os átomos e moléculas agrupam-se para formar os materiais do nosso dia a dia, os sólidos e os líquidos. Os átomos em geral são neutros, pois a carga negativa dos elétrons cancela a carga positiva do núcleo.

Aliás, convém lembrar que a carga positiva no núcleo continua junta porque existe uma outra força, a força nuclear forte, que mantém os prótons juntos, embora eles se repilam fortemente devido ao fato de terem cargas iguais. Essa força forte só age em distâncias nucleares e é o que mantém o núcleo coeso.

No entanto, os elétrons não são ligados muito fortemente ao núcleo, principalmente os das camadas externas. Em muitas situações, os elétrons são arrancados de um corpo (por exemplo, o bastão de vidro esfregado com seda) e dizemos que ele adquiriu uma carga positiva. De forma análoga, um corpo pode adquirir carga negativa, se elétrons acumulam-se nele.

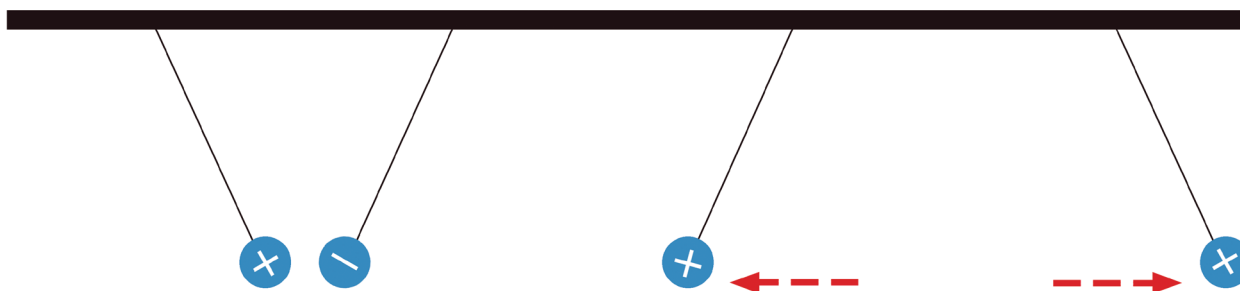


Figura 3: Cargas diferentes atraem-se e cargas iguais repelem-se.

Um corpo carregado pode se descarregar bruscamente, emitindo uma faísca.

Quem já morou num lugar onde a umidade é baixa (e portanto as cargas elétricas acumulam-se mais facilmente) sabe que maçanetas de portas às vezes dão choque, leve mas desconfortável.

Seção 2

Isolantes e condutores

Sabemos que alguns materiais são bons condutores de eletricidade e outros, não. Um condutor elétrico é um material no qual os elétrons podem se movimentar livremente pelos átomos. Os metais são os condutores mais comuns, um exemplo são os fios de cobre que compõem a rede elétrica que leva corrente até a sua casa. Outros materiais também conduzem eletricidade. A água salgada é um bom condutor por conter íons de sódio (Na^+) e cloro (Cl^-) que podem se mover transportando cargas elétricas.

Já os isolantes são materiais cujas ligações químicas permitem que poucos elétrons movam-se. Em cerâmicas, rochas, cabelos e madeira, por exemplo, os elétrons são ligados fortemente a um ou mais átomos por ligações iônicas ou covalentes (como você já deve ter visto nas aulas de Química). Esses materiais não conduzem eletricidade em condições usuais. Os isolantes (como o próprio nome indica) são utilizados no dia a dia para revestir os fios elétricos e evitar o contato com fios que transportam correntes elétricas.

Seção 3

As bases experimentais da Lei de Coulomb

No final do Século XVIII, apareceu mais uma evidência da unidade da física em fenômenos totalmente distintos: descobriu-se que a força elétrica entre duas cargas depende da distância entre elas da mesma forma que a força da gravidade entre duas massas. A história do estabelecimento desse fato experimental, que hoje é conhecido por Lei de Coulomb, é muito interessante. Benjamin Franklin (1706 – 1790) foi um cientista e estadista americano que realizou alguns experimentos pioneiros que ajudaram a esclarecer o mistério das cargas elétricas. Ele soltava uma pipa que tinha uma chave pendurada no fio e a chave emitia faíscas como os objetos carregados no laboratório. Disso ele concluiu que as nuvens eram carregadas e que ele podia carregar um objeto com cargas positivas ou cargas negativas, dependendo do arranjo experimental que ele fizesse. Esse experimento deu origem ao para-raios, que é um objeto metálico pontudo que oferece um caminho fácil e inofensivo para a descarga elétrica das nuvens.



Figura 4: Benjamin Franklin realizando sua experiência com a pipa e chave durante uma tempestade.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Franklin_lightning_engraving.jpg

Numa reunião científica, Franklin comentou com Joseph Priestley (1733-1804) sobre uma “observação curiosa” de anos atrás: ele notou que um vaso de metal atraía uma pequena esfera de cortiça pendurada num fio quando a bola estava no exterior do vaso, mas que no interior do vaso a cortiça não era atraída. Priestley confirmou o resultado de Franklin e compreendeu o seu significado mais profundo: ele lembrou que uma casca esférica não atrai gravitacionalmente outra massa colocada no seu interior, mas que atrai o mesmo objeto, se ele estiver no exterior da casca. Assim Priestley inferiu que a atração elétrica entre as cargas deveria obedecer a leis semelhantes à gravitação.

Após tomar conhecimento do comentário de Priestley, Henri Cavendish (1731-1810) fez experimentos que demonstraram a correção das observações de Franklin. Ele repetiu o experimento de Franklin de forma muito mais sofisticada e utilizando-se das ferramentas do cálculo diferencial que Newton havia inventado, deduziu que a lei de atração entre as cargas era inversamente proporcional ao quadrado da distância, ou seja,

$$F \sim \frac{1}{d^N}$$

onde o valor experimental para N era . Esse resultado ficou esquecido por um século (ele nunca o publicou), até que suas anotações foram descobertas por outro cientista.

3.1 Lei de Coulomb

A força entre duas cargas como função da distância ficou conhecida como Lei de Coulomb, após o famoso experimento de Charles Augustin Coulomb (1726-1806). Ele não conhecia o resultado de Cavendish, discutido anteriormente, e mediu diretamente a força exercida por uma carga sobre a outra, em 1785. Para realizar essa medida, ele utilizou uma balança de torção (veja Figura 5).

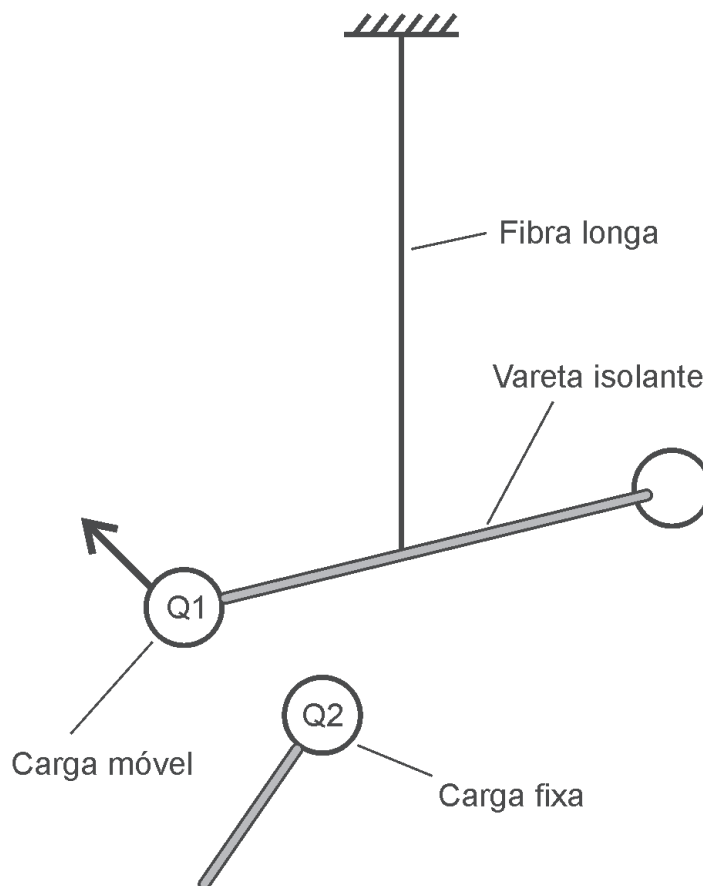


Figura 5: Esquema da balança de torção utilizada por Coulomb

Ele colocou bolas de cortiça nas extremidades de uma vareta isolante, suspensa horizontalmente por uma fibra longa. Em seguida, ele carregou uma das bolas da vareta com carga Q_1 . Uma outra bola carregada com carga Q_2 mantida a uma certa distância d provoca uma força na bola com carga Q_1 . A fibra é calibrada de modo que o ângulo que a vareta faz com a direção inicial (antes da carga Q_1 ser aproximada) seja proporcional ao módulo da força entre as cargas. Uma força igual e contrária aparece (e age) na carga Q_2 de acordo com a segunda lei de Newton. Assim, variando a distância entre as cargas e medindo a força para cada distância, Coulomb foi capaz de estabelecer a seguinte lei:

Importante

A força entre duas cargas é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas. A força atua sobre a reta que passa no centro das duas cargas.

A unidade de carga elétrica é o Coulomb (C) no Sistema Internacional. A carga de 1C é a carga contida em $6,25 \times 10^{23}$ elétrons. Essa quantidade de elétrons, que parece muito grande, passa, por exemplo, a cada segundo por um fio que conduz a corrente para uma lâmpada de 100 W.

Assim, costuma-se escrever

$$F = k \frac{Q_1 \times Q_2}{d^2}$$

onde $k=9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ é uma constante. Usualmente se calcula o módulo da força, utilizando-se a equação acima e sempre tomando os valores positivos para as cargas. Se as cargas possuem o mesmo sinal, é uma força de repulsão e, se possuem sinais opostos, é uma força de atração. A direção da força é a da reta que une as duas cargas. O sentido da força é dado pela Figura 4, conforme as cargas possuam mesmo sinal ou sinais distintos.

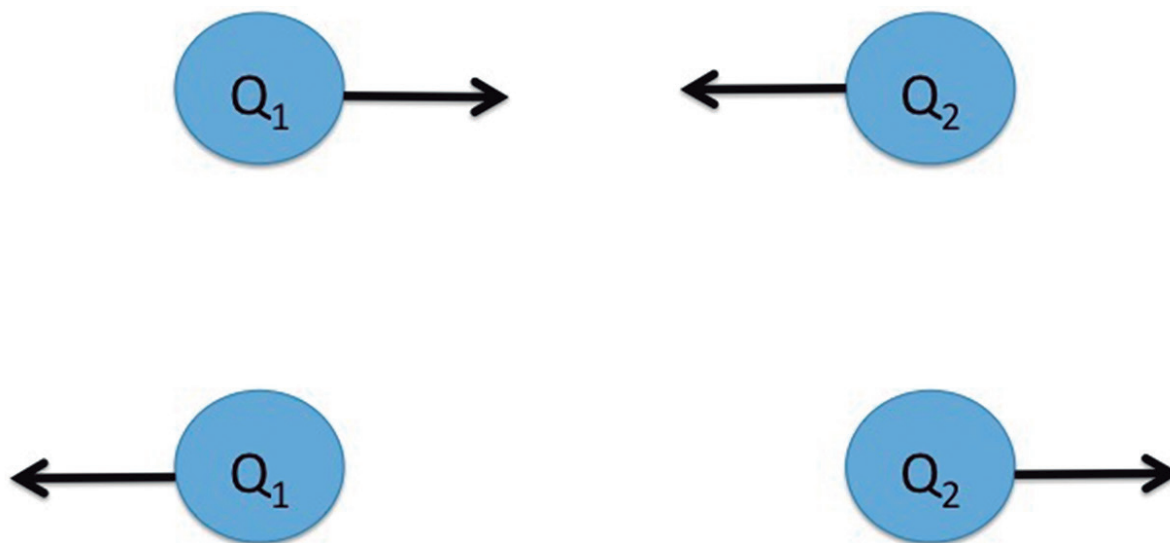


Figura 6: Forças elétricas causadas por cargas estáticas. No par superior, as duas cargas têm sinais contrários (Q1 é positiva e Q2 é negativa ou Q1 é negativa e Q2 é positiva). No par inferior, as duas cargas possuem o mesmo sinal (ou as duas positivas ou as duas negativas).

Um coulomb de carga é uma carga enorme

Imagine duas cargas iguais e opostas com $Q = \pm 1\text{C}$, situadas a 1 km uma da outra. Calcule a força elétrica entre as cargas.

Anote suas respostas em seu caderno

Atividade

1

Força elétrica X força gravitacional

Calcule a força elétrica entre o elétron e o próton que compõem o átomo mais simples que existe, o átomo de hidrogênio. Compare a força elétrica com a força gravitacional entre a massa do elétron e a massa do próton. A distância entre eles (ou seja, o raio típico do átomo de hidrogênio) é de $R = 10^{-10}\text{ m}$. A carga do elétron é o negativo da carga do próton que vale $Q = 1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$. A massa do elétron é $m = 9 \times 10^{-31}\text{ kg}$ e a massa do próton é $M = 1.7 \times 10^{-27}\text{ kg}$.

Atividade

2

Seção 4

O princípio da superposição

Já sabemos como as cargas agem entre si: cada uma causa na outra uma força cujo módulo é dado pela Lei de Coulomb, na direção da linha que as une. Sabemos também que a força pode ser atrativa ou repulsiva, dependendo do sinal das cargas.

E se houver mais de uma carga? Como fica a Lei de Coulomb?

Vamos supor que haja três cargas q_1 , q_2 e q_3 , dispostas num plano. Escolhermos uma delas, por exemplo, q_3 . Qual a força que as outras duas fazem nela?

A experiência mostra que a força total exercida sobre a terceira carga é a soma vetorial da força que cada uma das duas primeiras causa sobre a terceira. Essa propriedade da interação elétrica é denominada de princípio da superposição de forças e na realidade se aplica para qualquer número de cargas (não apenas duas), interagindo uma com as outras.

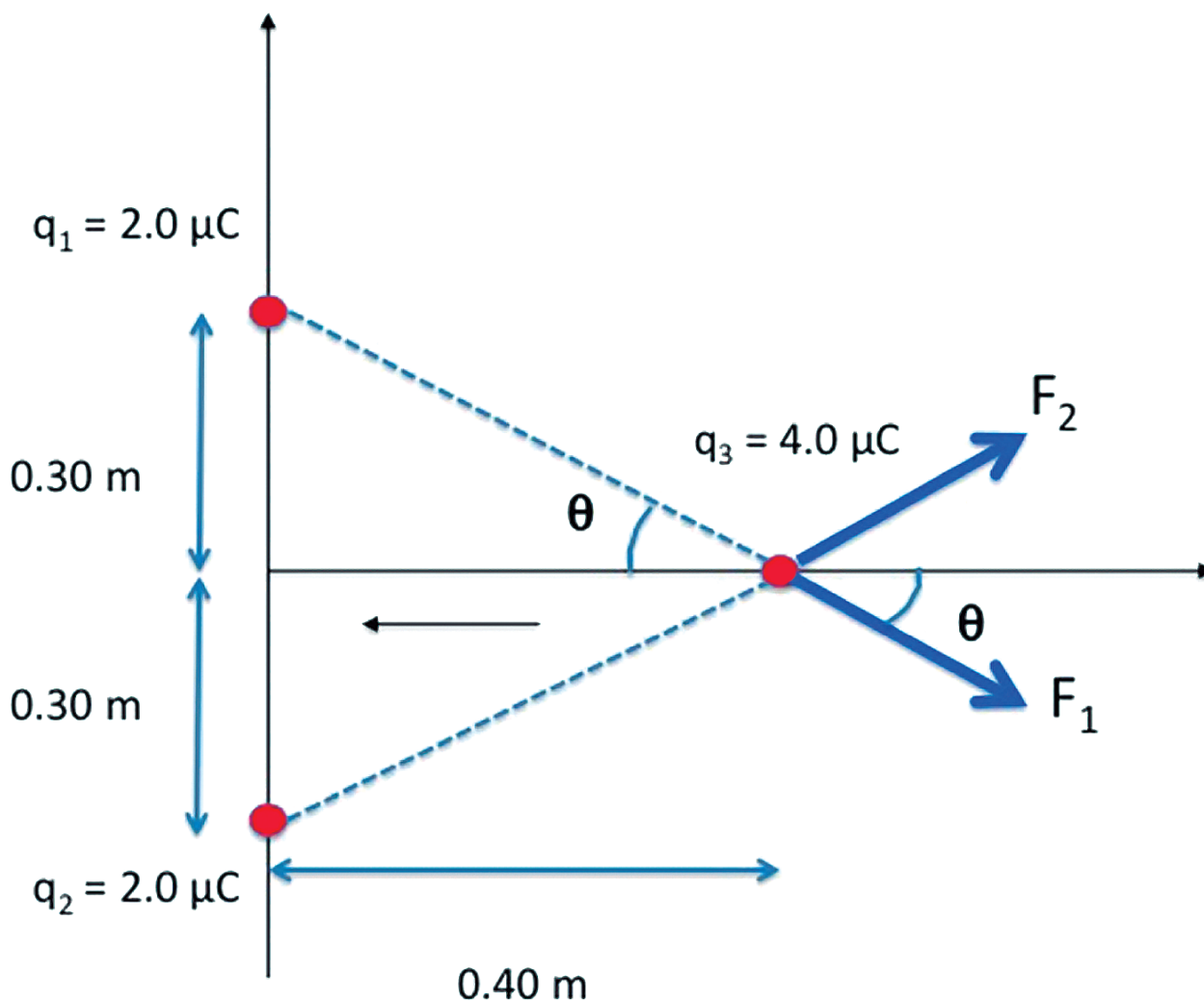


Figura 7: Três cargas no plano e as forças que as cargas q_1 e q_2 fazem em q_3 .

Vamos ilustrar essa propriedade com o exercício seguinte.

Na Figura 7, temos 3 cargas. A geometria do problema e os valores das cargas estão mostrados na figura. Chamamos F_1 à força causada pela carga q_1 na carga q_3 . Observe que o traço pontilhado na figura é a distância entre estas duas cargas:

$d = \sqrt{0.3^2 + 0.4^2} = 0,5m$ O módulo de F_1 é dado por:

$$F_1 = K \frac{q_1 \times q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \frac{(4 \times 10^{-6}) \times (2 \times 10^{-6})}{0,5^2} = 0,29N$$

O ângulo θ na figura, dado pela geometria do problema, permite-nos decompor essa força ao longo dos eixos x e y.

$$F_{1x} = F_1 \cos \theta = 0,29 \cdot \frac{0,40}{0,50} = 0,23N$$

$$F_{1y} = F_1 \sin \theta = -0,29 \cdot \frac{0,30}{0,50} = -0,17N$$

Pela figura, pode-se ver que realmente a componente no eixo x de F_1 é negativa. Por simetria do problema, o módulo de F_2 é o mesmo de F_1 . A decomposição é semelhante: a componente x é a mesma, mas a componente y tem o sinal contrário (pois aponta para cima, eixo y positivo). Portanto, quando somarmos os dois vetores, as componentes y anulam-se e a resultante é a soma das componentes x. Assim, a força que age na carga q_3 é $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = 2 \times F_1 = 0,46\hat{x}$, na direção do eixo x.

Vale a pena ressaltar que calculamos a força resultante em q_3 , mas qualquer das cargas terá duas forças elétricas, agindo nela produzidas pela interação dessa carga com as outras duas.

Experimento do canudo

Esfregue um canudo plástico com um lenço de papel e encoste-o numa parede de superfície lisa. O canudo fica grudado por algum tempo à parede. Explique por que isso acontece.

Anote suas
respostas em
seu caderno

Atividade

3

Seção 4

Campo elétrico

Até aqui, estudamos a Lei de Coulomb e como duas cargas interagem uma com a outra. Se movermos uma das cargas, imediatamente a outra, sente o efeito desse movimento, mesmo se ela estiver muito distante.

Denominamos essa concepção da interação entre duas cargas como uma “ação a distância”, onde não se supõe que haja “algo” que transmita a interação entre as duas partículas e que a ação seja instantânea. Sabemos hoje que isso não é razoável, pois a maior velocidade possível de transmissão de informação é a velocidade da luz.

Hoje empregamos o conceito de campo elétrico para descrever a interação elétrica entre duas partículas. Assim, uma partícula A carregada, gera em torno de si um campo elétrico em todos os pontos do espaço. Uma outra partícula B, sob a ação desse campo elétrico, sente a força elétrica gerada por A. Vejamos essa questão com mais detalhes.

A Figura 8 ilustra o campo elétrico gerado por uma carga positiva isolada no espaço. As flechas representam o campo elétrico, um vetor, em cada ponto do espaço, gerado pela carga $+Q$. Observe que a presença de uma única carga pode gerar um campo em todo o espaço.

Mas como se pode medir o campo elétrico num determinado ponto?

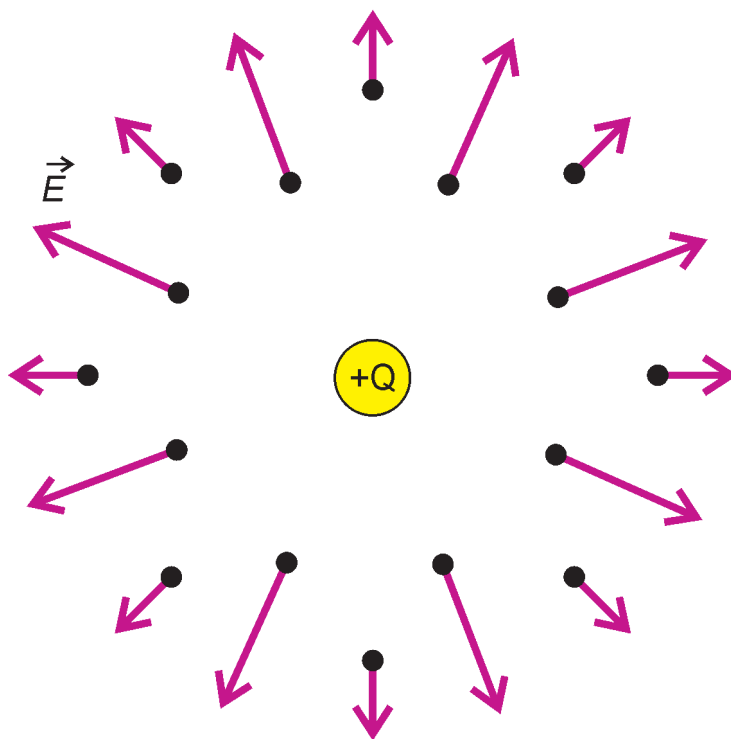


Figura 8: Campo elétrico gerado por uma carga $+Q$ em todos os pontos do espaço.

A Figura 9 é a mesma figura anterior na qual adicionamos uma carga de teste q_0 , supostamente bem menor do que a carga $+Q$ (para não perturbar o campo gerado pela carga maior). O campo elétrico é definido da seguinte forma:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

de modo que a força na carga q_0 é dada por

$$\vec{F} = q_0 \vec{E}$$

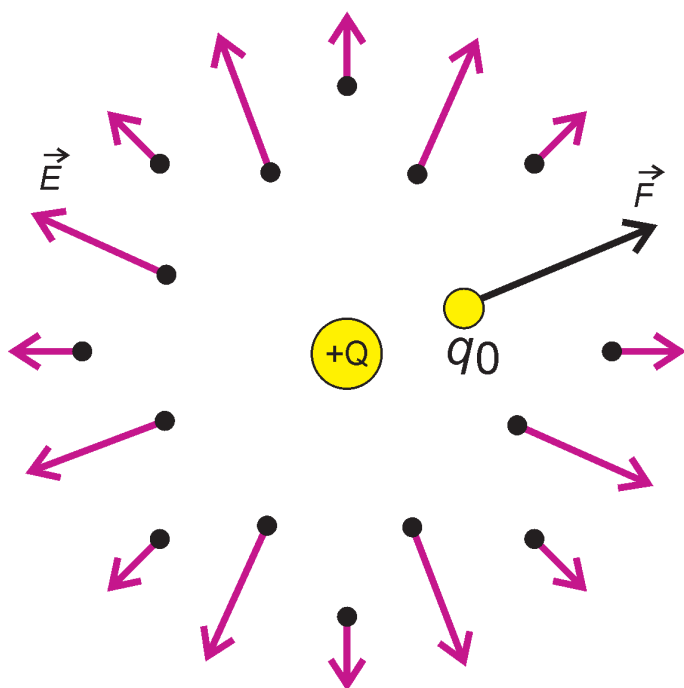


Figura 9: Campo elétrico gerado por uma carga $+Q$ em todos os pontos do espaço. Sobre uma carga $+q_0$ no campo de $+Q$ age uma força \vec{F} que é a força dada pela Lei de Coulomb.

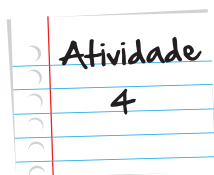
Portanto, para que a definição de campo esteja em conformidade com a lei de Coulomb, o módulo do campo elétrico de uma carga pontual deve ser dado por:

$$E = k \frac{Q}{d^2}$$

de modo que, pela definição acima, o módulo da força seja dado por

$$F = k \frac{Qq_0}{d^2}$$

O sentido e a direção da força obedecem ao que já vimos anteriormente: a força está na direção da linha que une as duas cargas e ela é atrativa, se as cargas forem distintas, e repulsiva, se as cargas forem iguais. Assim, uma carga $-Q$, negativa, gera um campo elétrico cujos vetores apontam para a carga (compare com a Figura 8). Uma carga de teste $+q_0$ na vizinhança dela iria sofrer uma força atrativa (compare com a Figura 9).



Elétron e próton acelerados

Um próton é solto num campo elétrico uniforme. A seguir, um elétron é colocado no mesmo ponto e solto também. A mesma força age neles? A mesma aceleração? Eles se movem na mesma direção, quando soltos?

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 5

A água como uma substância polar

Na realidade, tudo isso que discutimos parece um tanto longe da nossa realidade do dia a dia. Nada mais equivocado! Por exemplo, a substância mais importante para a nossa vida é a água, é ela que torna a vida possível. As moléculas do nosso corpo precisam de água para dissolver as moléculas biológicas essenciais. A água é um composto de hidrogênio e oxigênio, com dois átomos de hidrogênio para cada átomo de oxigênio. As propriedades elétricas da molécula da água é que a tornam tão eficiente como solvente, como veremos a seguir.

Um dipolo elétrico pode ser pensado como um par de cargas pontuais com mesmo módulo, porém de sinais contrários (ou seja, uma carga positiva $+Q$ e uma carga negativa $-Q$) bem próximas. Como um todo, o dipolo é neutro, mas há um desbalanço espacial de carga, de modo que uma parte seja mais positiva e outra mais negativa. Uma molécula de água é neutra, mas as ligações químicas no interior da molécula ocasionam um deslocamento das cargas. Assim, a parte ocupada pelos hidrogênios fica mais positiva e a parte ocupada pelo oxigênio fica mais negativa, conforme mostra a Figura 10. As consequências desse deslocamento são profundas.

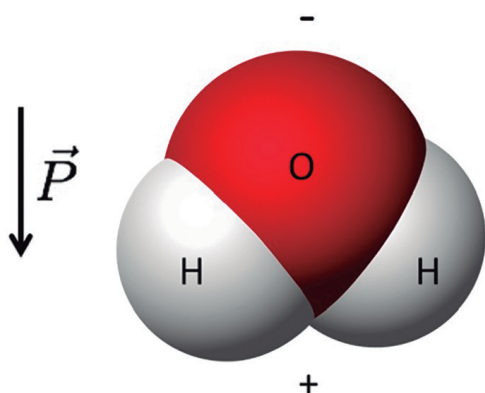


Figura 10: Uma molécula de água. Há um ligeiro desbalanço espacial de cargas, no sentido que a parte mais próxima dos hidrogênios é mais positiva e a parte mais próxima do oxigênio é negativa, mas a molécula como um todo é neutra. O momento P aponta da extremidade negativa para a positiva.

A água, por ter um momento de dipolo significativo, é um excelente solvente de substâncias iônicas, como o sal de cozinha (cloreto de sódio, NaCl). Ao se dissolver em água, o sal dissocia-se em um íon positivo (Na^+) e um íon negativo (Cl^-), que são respectivamente atraídos pelas extremidades negativa e positiva da molécula. O momento de dipolo da água é responsável pelos efeitos físicos e químicos que ocorrem nas soluções aquosas. A vida na Terra depende das reações bioquímicas que só são possíveis graças ao fato das moléculas de água possuírem momento de dipolo significativo.

Aliás, a água, caindo da torneira (de modo que fique um filete bem fino), desvia-se da sua trajetória na presença de um bastão de plástico carregado e daí podemos inferir que as moléculas de água (embora neutras) possuem um momento de dipolo. Fluidos que não são compostos por moléculas dipolares (como o tetracloreto de carbono, por exemplo) não são desviados de sua trajetória pela presença de um bastão carregado.

Resumo

Nesta aula, você viu que:

- As cargas elétricas podem ser de dois tipos: positivas ou negativas. Quando são iguais, elas se repelem, e quando são opostas, atraem-se;
- Materiais condutores são aqueles em que os elétrons podem se movimentar livremente pelos átomos, já os materiais isolantes são aqueles que as ligações químicas permitem pouca movimentação de elétrons;
- A Lei de Coulomb diz-nos que a força entre duas cargas é diretamente proporcional ao produto das cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas, ;
- Em uma associação de cargas, a força total exercida sobre uma carga é a soma vetorial da força que cada uma das outras cargas causa sobre a carga escolhida;

Veja Ainda

Física e vida: o "sexto sentido" dos tubarões

Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/File:Lorenzini.jpg>.

Os tubarões podem localizar a presa escondida na areia no fundo do oceano. Eles detectam o campo elétrico minúsculo, produzido pelas contrações musculares da presa. Podemos ver os canais preenchidos por uma geleia condutora que terminam em poros, que são os pontos pretos na figura. Campos de baixa intensidade (até 5×10^{-7} N/C) fazem cargas fluir nos canais e disparam um sinal no sistema nervoso do tubarão. Canais com orientações distintas podem indicar as componentes distintas do campo elétrico e assim determinar a direção do campo.



Figura 11: Os pontos pretos na figura são os poros pelos quais o tubarão detecta campos elétricos.

Algumas referências sobre a capacidade dos tubarões de detectarem campos elétricos:

http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/o_sentido_eletrico_dos_tubaroes_imprimir.html

Referências

Livros

- Hewitt, Paul G. **Física Conceitual**. Bookman, Porto Alegre, 2000.
- Cassidy, David; Holton, Gerald e Rutherford, James. **Understanding Physics**. Springer, 2002.

Atividade 1

De acordo com a Lei de Coulomb (lembre que $d = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$).

$$F = 9 \times 10^9 \frac{1 \times 1}{1000^2} = 9000 \text{ N}$$

que é uma força enorme, quase o peso de uma pedra de uma tonelada!

Atividade 2

Vamos calcular primeiro a força gravitacional entre o próton e o elétron. Lembre que a força gravitacional é SEMPRE ATRATIVA entre duas massas quaisquer e sua expressão é dada pela equação vista anteriormente:

$$F_g = G \frac{m \times M}{R^2} = 6,7 \times 10^{-11} \frac{(1,7 \times 10^{-27}) \times (9 \times 10^{-31})}{(10^{-10})^2} = 1 \times 10^{-47} \text{ N}$$

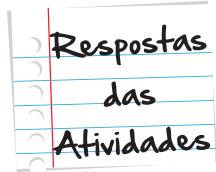
Vamos agora calcular a força elétrica entre as duas cargas por médio da Lei de Coulomb:

$$F_E = k \frac{q \times q}{R^2} = 9 \times 10^9 \frac{(1,6 \times 10^{-19}) \times (1,6 \times 10^{-19})}{(10^{-10})^2} = 2 \times 10^{-8} \text{ N}$$

de onde concluímos que a força gravitacional é muito menor do que a força elétrica entre as cargas.

Atividade 3

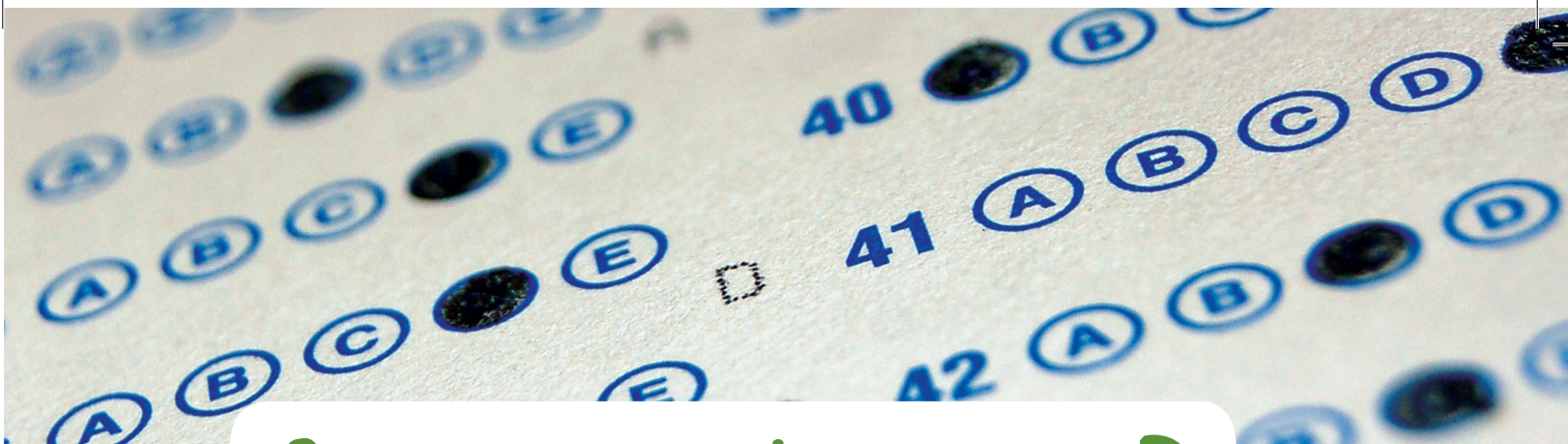
Quando o canudo é esfregado pelo papel, ele fica eletrizado com carga negativa (como descrito na seção 1). Ao se aproximar da parede, a carga negativa excedente no canudo atrai a parte positiva das moléculas da parede e repele os elétrons das mesmas moléculas. Assim, a superfície da parede fica positivamente carregada e atrai o canudo. Claro que quem realmente impede o canudo de escorregar na parede é a força de atrito entre os dois, que só existe porque a força de atração elétrica empurra um contra o outro.



Respostas
das
Atividades

Atividade 4

Lembremos que a carga do elétron é negativa, a do próton é positiva e com o mesmo módulo da do elétron e que a massa do próton é cerca de duas mil vezes maior do que a do elétron. Assim, os dois experimentam a mesma força, pois a força é carga vezes o campo elétrico, conforme explicado na seção 4. A aceleração é força dividida pela massa. Assim, a aceleração do elétron será muito maior (duas mil vezes maior, aproximadamente). E finalmente, eles se movimentam em direções opostas, pois a força numa partícula carregada depende do sinal da sua carga. Assim, o próton se movimentará na mesma direção do campo elétrico e o elétron se movimentará na direção contrária ao campo elétrico.



O que perguntam por aí?

Questão Mackenzie-SP

) Duas esferas metálicas idênticas, separadas pela distância d , estão eletrizadas com cargas elétricas Q e $-5Q$. Essas esferas são colocadas em contato e em seguida são separadas de uma distância $2d$. A força de interação eletrostática entre as esferas, antes do contato, tem módulo F_1 e, após o contato, tem módulo F_2 . A relação F_1/F_2 é:

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4
- e. 5

Resposta: Item C

Comentário da resposta:

Antes do contato, pela Lei de Coulomb, o módulo da força eletrostática é dado por:

$$F_1 = k \frac{Q \times 5Q}{d^2} = 5k \frac{Q^2}{d^2}$$

Depois do contato, a carga líquida, que é de $4Q$, distribui-se igualmente entre as duas esferas que estão agora separadas pelo dobro da distância e portanto:

$$F_2 = k \frac{2Q \times 2Q}{4d^2} = k \frac{Q^2}{d^2}$$

e assim, a razão $F_1/F_2 = 5$.

Questão VUNESP-SP

Uma partícula de massa m e carga q é liberada, a partir do repouso, num campo elétrico uniforme de intensidade E . Supondo que a partícula esteja sujeita exclusivamente à ação do campo elétrico, a velocidade que atingirá t segundos depois de ter sido liberada será dada por:

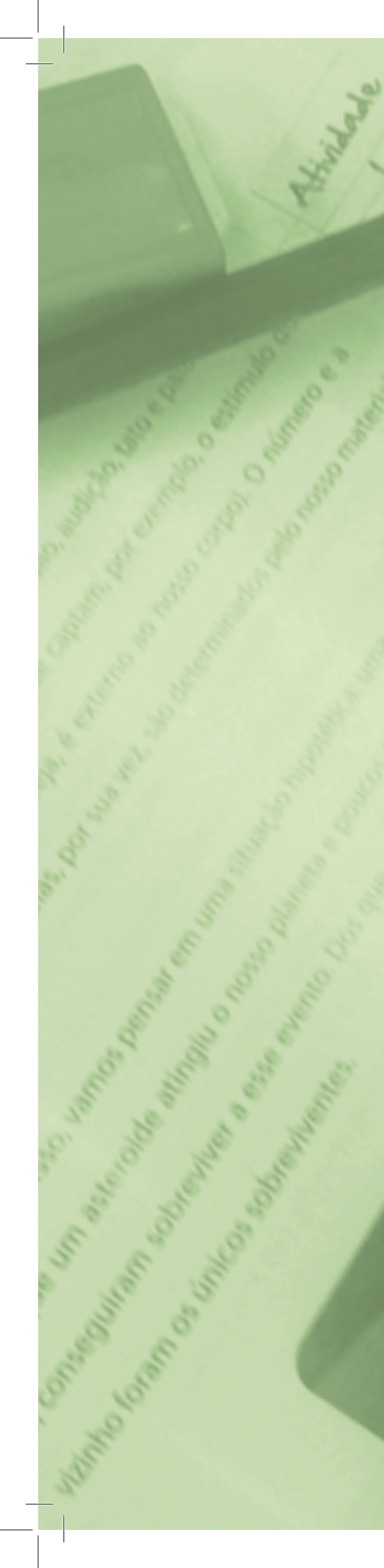
- a. qEt/m
- b. mt/qE
- c. qmt/E
- d. ET/qm
- e. t/qmE

Resposta: Item A

Comentário da resposta:

A força que age na partícula no momento que ela é liberada é $F = qE$ (pela definição de campo elétrico). Por outro lado, a segunda Lei de Newton diz que $F=ma$. Igualando as duas expressões, obtemos que: $a = qE/m$. Assim, como a partícula saiu do repouso, a velocidade num tempo t dada por $v = at = qEt/m$.





Aprendendo sobre as correntes elétricas

Para início de conversa...

Nossa vida no mundo de hoje depende da eletricidade de uma maneira absolutamente fundamental. Basta ver todos os transtornos causados por um período prolongado de falta de “luz”. Praticamente, todos os aparelhos que tanto servem para facilitar nossas tarefas domésticas quanto para alegrar e enriquecer a nossa vida cotidiana são movidos à energia elétrica. Se você nunca pensou nisso antes, tente imaginar como a vida era muito mais difícil e menos confortável míseros 150 anos atrás, quando não havia geladeira, chuveiro elétrico nem máquina de lavar roupa. Hoje em dia, o acesso da população em geral à eletricidade nos parece óbvio e natural, como se sempre tivesse sido assim. No entanto, a distribuição de eletricidade para as fábricas, a iluminação pública e as residências teve início há pouco mais de 100 anos. No Brasil, a primeira usina termoelétrica (a carvão) foi instalada em 1883, na cidade de Campos (RJ), e a primeira usina hidrelétrica foi construída, no mesmo ano, em Diamantina (MG).

O estudo da corrente elétrica e de seus efeitos é essencial para a construção e compreensão do funcionamento dos mais variados aparelhos, desde um simples ferro elétrico a um dispositivo eletrônico de última geração.



Figura 1: Você consegue imaginar sua vida sem objetos que utilizam a energia elétrica?

Objetivos de aprendizagem

- Conceituar corrente elétrica;
- Calcular o fluxo de elétrons em uma corrente;
- Diferenciar o sentido do fluxo de elétrons e da corrente elétrica;
- Identificar os diferentes tipos de corrente elétrica;
- Calcular a resistência elétrica de um resistor.

Seção 1

A ocorrência da corrente elétrica

As aplicações mais importantes da eletricidade envolvem cargas elétricas em movimento, formando uma **corrente elétrica**. Trataremos de correntes em condutores metálicos, tais como fios de cobre, embora um feixe de prótons no interior vazio de um acelerador de partículas também seja uma corrente elétrica.

Para que exista uma corrente elétrica de caráter estacionário, é necessário que haja um circuito elétrico fechado, onde se dá a circulação desta corrente. O tipo mais simples de circuito elétrico é aquele que envolve uma fonte de energia elétrica, um consumidor desta energia, e fios condutores que possibilitem a conexão entre a fonte e o consumidor. Além disso, quando se deseja dar seletividade ao circuito, permitindo que este seja ligado ou desligado, é comum o uso de interruptores. A figura a seguir mostra o esquema elétrico de um circuito simples onde estão ilustrados por meio de símbolos específicos, os elementos básicos aqui descritos.

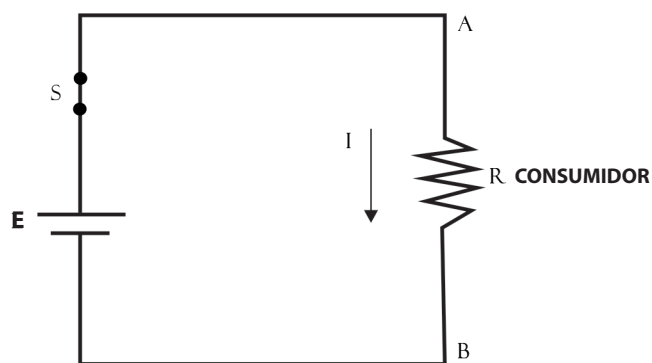


Figura 2: Circuito elétrico típico.

O símbolo que acompanha a letra E representa uma pilha (fonte de energia), onde o traço maior faz papel de polo positivo e o traço menor é o polo negativo. O símbolo que acompanha a letra S representa o interruptor na condição “fechado”, e a letra i representa a corrente elétrica que circula no circuito fechado, transportando a energia da fonte até o consumidor por meio dos condutores elétricos (fios) que compõem o circuito elétrico.

Saiba Mais

Efeitos da corrente elétrica



Quem já passou pela desagradável experiência de sofrer um choque elétrico conhece os efeitos fisiológicos e os incômodos provocados pela passagem da corrente elétrica através do corpo. Em muitos casos essa pode ser uma experiência extremamente perigosa, provocando danos irreversíveis ou até a morte.

Além dos efeitos fisiológicos percebidos pelas vítimas de choques elétricos, a circulação de corrente em sistemas elétricos provoca outros efeitos físicos, como a produção de campos magnéticos, como aqueles produzidos nos eletroímãs, e a inevitável produção de calor em equipamentos elétricos em geral, seja ela provocada propositalmente, como no caso dos eletrodomésticos destinados à produção do calor, ou em qualquer outro eletrodoméstico em que a produção do calor chega a ser indesejada, como no caso dos aparelhos de TV.

Um modelo microscópico para a corrente elétrica

Para que a corrente elétrica estabeleça-se, é necessário que o circuito seja constituído de condutores elétricos (fios). O termo condutor elétrico encontra-se relacionado diretamente à natureza do material utilizado na fabricação desses fios: cobre, alumínio etc., e é condição para a ocorrência de corrente elétrica. Vamos entender melhor este fenômeno?



Estudos sobre as propriedades elétricas dos materiais revelaram que, diferentemente dos materiais isolantes, os materiais condutores de eletricidade possuem uma grande quantidade de elétrons livres disponíveis no seu interior.

Do ponto de vista prático, os metais são materiais que possuem tais características físicas, e isso explica porque os fios elétricos são construídos a partir desses materiais.

A figura a seguir exibe uma representação de um trecho de um condutor elétrico cilíndrico e ilustra um modelo simplificado do que ocorre no interior deste condutor de natureza metálica como o cobre, por exemplo, quando este não se encontra conectado a nenhum circuito elétrico.

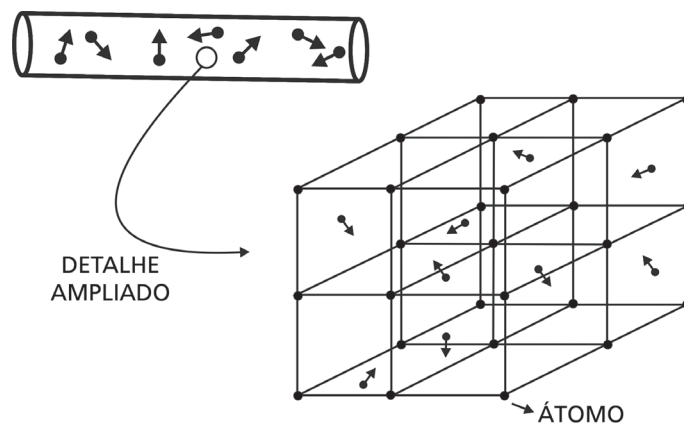


Figura 3: Modelo simplificado de um trecho de fio condutor.

O detalhe na figura mostra uma estrutura geométrica regular que representa a distribuição dos átomos de cobre ocupando os vértices dos cubos microscópicos.

A esta estrutura denomina-se rede cristalina, onde os átomos de cobre realizam movimentos periódicos de vibração que são transmitidos a toda a rede. Além disso, é possível observar no detalhe, o movimento dos elétrons que ocorre em direções aleatórias ao longo da rede.

Você deve estar se perguntando: se o movimento dos elétrons livres é aleatório no interior do condutor, o que seria a corrente elétrica?

Dos estudos da eletrostática foi possível aprendermos que partículas carregadas eletricamente, como os elétrons, sofrem ação de forças elétricas quando submetidas a campos elétricos.

Nos circuitos elétricos, a pilha, a bateria ou o gerador possuem dupla função. Além de fornecerem energia, submetem o circuito a uma diferença de potencial (tensão elétrica) e, conseqüentemente, a um campo elétrico que atua sobre os elétrons livres impondo-lhes uma força elétrica, que faz com que o movimento dessas partículas carregadas deixe de ser aleatório e passe a ser orientado. A esse movimento orientado de cargas elétricas dá-se o nome de corrente elétrica. Em termos operacionais, isso ocorre quando o interruptor S do circuito apresentado na figura 2 é fechado. Nas nossas casas, ao acionarmos o interruptor, a lâmpada (consumidor) acende, enquanto em um aparelho de TV (consumidor), ao acionarmos o botão de LIGA, a imagem aparece. Em ambos os casos, os efeitos são percebidos a partir do instante em que há circulação de corrente elétrica.

Assim, diz-se que existe uma corrente elétrica em um determinado circuito, quando o movimento das cargas elétricas é orientado e, para tal, é imprescindível a existência de uma fonte de energia (pilha, bateria ou gerador) e um circuito fechado.

Intensidade de corrente elétrica

Algumas analogias podem ajudar a entender melhor a noção de corrente elétrica. A água que escoar num rio forma uma corrente de água. A intensidade do fluxo de água num rio é medida pelo volume de água que passa por unidade de tempo por um trecho do rio: a vazão média do rio Amazonas é estimada em 200 mil metros cúbicos por segundo (o suficiente para encher oito Baías de Guanabara em um dia). O movimento de pessoas saindo de um cinema depois de um filme constitui uma corrente humana. Neste caso, a intensidade da corrente seria medida pelo número de pessoas que passam pela porta de saída do cinema por unidade de tempo: por exemplo, 50 pessoas por minuto.

A definição quantitativa de corrente elétrica é baseada nas mesmas ideias descritas acima. Suponha que partículas portadoras de carga elétrica positiva passem por uma superfície, conforme a Figura 4.

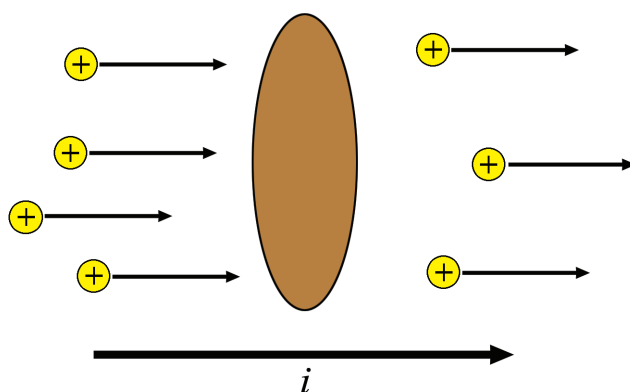


Figura 4: Cargas positivas formando uma corrente elétrica atravessam uma superfície.

Se ΔQ é a quantidade de carga elétrica que atravessa a superfície durante um intervalo de tempo Δt , a corrente elétrica através da superfície é:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Observe que, quanto maior for a quantidade de carga elétrica (ΔQ) que atravessa a superfície no intervalo de tempo Δt , maior será o valor da corrente elétrica. A carga ΔQ é igual ao valor da carga de cada partícula vezes o número de partículas que atravessou a superfície no intervalo de tempo Δt .

No sistema internacional (SI), a unidade de corrente elétrica é o **Coulomb por segundo** (C/s). Esta unidade é chamada de ampère (A) em homenagem a André-Marie Ampère, físico francês que deu grandes contribuições ao Eletromagnetismo:

$$1 \text{ A} = 1 \text{ ampère} = 1 \text{ C/s}$$

O miliampère (mA) e o microampère (μA) são submúltiplos do ampère usados com frequência:

$$1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}; 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}.$$

Para o caso específico de correntes de elétrons, a quantidade ΔQ será dada por um múltiplo inteiro de elétrons, que pode ser expressa por:

$$\Delta q = n \cdot e; n = 1, 2, 3, \dots$$

e

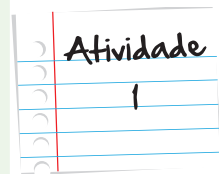
$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

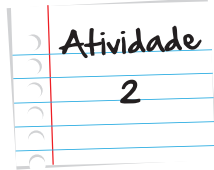
sem esquecer que a carga elétrica do elétron tem sinal negativo.

Calculando o fluxo de elétrons

Um dos condutores (fios) de um circuito elétrico é percorrido por uma corrente de 4 A (4 ampères) durante o intervalo de 2 segundos. Determine a quantidade de elétrons que atravessa a área da seção transversal desse condutor no intervalo considerado.

Anote suas
respostas em
seu caderno





Contando elétrons

Uma corrente de 450mA passa numa lâmpada incandescente, que fica acesa durante 20 minutos.

- Calcule a carga elétrica que passou pela lâmpada enquanto ela esteve acesa.
- Quantos elétrons passaram pelo filamento da lâmpada (módulo da carga do elétron: $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$)?

Anote suas respostas em seu caderno



André-Marie Ampère (1775-1836)



Foi um grande físico francês. Por influência paterna, não teve educação formal: estudou por conta própria aproveitando-se da bem equipada biblioteca de seu pai. Iniciou-se em matemática avançada aos 12 anos de idade, mas suas leituras abrangiam história, poesia, filosofia e ciências naturais. A partir de 1820, Ampère começou a desenvolver uma teoria física e matemática para descrever a relação entre eletricidade e magnetismo. Seu resultado mais importante, sobre a força de interação entre correntes elétricas, foi o estabelecimento de uma das leis fundamentais do eletromagnetismo, conhecida como lei de Ampère. Em 1827, Ampère publicou sua obra máxima – *Memória sobre a teoria matemática dos fenômenos eletrodinâmicos unicamente deduzida da experiência* –, fundando uma nova ciência que ele denominou eletrodinâmica. Ampère foi também o primeiro a compreender que o magnetismo deve-se a circuitos fechados microscópicos no interior dos ímãs.

Seção 2

0 sentido convencional da corrente elétrica

Há uma peculiaridade na definição de corrente elétrica que não aparece quando consideramos fluxo de água ou movimento de pessoas. O sentido da corrente de água num rio ou da corrente de pessoas saindo de um cinema é o mesmo sentido do movimento da água ou das pessoas, ou seja, a corrente e o objeto que estão se movendo tem o mesmo sentido. Isso parece meio óbvio, não é mesmo? Mas nas correntes elétricas vamos ver que não é bem assim que acontece.

A carga elétrica possui um sinal algébrico, isto é, pode ser positiva ou negativa. Na Figura 4, cargas positivas atravessam a superfície da esquerda para a direita e este é o mesmo sentido da corrente. Se, como mostrado na Figura 5, cargas negativas atravessam a superfície da direita para a esquerda, convencionou-se que a corrente continua tendo o mesmo sentido anterior – da esquerda para a direita.

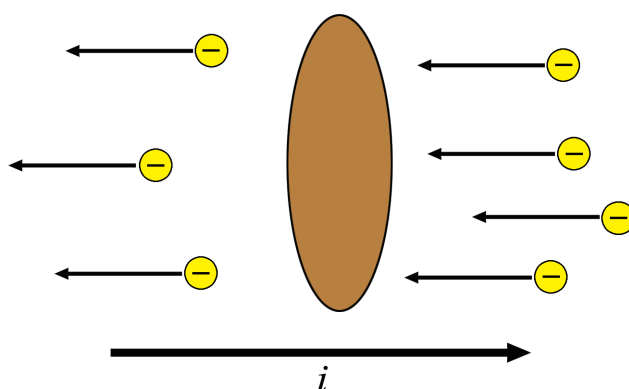


Figura 5: A corrente elétrica é no sentido oposto ao do movimento das cargas negativas que atravessam a superfície.

Note que, neste caso, o sentido convencional da corrente é oposto ao do movimento real das cargas elétricas negativas. A convenção se justifica pelo seguinte raciocínio: transferir cargas negativas da direita para a esquerda equivale a transferir cargas positivas da esquerda para a direita, do mesmo modo que subtrair -5 de um número corresponde a somar 5 ao mesmo número.

Num metal, as partículas que se movimentam para produzir corrente elétrica são os elétrons mais externos dos átomos do metal (elétrons livres), que possuem carga negativa. Assim, o sentido convencional da corrente elétrica num fio de cobre é oposto ao da velocidade dos elétrons no fio. Em quase todos os fenômenos eletromagnéticos, cargas positivas movendo-se num sentido fazem o mesmo efeito que cargas negativas movendo-se no sentido oposto.

Vale destacar que os elétrons livres num fio metálico sem corrente elétrica executam um movimento térmico desordenado. Esse movimento aleatório não constitui uma corrente porque, em média, num dado intervalo de tempo, o número de elétrons que atravessam uma seção do fio num sentido é igual ao número de elétrons que atravessam no sentido oposto. Logo, a carga elétrica total que atravessa a superfície é zero e não há corrente. Quando o fio é conectado a uma bateria ou à rede elétrica, aparece um campo elétrico dentro do fio que empurra as cargas, sobrepondo ao movimento aleatório um movimento ordenado dos elétrons ao longo do fio. Esse movimento ordenado constitui uma corrente elétrica.

A corrente produzida por uma bateria ou pilha tem sempre o mesmo sentido, e é chamada de **corrente contínua**. A rede elétrica residencial gera **corrente alternada**, cujo sentido se inverte 60 vezes por segundo.

Tipos de corrente elétrica

Nos aparelhos domésticos, é mais comum a utilização de dois tipos de correntes de elétrons. Quando o circuito utiliza como fonte de energia as pilhas ou baterias, a corrente resultante é do tipo contínua. Ou seja, não varia ao longo do tempo. A figura a seguir ilustra o comportamento de uma corrente do tipo contínua de módulo constante igual a I .

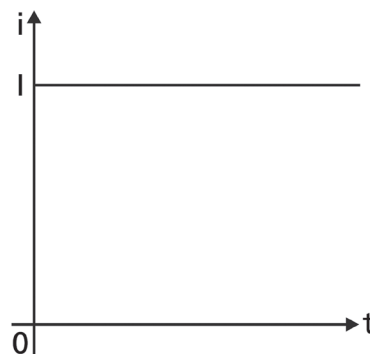


Figura 6: Gráfico representando a intensidade da corrente contínua.

Quando a fonte de energia utilizada é aquela proveniente das grandes usinas, como nos casos das residências, indústrias e instalações públicas presentes no dia a dia, o processo de “geração” desta energia ocorre de tal maneira que a corrente obtida é do tipo alternada, representada por uma **função senoidal**, conforme figura a seguir, onde o módulo alterna de valor periodicamente ao longo do tempo.

Função Senoidal

A função senoidal, ou senoide, é uma representação gráfica em forma de onda, semelhante ao gráfico da função seno.

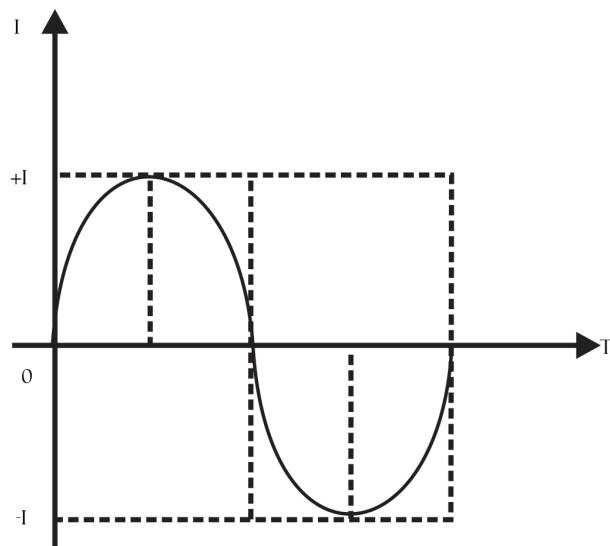


Figura 7: Gráfico representando a intensidade da corrente alternada. Note que ela oscila entre $+I$ e $-I$ ao longo do tempo.

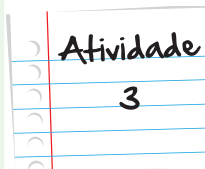
Qual é o sentido?

Um campo elétrico apontando para a direita é aplicado a um fio de cobre, como mostra a figura abaixo.



- Qual é o sentido do movimento dos elétrons no fio?
- Qual é o sentido da corrente elétrica no fio?

Anote suas respostas em seu caderno





Tudo isto que acabamos de comentar está bem ilustrado na animação que você pode ver no link:
<http://www.youtube.com/watch?v=M7RII70cDSM>

Seção 3

Diferença de Potencial Elétrico ou Voltagem

Assim como um corpo a uma certa altura da superfície da Terra possui uma energia potencial gravitacional, uma carga elétrica num campo elétrico (produzido por outras cargas) tem uma energia potencial elétrica. Um corpo que cai sob a ação da gravidade tem sua energia potencial transformada em energia cinética, e essa energia cinética pode ser convertida em outra forma de energia útil. O mesmo se dá com cargas elétricas em movimento.

A **diferença de potencial** – também chamada de **voltagem** ou **tensão** – entre dois pontos a e b num campo elétrico é definida como o trabalho W_{ab} realizado pelo campo elétrico sobre uma carga q ao transportá-la de a até b dividido pela carga, ou seja, é o **trabalho por unidade de carga**:

$$V_a - V_b = W_{ab} / q$$

No SI a unidade de diferença de potencial elétrico é o joule por coulomb (J/C), que é chamada de volt (V), de modo que

$$1 \text{ J/C} = 1 \text{ V}$$

Geradores Elétricos

Um gerador elétrico ou fonte de força eletromotriz é um dispositivo capaz de manter uma diferença de potencial elétrico entre dois pontos: o polo positivo tem um potencial elétrico maior do que o polo negativo. Se os dois polos do gerador são conectados por um condutor, flui uma corrente elétrica do polo positivo para o negativo, já que as cargas positivas são empurradas no sentido do campo elétrico. O campo elétrico aponta no sentido em que o potencial elétrico diminui – no problema gravitacional análogo, o campo gravitacional aponta verticalmente para baixo, sentido em que a energia potencial gravitacional decresce.

O que o gerador faz é transportar as cargas que chegam ao polo negativo até o polo positivo, elevando o potencial elétrico dessas cargas e, assim, permitindo que a corrente flua continuamente. Em suma, o gerador realiza o trabalho de elevar as cargas de um potencial menor (no polo negativo) para um potencial maior (no polo positivo). A força eletromotriz do gerador é o trabalho por unidade de carga que é realizado para transportar as cargas do polo negativo até o positivo. De acordo com a definição de diferença de potencial elétrico, a força eletromotriz de um gerador coincide com a diferença de potencial que o gerador é capaz de estabelecer entre seus polos. Por exemplo, uma bateria de automóvel de 12V mantém uma diferença de potencial elétrico de 12V entre seu terminais positivo e negativo.



Figura 8: Outro exemplo de gerador é a pilha que consegue estabelecer um potencial elétrico de 1,5V.

Em baterias e pilhas, o trabalho para elevar as cargas do potencial do polo negativo ao do positivo deve-se a reações químicas que ocorrem no interior da pilha ou bateria. Já os geradores de voltagem alternada das redes elétricas residenciais (usinas hidrelétricas e termoeletricas) baseiam-se num efeito descoberto pelo grande físico experimental inglês Michael Faraday: se um circuito é posto em movimento (por água em queda, por exemplo) na presença de um campo magnético (produzido por ímãs permanentes) é induzida uma força eletromotriz no circuito e flui uma corrente elétrica.

Num circuito elétrico, representa-se uma pilha ou bateria pelo símbolo abaixo:



A linha vertical mais longa e mais grossa indica o polo positivo, e a linha vertical mais curta e mais fina indica o polo negativo. A corrente no circuito flui do polo positivo para o negativo.

Seção 4

Resistência Elétrica

Quando um condutor de eletricidade é ligado a um gerador, passa uma corrente. Para uma dada voltagem mantida pelo gerador, observa-se que a intensidade da corrente é maior ou menor, dependendo do condutor. Isto se deve ao fato de condutores apresentarem uma propriedade conhecida como resistência elétrica. Você talvez já tenha visto no cinema alguma cena de policial perseguindo um criminoso num trem lotado. Os constantes esbarrões do policial nos passageiros limitam a sua velocidade (o mesmo se aplica ao criminoso). Quanto mais apinhado de pessoas estiver o trem, menor a velocidade do policial durante a perseguição. Algo análogo ocorre num condutor metálico: os elétrons livres colidem frequentemente com os átomos do metal e isso se traduz numa resistência à passagem da corrente elétrica. A resistência é maior ou menor dependendo da natureza do condutor.

A resistência (R) de um condutor é definida por

$$R = \frac{U}{i}$$

Onde U é a voltagem aplicada ao condutor e i é a corrente através dele. A unidade de resistência no SI é o ohm (Ω):

$$\frac{1U}{1A} = 1ohm = 1\Omega$$

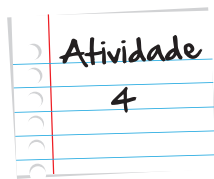
Exemplo: Se por um chuveiro elétrico ligado à rede de 220U passa uma corrente de 20A, qual é a resistência do chuveiro? Por definição, a resistência é $R = \frac{U}{i} = \frac{220U}{20A} = 11\Omega$



Saiba Mais

Unidade de resistência elétrica

A unidade de resistência elétrica recebe o nome de Ohm e foi assim denominada em homenagem a George Simon Ohm (1787-1854), cientista alemão cujos estudos contribuíram para a construção do conhecimento na área de eletricidade. Seu símbolo é a letra grega Ω (ômega).



O quanto o ferro resiste?

Um ferro elétrico deve ser ligado a uma tensão elétrica de 127 V. Nessa condição, circula pelo seu resistor interno, uma corrente elétrica de 10 A. Determine o valor da resistência elétrica do resistor.

Anote suas respostas em seu caderno

Resumo

Nesta unidade, você viu que:

- o conceito de corrente elétrica, que representa uma fluxo de elétrons que passa por um condutor, sua intensidade (i) pode ser calculada por meio da expressão: $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$;
- o sentido convencional da corrente elétrica num fio é oposto ao da velocidade dos elétrons, sendo do polo positivo para o polo negativo;
- existem dois tipos de corrente, a contínua (presente em baterias) e a alternada (disponibilizadas nas residências);
- voltagem (ou tensão) é diferença de potencial entre dois pontos a e b e é definida como o trabalho W_{ab} realizado pelo campo elétrico sobre uma carga q . Sua unidade é o volt (V).
- a resistência elétrica é a capacidade do condutor de resistir a passagem de elétrons. É calculada a partir da fórmula $R = \frac{V}{i}$, e sua unidade é o ohm (Ω).

Veja Ainda

Embora esta unidade não tenha previsto uma discussão detalhada acerca da natureza dos materiais e de suas propriedades elétricas, alguns aspectos relacionados com as propriedades de materiais condutores foram discutidos. Em geral, esses materiais condutores são apresentados na literatura clássica como aqueles que facilitam a ocorrência

de correntes elétricas, em contraposição aos materiais isolantes. Em situações normais (temperatura ambiente) a borracha, o vidro, a porcelana, a cerâmica, o papel, a madeira, os polímeros em geral, são materiais isolantes, assim como os metais são bons condutores.

O fato dos metais já se apresentarem como bons condutores fez com que cientistas do mundo inteiro dedicassem muito tempo na busca de ligas metálicas complexas que pudessem se comportar como condutores ideais, ou seja, que tivessem resistência elétrica nula, quando submetidas a baixas temperaturas. Algo que parecia lógico.

Entretanto, a resposta acabou surgindo a partir de um complexo cerâmico, de onde menos se esperava, pelo fato dos cerâmicos serem isolantes em situações normais (temperatura ambiente). Combinações que envolvem os elementos Ítrio, Bário e Cobre, quando submetidas a temperaturas muito baixas apresentam efeitos surpreendentes para determinadas temperaturas críticas, que fazem desses complexos cerâmicos condutores perfeitos. A esses materiais denomina-se supercondutor e as primeiras aplicações tecnológicas relacionadas com estas pesquisas relativamente recentes já podem ser percebidas.

Referências

Livros

- HALLIDAY D., RESNICK, R. e WALKER, J. (1996). **Fundamentos de Física**, v.3. Rio de Janeiro: Ed. LTC.

Imagens



- André Guimarães



- <http://www.sxc.hu/photo/474614>.



- <http://www.sxc.hu/photo/999218>.



- <http://www.sxc.hu/photo/1039796>.



- <http://www.sxc.hu/photo/838766>.



• <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=search&w=1&txt=wire&p=2>.



• http://en.wikipedia.org/wiki/File:Ampere_Andre_1825.jpg.



• <http://www.sxc.hu/photo/841712>.

Atividade 1

A expressão que define a intensidade de corrente permite calcular a quantidade de carga que atravessa a seção transversal do condutor a partir de uma simples manipulação algébrica.

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}, \text{ logo: } \Delta Q = i \Delta t$$

Substituindo os valores fornecidos pelo problema, teremos:

$$\Delta Q = 4 \cdot 2$$

$$\Delta Q = 8C$$

Sabemos que qualquer quantidade de carga é um múltiplo inteiro (n) da carga do elétron. Assim, é possível obter esse número de elétrons a partir da expressão:

$$\Delta Q = n \cdot e \quad \text{e} \quad n = \frac{\Delta Q}{e}$$

Substituindo o valor da carga do elétron, teremos:

$$n = \frac{8}{1,6 \cdot 10^{-19}}, \therefore n = 5 \cdot 10^{19} \text{ elétrons.}$$

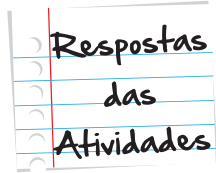
Atividade 2

a. Por definição de corrente elétrica, $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$, donde

$$\Delta Q = i \cdot \Delta t = (450 \cdot 10^{-3} A) \cdot (20 \cdot 60s) = 0,45 \cdot 1200As = 540C.$$

b. Como $\Delta Q = n \cdot e$, onde e denota o módulo da carga do elétron e n é o número de elétrons que atravessou o filamento, temos $n = \frac{\Delta Q}{e} = \frac{540C}{(1,6 \cdot 10^{-19}C)} = 3,4 \cdot 10^{21}$

Respostas
das
Atividades



Respostas
das
Atividades

Atividade 3

- Cargas negativas são empurradas no sentido contrário ao do campo elétrico. Logo, os elétrons do fio de cobre movem-se da direita para a esquerda.
- O sentido da corrente é o mesmo do campo elétrico, oposto ao sentido do movimento dos elétrons. Logo, o sentido da corrente é da esquerda para a direita.

Atividade 4

Para se calcular o valor da resistência utilizamos a fórmula $R = \frac{U}{i}$.

Substituindo os valores fornecidos pelo problema, teremos:

$$R = \frac{127}{10}$$
$$R = 12,7\Omega$$



Civilização Elétrica

Para início de conversa ...

A maior parte dos aparelhos eletrodomésticos que utilizamos em nossas casas funciona a partir da circulação de correntes elétricas em seus circuitos internos. Embora sejam invisíveis aos olhos, as correntes elétricas que circulam em um aparelho elétrico podem provocar efeitos diversos, dependendo da função do aparelho. Em uma lâmpada, por exemplo, ocorre o aquecimento e a emissão de luz, em um chuveiro, ou em um ferro elétrico, ocorre também o aquecimento. Um aparelho de ar condicionado refrigera o ambiente a partir da passagem de correntes elétricas em seus circuitos internos, enquanto o motor de um ventilador, quando percorrido por corrente, produz movimento de rotação. Até mesmo o corpo humano, quando submetido à passagem de corrente elétrica, percebe o efeito fisiológico provocado pela mesma, conhecido popularmente como choque elétrico.

Toda essa diversidade de situações em que encontramos a presença de correntes elétricas faz com que este conceito seja visto como um dos mais importantes da Física e merece a nossa atenção.



Na última unidade, você viu como a corrente elétrica ocorre. Nesta unidade, você vai entender como acontece o fenômeno da resistividade elétrica e entender como funcionam aparelhos simples como o ferro de passar e o chuveiro elétrico.

Objetivos de aprendizagem

- Conceituar a resistividade elétrica;
- Conceituar Efeito Joule;
- Calcular a potência elétrica de aparelhos;
- Calcular o consumo de energia elétrica de um aparelho.

Seção 1

Relembrando a resistência elétrica

Em geral, a corrente elétrica que se estabelece ao longo da rede cristalina do condutor depende das propriedades elétricas do material. Materiais com maior quantidade de elétrons livres como os metais (condutores) oferecem as melhores condições para a ocorrência de correntes elétricas. Além disso, o estado de maior ou menor vibração dos átomos da rede, associado à temperatura em que o material encontra-se, pode dificultar (mais ou menos) a passagem dos elétrons. Assim, a deficiência de elétrons livres e/ou as temperaturas elevadas são fatores determinantes para o aumento da resistência à passagem da corrente elétrica, efeito denominado resistência elétrica (R).

O parâmetro físico que traduz essa relação entre a resistência elétrica e a natureza do material, e sua temperatura, chama-se **resistividade elétrica**, e indica-se pela letra grega ρ (lê-se rô). Ela influencia diretamente o valor da resistência elétrica.

Apesar do seu efeito aparentemente indesejado nos circuitos elétricos, já que a resistência elétrica “atrapalha” a passagem da corrente, em certas situações do cotidiano esse efeito resistivo é aproveitado, dependendo da função do circuito ou do aparelho elétrico.

Em muitos casos, são introduzidos nos circuitos, os chamados resistores elétricos – elementos de circuito especialmente desenvolvidos para provocar efeitos resistivos.

Um resistor pode ser introduzido, por exemplo, em situações onde se pretende provocar uma limitação ou controle do valor da corrente no circuito, como no caso dos controles de luminosidade de lâmpadas (dimmers) onde a inserção da resistência no circuito pode ocorrer de forma gradual, permitindo um controle da corrente que passa pela lâmpada. A esses resistores variáveis denominamos **reostatos** ou **potenciômetros**.



Figura 1: O dimmer é um equipamento que, uma vez instalado, possibilita a inserção controlada de uma resistência no circuito e, conseqüentemente, o controle da corrente que passa pela lâmpada.

Outra característica importante dos resistores (a principal), é que nesses elementos ocorre a transformação de energia elétrica em calor. Assim, é comum a utilização de resistores especialmente desenvolvidos para provocar essa “produção de calor” em determinados eletrodomésticos. São exemplos: o ferro elétrico, o ferro de solda, o chuveiro elétrico, a torradeira, o grill e a própria lâmpada incandescente, cujo filamento é um resistor.

Seção 2

Resistividade elétrica

Embora os materiais condutores sejam utilizados na fabricação de fios elétricos, mesmo nesses fios condutores, o efeito resistivo é verificado. Como já foi dito anteriormente, esse efeito está relacionado diretamente à natureza do material e sua capacidade de fornecer elétrons livres e a temperatura em que se encontra o material.

Ohm descobriu que, dados dois fios cilíndricos do mesmo material, a resistência cresce proporcionalmente ao comprimento do fio (ℓ) e é inversamente proporcional à área da seção transversal do fio (A); além disso, depende do material de que o fio é feito. As descobertas de Ohm podem ser resumidas na seguinte fórmula:

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

onde ρ representa uma propriedade característica de cada material.

Cálculo da resistência elétrica de um fio condutor

A figura a seguir mostra um pedaço de um fio condutor cilíndrico de comprimento ℓ e área de seção transversal igual a A .

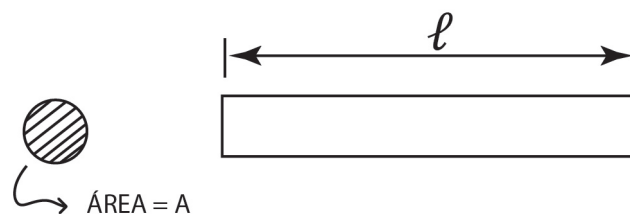


Figura 2: Fio condutor cilíndrico.

Considerando que o fio é constituído por um material cuja resistividade elétrica é dada por ρ , o valor da resistência elétrica desse trecho do fio é calculado a partir das características elétricas do material constituinte e de alguns parâmetros geométricos, como a área da seção (A) e o comprimento (l). Assim, vejamos, a partir de uma análise qualitativa, de que forma a resistência elétrica depende de cada um desses parâmetros.

Em relação à resistividade do material (ρ), é esperado que a dependência seja direta, ou seja, fios fabricados com material de alta resistividade devem exibir maiores efeitos resistivos. Em relação ao comprimento, também se espera uma dependência direta, já que, fios mais extensos (l grande) representam caminhos mais longos para os elétrons que se movem ao longo da rede cristalina. Já em relação à área da seção reta (A), é esperada uma relação de dependência inversa, ou seja, fios mais largos (A maior) apresentam menor dificuldade à passagem dos elétrons e, conseqüentemente, menor resistência. Esse efeito pode ser melhor compreendido a partir de uma analogia entre o fluxo de elétrons e um fluxo de pessoas que se deve escoar através de uma porta. Se a abertura do local é grande o fluxo se dá mais facilmente do que no caso da abertura ser estreita.

Do ponto de vista matemático, a expressão que traduz a dependência da resistência elétrica (R) em relação aos parâmetros anteriormente citados é:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Unidade de resistividade elétrica

Uma simples manipulação algébrica da expressão apresentada anteriormente, acompanhada da análise dimensional adequada, permite a definição da unidade de resistividade elétrica. Vejamos:

$$\rho = \frac{RA}{l}$$

Logo, as unidades (U) ficam:

$$U[\rho] = \frac{U[R] \cdot U[A]}{U[l]}$$

Na prática, é comum que a resistividade apareça expressa de duas maneiras. Quando se deseja indicar a área em mm^2 temos:

$$U[\rho] = \Omega \cdot mm^2/m$$

A outra forma é realizando a transformação de área para m^2 e fazendo as simplificações pertinentes. Nesse caso, a unidade utilizada será:

$$U[\rho] = \Omega \cdot m$$

Saiba Mais

Note que a unidade SI de resistividade é $\Omega \cdot m$ (ohm vezes metro). Como você poderá observar na tabela a seguir, a resistividade varia enormemente entre os diversos materiais: é baixíssima para metais, que são excelentes condutores de eletricidade, e altíssima para maus condutores ou isolantes. Um isolante não tem resistividade infinita, mas sua resistividade é astronomicamente maior do que a de um condutor metálico por um fator 10^{20} ou perto disto.

Condutores		Semicondutores	
Material	Resistividade	Material	Resistividade
Prata	$1,59 \times 10^{-8}$	Água salgada (saturada)	$4,4 \times 10^{-2}$
Cobre	$1,69 \times 10^{-8}$	Germânio	$4,6 \times 10^{-1}$
Ouro	$2,21 \times 10^{-8}$	Diamante	2,7
Tungstênio	$5,60 \times 10^{-8}$	Silício	$2,5 \times 10^3$
Ferro	$9,61 \times 10^{-8}$	Isolantes	
Platina	11×10^{-8}	Água pura	$2,5 \times 10^5$
Chumbo	22×10^{-8}	Madeira	10^8 a 10^{11}
Manganês	$1,44 \times 10^{-6}$	Vidro	10^{10} a 10^{14}
Grafite	$1,4 \times 10^{-5}$	Quartzo fundido	10^{16}

Tabela 1: Resistividades de alguns materiais em $\Omega \cdot m$ (para pressão de 1 atm e temperatura de 200 C).

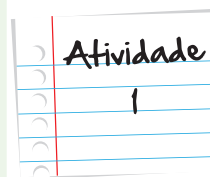
Exemplo: Um fio de cobre rígido, usado em instalações elétricas residenciais, tem seção reta de área $A = 4,0 \text{ mm}^2 = 4 \times 10^{-6} \text{ m}^2$. Qual é a resistência de dois metros desse fio? Usando a resistividade do cobre na Tabela 1, temos

$$R = \rho L / A = 1,68 \times 10^{-8} \times 2 / 4 \times 10^{-6} = 0,0084 \Omega,$$

que é uma resistência muito pequena.

De quanto é a resistência?

Utilizando os dados da tabela 1, que mostra a resistividade elétrica de diversos materiais, determine a resistência elétrica de um fio condutor de cobre, de comprimento igual a 100 m, cuja área da seção transversal é de 2 mm^2 .



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3

A Lei de Ohm

A figura a seguir exibe um diagrama de um circuito elétrico simples, onde o consumidor de energia é um resistor cujo valor da resistência elétrica é R . Os **resistores** são feitos de materiais de alta resistividade (baixa condutividade) e são usados para regular a corrente em circuitos elétricos. Na representação esquemática de um circuito elétrico, os resistores são representados por uma linha em zigue-zague; os fios de ligação entre resistores têm resistência desprezível e são representados por linhas contínuas.

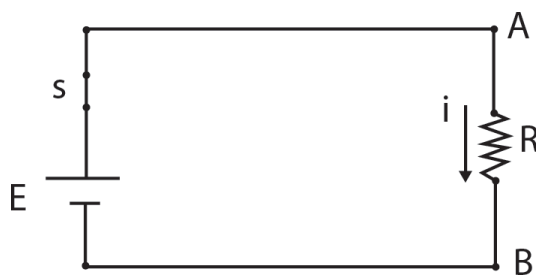


Figura 3: Circuito simples com um resistor.

Na configuração apresentada na figura, com o interruptor S fechado, a fonte de energia (E) encontra-se ligada diretamente aos terminais A e B do resistor R , impondo a ele uma diferença de potencial V . Além disso, como o circuito encontra-se fechado, haverá circulação de uma corrente elétrica i através do resistor.

Em suas investigações, Georg Ohm descobriu que para muitos materiais, notadamente os metais, a resistência não depende da voltagem aplicada, isto é, qualquer que seja U a corrente i é tal que o quociente U/i é sempre o mesmo. Em outras palavras, para os condutores estudados por Ohm **tem-se que R é constante**, logo:

$$R = U/i \text{ ou } U=R.i$$

Este resultado tornou-se conhecido como *lei de Ohm*. Os condutores que obedecem à lei de Ohm são conhecidos como condutores ôhmicos. Apesar do nome, a lei de Ohm não é uma lei física fundamental como, por exemplo, a lei da conservação da energia. Há condutores e dispositivos eletrônicos que não obedecem à lei de Ohm. Para um condutor ôhmico, se traçarmos um gráfico da voltagem em função da corrente obteremos uma linha reta passando pela origem, pois $U=Ri$ com R constante; se o condutor não for ôhmico, o gráfico não será uma linha reta.

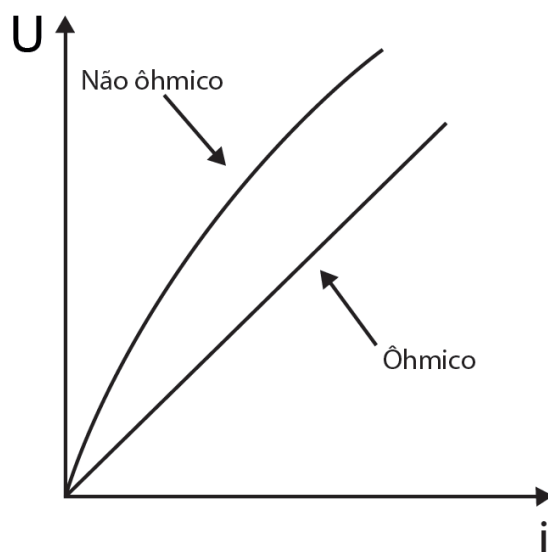


Figura 4. Gráficos da voltagem em função da corrente para um condutor ôhmico e um não ôhmico.

Seção 4

Efeito Joule

Assim como os sistemas mecânicos, um sistema elétrico, por mais simples que seja, funciona a partir do consumo de energia. Apesar de a energia ser um conceito universal para as ciências, no contexto dos sistemas elétricos costumamos especificá-la como energia elétrica.

Quando o elemento do circuito é um resistor, a energia elétrica perdida pelas cargas ao atravessarem o resistor é transformada em energia térmica, isto é, o resistor se aquece. Isto deve-se às frequentes colisões dos elétrons de condução com os átomos do condutor, elevando o grau de agitação térmica destes, ou seja, provocando aumento da temperatura do resistor e transferência de calor para o Meio Ambiente.

James Prescott Joule (1818-1889) foi um físico inglês que contribuiu significativamente para os estudos sobre o calor e, por isso, recebe o nome de Efeito Joule, o processo de transformação de energia elétrica em calor que ocorre nos resistores quando estes são percorridos por correntes elétricas.

Todos os aparelhos de aquecimento, tais como ferro elétrico, chuveiro elétrico e forno elétrico funcionam com base no efeito Joule: consistem essencialmente numa resistência elétrica que é aquecida pela passagem de uma corrente.



Figura 5: Quando uma corrente elétrica passa por um resistor, os elétrons colidem com os átomos do condutor. Esse atrito gera calor.

Seção 5

Potência elétrica

Assim como no caso da energia, no contexto dos sistemas elétricos o conceito de potência, apesar do seu caráter universal dentro da física, recebe a denominação específica de potência elétrica e a expressão matemática que permite o seu cálculo envolve o produto entre a diferença de potencial aplicada sobre o consumidor (U), e a corrente elétrica que percorre esse consumidor (i). Logo:

$$P = U \cdot i$$

No caso específico de um resistor como consumidor de energia, a expressão da potência pode assumir outras formas, substituindo-se os parâmetros U e i na expressão da potência a partir de manipulações algébricas na expressão da Lei de Ohm. Substituindo-se a variável V , por exemplo, teremos:

$$P = (R \cdot i) \cdot i$$
$$P = R \cdot i^2$$

Isolando-se a variável i e substituindo na expressão de P , teremos:

$$i = \frac{U}{R}$$

$$P = V \cdot \left(\frac{U}{R} \right)$$

ou

$$P = \frac{U^2}{R}$$

A unidade de potência no sistema SI é o watt (pronuncia-se uót), simbolizado por W maiúsculo: 1 watt = 1 joule por segundo. Usando U medido em volts e i em ampères, a potência calculada pela fórmula $P=Ui$ será dada em watts.

Exemplo. Quando a chave de um automóvel é virada, sua bateria de 12V faz passar uma corrente de 50A pelo motor de arranque. Qual é a potência desenvolvida por esse motor elétrico?

Solução. A potência do motor de arranque é $P = 12 \times 50 = 600 \text{ W}$. Assim, desprezando perdas por aquecimento do motor, a cada segundo 600 J de energia elétrica são convertidos em energia mecânica de rotação do motor.

Chuveiro elétrico

Nas especificações de um chuveiro elétrico lê-se 1900/3900/5800W e 220V.

- Qual é resistência do chuveiro ao operar com a potência mínima de 1900W?
- Qual é resistência do chuveiro ao operar com a potência máxima de 5800W?
- Quando, no inverno, ajustamos o chuveiro para o máximo aquecimento, selecionamos sua maior ou menor resistência?

Anote suas respostas em seu caderno

Atividade

2

Relação entre potência e energia

Também no caso dos sistemas elétricos, a expressão geral que relaciona energia e potência continua válida – e nem poderia ser diferente já que estamos tratando de conceitos universais. A única diferença é que nos sistemas elétricos a potência pode ser calculada a partir de parâmetros elétricos. Assim:

$$E = P\Delta t$$

Onde E é a energia elétrica utilizada pelo consumidor e Δt é o tempo que a corrente levou percorrendo este consumidor.

Unidades de potência e energia

Sendo os conceitos de potência e energia dois conceitos centrais e universais na física, não haveria motivo algum para mudanças em relação às suas unidades. Logo, as unidades utilizadas pelo Sistema Internacional são o watt (W) e o joule (J), respectivamente, para essas duas grandezas. Além disso, é comum o uso da caloria (cal) como unidade em situações onde a energia está associada a processos que envolvem trocas de calor.

Entretanto, para fins práticos, é comum o uso da unidade quilowatt-hora (kWh) para quantificar a energia consumida em sistemas residenciais ou industriais. Essa unidade é utilizada, principalmente, pelas concessionárias de energia elétrica visando simplificar cálculos.

Relações de transformação importantes

Dos estudos da termodinâmica, já sabemos que 1 J equivale a 0,24 cal. Assim sendo 1 joule equivalente ao produto de 1 Watt x 1 segundo, teremos:

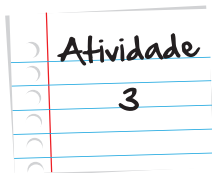
$$1J = 0,24cal \quad \text{e} \quad 1J = 1W \cdot 1s$$

Sendo, $1w = 10^{-3}kW$ e $1s = \frac{1}{3600}h$ teremos:

$$1J = 10^{-3} \cdot \frac{1}{3600} kWh$$
$$1J = 2,78 \cdot 10^{-7} kWh$$

Logo:

$$1J = 0,24cal = 2,78 \cdot 10^{-7} kWh$$



Uma luz no seu estudo

Uma lâmpada encontra-se ligada a uma tensão de 60V e o seu filamento interno apresenta uma resistência elétrica de 120Ω . Determine:

- A intensidade da corrente que circula na lâmpada;
- A potência da lâmpada;
- A quantidade de energia consumida pela lâmpada em joules (J) e em quilowatt-hora (kWh) se ela ficar ligada durante duas horas.

Anote suas respostas em seu caderno

Veja Ainda

Conta de Eletricidade Residencial

Nosso consumo de eletricidade doméstico, como aparece nas contas enviadas pela empresa fornecedora, costuma ser medido em kWh (quilowatt hora). O prefixo k significa simplesmente “mil”, de modo que $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$. Como watt é energia por unidade de tempo, multiplicando pelo tempo de 1 hora o resultado é uma certa quantidade de energia. Assim, a conta que pagamos depende da quantidade de energia elétrica que consumimos num mês. Note que

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}.$$

Exemplo: A potência de operação de uma geladeira é 73 W na rede elétrica de 127 V. Qual é o consumo de energia mensal dessa geladeira em quilowatts hora?

Solução. Como em um mês há $30 \times 24 = 720$ horas, o consumo de energia (E) num mês é dado por

$$E = 73 \text{ W} \times 720 \text{ h} = (73 \times 10^{-3} \text{ kW}) \times 720 \text{ h} = 53 \text{ kWh}.$$

Nos filmes

- <http://www.youtube.com/watch?v=SZvSwpdbi-g>

e

- <http://www.youtube.com/watch?v=vqveZmeDeXw>

você poderá ver bons exemplos de transferência de energia em circuitos elétricos.

Referências

Imagens



• André Guimarães



• <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=view&id=1013917> • Roi Pihlaja



• <http://www.sxc.hu/photo/136590> • Matthew Bowden



• <http://www.sxc.hu/browse.phtml?f=view&id=587125> • Nihan Aydin



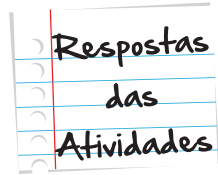
• <http://www.sxc.hu/photo/720129> • Fiona Schweers



• <http://www.sxc.hu/photo/720129> • Fiona Schweers



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman



Atividade 1

A expressão a seguir permite o cálculo da resistência elétrica de um trecho de um

fio: $R = \rho \frac{\ell}{A}$.

Consultando a tabela contida no texto, observamos que o valor da resistividade do cobre é $\rho = 1,69 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$.

Realizando a necessária transformação de unidade da área informada pelo problema teremos:

$$A = 2mm^2 = 2 \cdot 10^{-6} m^2$$

Substituindo os valores na expressão da resistência, teremos:

$$R = 1,69 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{100}{2 \cdot 10^{-6}}$$

Assim:

$$\underline{1,69}$$

$$0,84 \text{ m}$$

Atividade 2

- d. De $P=V^2/R$ deduzimos $R=V^2/P$. Com $V=220V$ e $P=1900W$ resulta $R_1=25,5\Omega$ (b) Com $V=220V$ e $P=5800W$ obtém-se $R_3=8,3\Omega$. (c) Para máximo aquecimento devemos selecionar a menor resistência a fim de obter a potência máxima.

Atividade 3

É possível o cálculo direto da corrente realizando manipulações algébricas na expressão da Lei de Ohm e substituindo os valores fornecidos pelo problema:

$$V = Ri, \text{ logo:}$$

$$i = \frac{V}{R}$$
$$i = \frac{60}{120}$$
$$i = 0,5A$$

A potência pode ser obtida a partir da expressão que envolve a tensão (U) e a corrente (i):

$$P = Vi, P = 60 \cdot 0,5$$
$$P = 30W$$

A energia é dada pelo produto da potência pelo intervalo de tempo que a lâmpada esteve ligada. Para obtermos o valor da energia em joules (J), basta transformarmos o tempo para segundos e depois efetuarmos a operação. Assim: $\Delta t = 2 h = 2 \cdot 3600s = 7200s$

Substituindo os valores:

$$E = P\Delta t$$
$$E = 30 \cdot 7200$$
$$E = 216000J$$

Respostas
das
Atividades

Respostas
das
Atividades

Para obtermos o valor da energia em quilowatt-hora (Kwh), podemos transformar o valor obtido para a potência (P) em quilowatt e, em seguida, efetuar a operação utilizando o tempo dado em horas. Assim:

$$P = 30 \text{ W} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ KW}$$

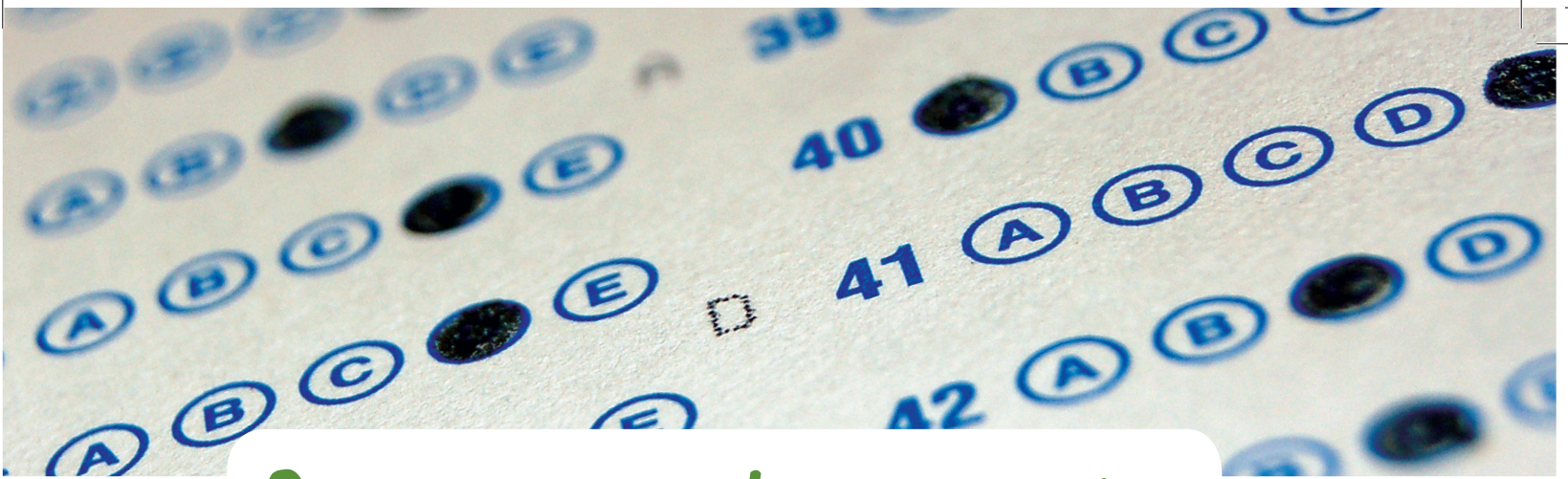
Substituindo os valores, teremos:

$$E = P\Delta t$$

$$E = 30 \cdot 10^{-2} \cdot 2$$

$$E = 6 \cdot 10^{-2} \text{ KWh}$$

OBSERVAÇÃO: Preste atenção na diferença entre os valores obtidos para a energia em cada um dos casos.



O que perguntam por aí

Atividade 1 (Enem 2010)

Observe a tabela seguinte. Ela traz especificações técnicas constantes no manual de instruções fornecido pelo fabricante de uma torneira elétrica.

Modelo	Torneira Suprema				
	127		220		
Tensão Nominal	(Volts~)	127		220	
Potência Nominal	(Watts)	Desligado			
	(Frio)	2.800	3.200	2.800	3.200
	(Quente)	4.500	5.500	4.500	5.500
Corrente Nominal	(Ampères)	35,4	43,3	20,4	25,0
Fiação Mínima	(Até 30m)	6 mm ²	10 mm ²	4 mm ²	4 mm ²
Fiação Mínima	(Acima de 30m)	10 mm ²	16 mm ²	6 mm ²	6 mm ²
Disjuntor	(Ampères)	40	50	25	30

Fonte: http://www.cardal.com.br/manualprod/Manuais/Torneira%20Suprema/Manual_Torneira_Suprema_R00.pdf

Considerando que o modelo de maior potência da versão 220 V da torneira suprema foi inadvertidamente conectada a uma rede com tensão nominal de 127 V, e que o aparelho está configurado para trabalhar em sua máxima potência. Qual o valor aproximado da potência ao ligar a torneira?

- a. 1.830 W
- b. 2.800 W
- c. 3.200 W

d. 4.030 W

e. 5.500 W

Resposta: letra A

Comentário: Observando as informações contidas na tabela, podemos verificar que, caso a torneira tivesse sido ligada corretamente, esta desenvolveria um potência $P_1 = 5500 \text{ W}$ ligada em $U_1 = 220 \text{ V}$, já que foi configurada para trabalhar com a sua potência máxima. Entretanto, na situação em que ela verdadeiramente operou, a tensão de trabalho foi $U_2 = 127 \text{ V}$.

O fato de o erro de instalação ter ocorrido inadvertidamente nos faz concluir que a configuração foi mantida e, portanto, não há nenhum motivo para se pensar que foram modificadas ligações nos circuitos da torneira, o que garante que a resistência interna do seu circuito é a mesma das duas situações.

Assim, podemos escrever as expressões para as potências desenvolvidas nas duas situações da seguinte maneira:

$$P_1 = \frac{(U_1)^2}{R}; P_2 = \frac{(U_2)^2}{R}$$

O valor que procuramos é o valor de P_2 . Logo, dividindo P_2 por P_1 , teremos:

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{(U_2)^2}{R}}{\frac{(U_1)^2}{R}}$$

Ou

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{(U_2)^2}{R} \cdot \frac{R}{(U_1)^2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{(U_2)^2}{(U_1)^2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2$$

$$P_2 = \left(\frac{U_2}{U_1} \right)^2 \cdot P_1$$

Substituindo os dados fornecidos, teremos:

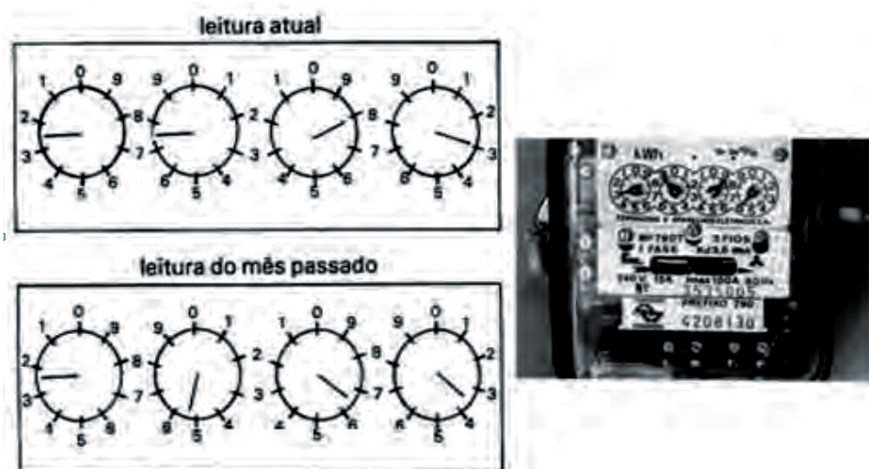
$$P_2 = \left(\frac{127}{220}\right)^2 \cdot 5500$$

$$P_2 = (0,577)^2 \cdot 5500$$

$$P_2 = 1832,8 \text{ W}$$

Atividade 2 (Enem 2010)

A energia elétrica consumida nas residências é medida, em quilowatt-hora, por meio de um relógio mediador de consumo. Nesse relógio, da direita para esquerda, tem-se o ponteiro da unidade, da dezena, da centena e do milhar. Se um ponteiro estiver entre dois números, considera-se o último número ultrapassado pelo ponteiro. Suponha que as medidas indicadas nos esquemas seguintes tenham sido feitas em uma cidade em que o preço do quilowatt-hora fosse de R\$ 0,20.



O valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica registrada seria de

- a. R\$ 41,80.
- b. R\$ 42,00.
- c. R\$ 43,00.

d. R\$ 43,80.

e. R\$ 44,00.

Resposta: letra E

Comentário: Seguindo as instruções fornecidas pelo texto do problema, podemos observar que as situações mostradas indicam as seguintes leituras:

$$E_{\text{mês passado}} = 2563 \text{ KWh}$$

$$E_{\text{mês atual}} = 2783 \text{ KWh}$$

Efetuada a subtração entre os valores encontrados é possível determinar a quantidade de energia consumida em um mês (E):

$$E = E_{\text{mês atual}} - E_{\text{mês passado}}$$

$$E = 2783 - 2563$$

$$E = 220 \text{ KWh}$$

Multiplicando pelo valor do KWh (R\$ 0,20), teremos:

$$\text{Valor pago} = 220 \cdot 0,20$$

$$\text{Valor pago} = \text{R\$ } 44,00.$$

Atividade 3 (Enem 2011)

Em um manual de um chuveiro elétrico são encontradas informações sobre algumas características técnicas, ilustradas no quadro, como a tensão de alimentação, a potência dissipada, o dimensionamento do disjuntor ou fusível, e a área da seção transversal dos condutores utilizados.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Especificação				
Modelo		A	B	
Tensão (V ~)		127	220	
Potência (Watt)	Seletor de Temperatura Multitemperaturas	○	0	0
		●	2 440	2 540
		●●	4 400	4 400
		●●●	5 500	6 000
Disjuntor ou Fusível (Ampère)		50	30	
Seção dos condutores (mm ²)		10	4	

Uma pessoa adquiriu um chuveiro do modelo A e, ao ler o manual, verificou que precisava ligá-lo a um disjuntor de 50 amperes. No entanto, intrigou-se com o fato de que o disjuntor a ser utilizado para uma correta instalação de um chuveiro do modelo B devia possuir amperagem 40% menor.

Considerando-se os chuveiros de modelos A e B, funcionando à mesma potência de 4400 W, a razão entre as suas respectivas resistências elétricas, R_A e R_B , que justifica a diferença de dimensionamento dos disjuntores, é mais próxima de:

- a. 0,3.
- b. 0,6.
- c. 0,8.
- d. 1,7.
- e. 3,0.

Resposta: letra A

Comentário: Consultando o quadro fornecido pelo problema, na primeira situação, temos uma tensão $U_A = 127\text{ V}$ e na segunda situação a tensão $U_B = 220\text{ V}$. O problema informa ainda, que nas duas situações a potência desenvolvida é a mesma $P_A = P_B = 4400\text{ W}$.

Podemos iniciar a construção da solução do problema escrevendo as expressões das potências para as situações A e B:

$$P_A = \frac{(U_A)^2}{R_A} \text{ e } P_B = \frac{(U_B)^2}{R_B}$$

Efetuada a divisão de P_B por P_A , teremos:

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{\frac{(U_B)^2}{R_B}}{\frac{(U_A)^2}{R_A}}$$

$$\frac{P_B}{P_A} = \frac{(U_B)^2}{R_B} \frac{R_A}{(U_A)^2}$$

Como os valores de P_A e P_B são iguais, teremos:

$$1 = \frac{(U_B)^2}{R_B} \frac{R_A}{(U_A)^2}$$

$$\frac{R_A}{R_B} = \frac{(U_A)^2}{(U_B)^2} \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{U_A}{U_B} \right)^2$$

Substituindo os valores fornecidos pelo problema:

$$\frac{R_A}{R_B} = \left(\frac{127}{220} \right)^2 \rightarrow \frac{R_A}{R_B} = 0,33$$

Circuitos Elétricos

Para início de conversa ...

Nesta aula, você vai conhecer um circuito elétrico e seus componentes, conhecer a lei de Ohm e saber como utilizá-la para os cálculos de correntes, tensões e resistências.

Objetivos de aprendizagem:

- Identificar um circuito elétrico e seus componentes;
- Relacionar componentes de um circuito elétrico com os equipamentos elétricos, utilizados em uma instalação elétrica;
- Utilizar a lei de Ohm para os cálculos de correntes, tensões e resistências; identificar as associações dos componentes em um circuito elétrico.

Seção 1

Você já correu numa pista de corrida?

Pense numa pista de corrida de carros, de cavalos ou de pessoas. Nelas, pessoas, cavalos ou carros começam a correr a partir de um ponto e retornam ao mesmo lugar. Fazem isso inúmeras vezes até completar o número de voltas necessárias para concluir a corrida. A partir da segunda volta, o corredor já não identifica mais o início ou o fim da corrida, ou seja, o caminho fechou-se. A este caminho fechado e contínuo, dá-se o nome de circuito. Logo,



Circuito é todo trajeto que representa um caminho fechado.

Agora, imagine você chegando a sua casa após um longo dia de trabalho e acendendo uma lâmpada. Lembra-se das primeiras aulas? Para que a lâmpada acenda, é necessário que a eletricidade (corrente elétrica) chegue a um interruptor e que você o aperte (fig.1).

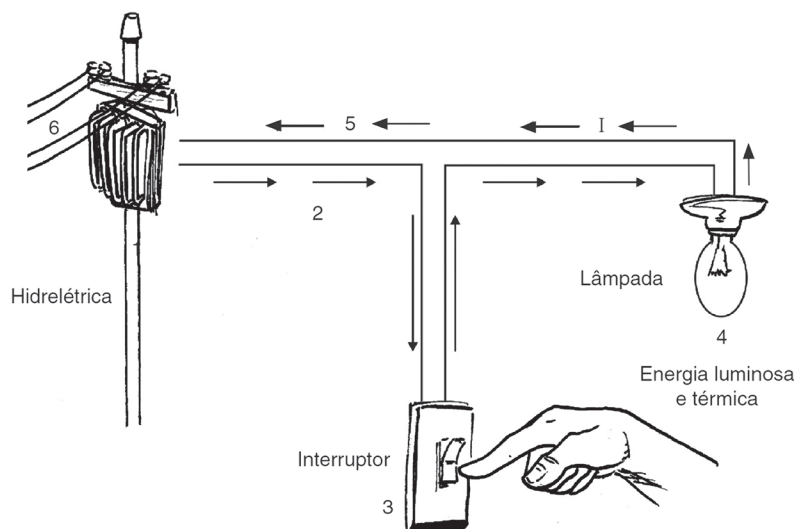


Figura 1: Trajeto fechado da corrente elétrica

Qual foi o percurso da corrente elétrica, neste caso?

A corrente elétrica é fornecida por um transformador.

É transportada pelos condutores de eletricidade.

Chega ao interruptor.

Passa pela lâmpada.

Retorna ao transformador pelo condutor de saída da lâmpada.

Repete o trajeto, num processo contínuo.

A corrente percorre o mesmo caminho repetidamente. A este caminho fechado e contínuo da corrente elétrica dá-se o nome de circuito elétrico.

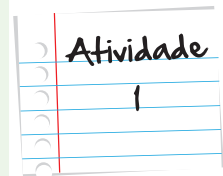
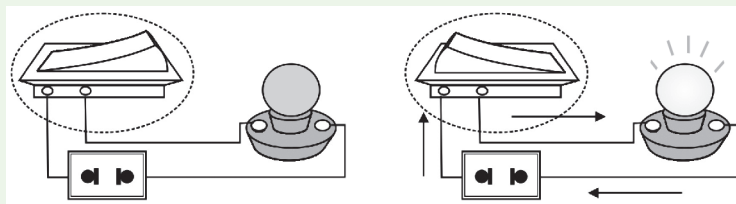
Circuito elétrico é um caminho fechado e contínuo pelo qual a corrente elétrica circula.



Você aprendeu que a energia elétrica que faz a lâmpada de sua casa acender percorre um circuito fechado. Em qual das figuras a seguir isto ocorre?

A

B



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2

Aparelhos consumidores e dispositivos de manobra

Aparelho consumidor, também chamado receptor elétrico, é um dos componentes de um circuito que utiliza energia elétrica para funcionar. Esses aparelhos transformam energia elétrica em outro tipo de energia. Na unidade 3, foram dados alguns exemplos desse tipo de transformação e um deles foi o da lâmpada, que transforma energia elétrica em energia luminosa e térmica (Fig. 2).



Figura 4.2: Transformação de energia elétrica em energia luminosa e térmica

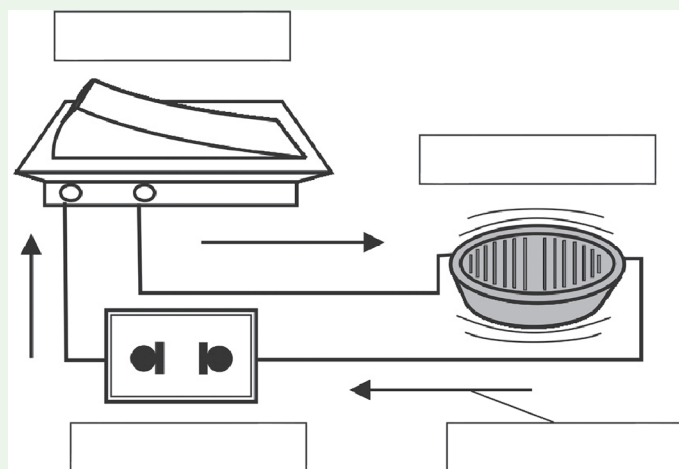
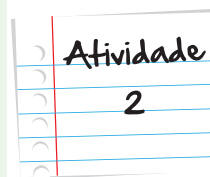
Já o dispositivo de manobra (Fig. 3) permite que você ligue ou desligue os aparelhos consumidores de energia elétrica do circuito. Dessa forma, ele libera ou impede a passagem de corrente elétrica pelo condutor de eletricidade.



Figura 4.3: Dispositivo de manobra

Relacione a coluna da esquerda com a da direita e escreva o nome dos elementos do circuito nos espaços em branco.

- | | |
|---|--------------------|
| () Aparelho consumidor de energia elétrica | 1. Bateria |
| () Fonte geradora de energia elétrica | 2. Interruptor |
| () Condutor de eletricidade | 3. Campainha |
| () Dispositivo de manobra | 4. Cabo de energia |



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 3

Então, todos os componentes de um circuito elétrico transformam energia elétrica em outro tipo de energia?

Como você viu na unidade 3, todos os aparelhos consumidores de energia elétrica transformam energia elétrica em outro tipo de energia (térmica, luminosa etc.).

Um **resistor**, mais conhecido como resistência elétrica, é um componente que transforma energia elétrica em energia térmica (**calor**) ao oferecer oposição à passagem da corrente elétrica através dele. Assim, um chuveiro (Fig.4), um ferro elétrico, um forno elétrico, uma lâmpada do tipo incandescente etc., funcionam basicamente por causa de uma resistência que é aquecida ao ser percorrida por uma corrente elétrica (Fig.5). Este fenômeno foi estudado pelo famoso cientista James P. Joule e, em sua homenagem, foi chamado de **efeito Joule** (lê-se jaule).

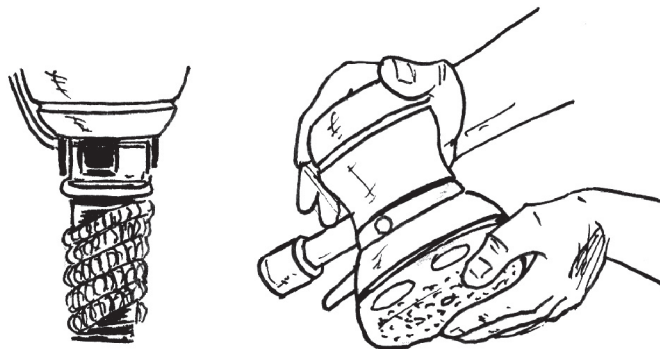


Figura 4.4: Resistência de chuveiro elétrico, por exemplo

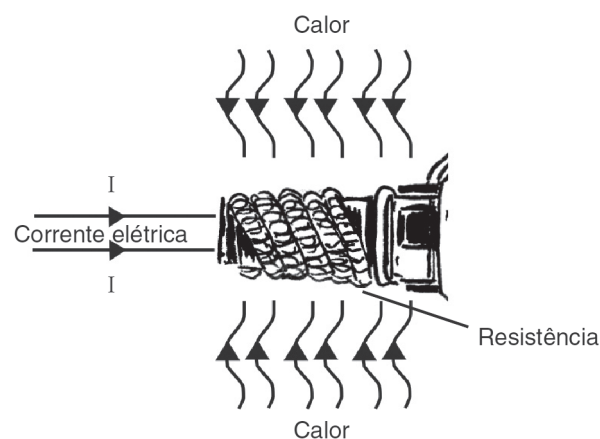


Figura 4.5: Representação da transformação de energia elétrica em energia térmica, com a utilização de uma resistência elétrica de chuveiro

Assim:

Resistência elétrica é uma medida da oposição à passagem da corrente elétrica, através do componente resistor.

Importante

Joule (1818-1889)

O físico inglês James Prescott Joule tornou-se famoso por suas experiências, envolvendo a “transformação de trabalho em calor”. Seu nome está associado à possibilidade de conversão de trabalho mecânico e de eletricidade em calor. Seu nome foi dado à unidade de energia do Sistema Internacional.

Joule nasceu em Salford, Inglaterra, em 24 de dezembro de 1818. Sua família era rica e possuía uma cervejaria. Recebeu instrução de John Dalton em Ciências e Matemática. Sentiu-se atraído pela Física, especialmente pelos temas relacionados ao calor. Iniciou seus trabalhos experimentais num laboratório anexo à cervejaria. A experiência adquirida por Joule habilitou-o a medir diferenças de temperatura com precisão e foi encorajado a prosseguir em suas pesquisas por William Thomson (Lord Kelvin).

Quando tinha 18 anos, Joule iniciou seus estudos sobre o calor liberado por uma corrente elétrica, fluindo em um condutor, e em 1840 enunciou a lei que relaciona a corrente elétrica e a resistência do condutor ao calor transmitido (Lei de Joule), e publicou «Sobre a Produção de Calor por meio da Eletricidade Voltaica».

Faleceu em 11 de outubro de 1889, em Sale, Inglaterra.

Fonte: <http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/person/joule.htm> e <http://br.answers.yahoo.com/question/index?qid=20070424054613AAUN2Gy>

Saiba Mais

Representando a resistência elétrica e sua unidade de medida

A resistência elétrica é representada pela letra R (Fig.6) e sua unidade de medida é o ohm, cujo símbolo é Ω (ômega é a última letra do alfabeto grego). O nome desta unidade é uma homenagem a George Simon Ohm.



Figura 4.6: Representação simbólica de um resistor que será usada neste curso

Saiba Mais

OHM

O **ohm** é a unidade de medida da resistência elétrica, padronizada pelo SI (Sistema Internacional de Unidades). O ohm é simbolizado pela letra grega ômega maiúsculo (Ω).

Foi **Georg Simon Ohm** (Erlangen, 16 de Março de 1789 — Munique, 6 de Julho de 1854), físico e matemático alemão, que descobriu relações matemáticas extremamente simples, envolvendo as dimensões dos condutores e as grandezas elétricas, definindo o conceito de resistência elétrica e formulando a que passou a ser chamada Lei de Ohm.

Qual o caminho preferido pela corrente elétrica?

Por exemplo, nas estradas ilustradas nas Figuras 7 e 8, qual seria a preferência de um motorista para circular com seu carro? É claro que ele vai preferir o caminho que oferece melhores condições de circulação para ele, ou seja, a estrada da Figura 8. Concorda?



Figura 4.7: Foto de uma estrada em péssimo estado de preservação



Figura 4.8: Foto de uma estrada em ótimo estado de conservação.

Pois então! A corrente elétrica, assim como o motorista do carro citado neste exemplo, vai preferir circular pelo caminho que oferece menor resistência à sua passagem.

Responda às questões abaixo com bastante atenção.

1- Circuito elétrico é um caminho fechado e descontínuo pelo qual a corrente elétrica circula.

Falso

Verdadeiro

2- Um resistor é um componente elétrico que, ao ser percorrido por uma corrente elétrica, transforma a energia elétrica em energia térmica (calor).

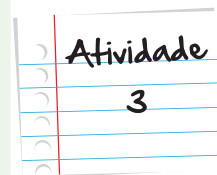
Falso

Verdadeiro

3- Aparelho consumidor, também chamado de receptor elétrico, é um dos componentes de um circuito elétrico que se utiliza de energia elétrica para funcionar.

Falso

Verdadeiro



A Lei de Ohm

No século XIX (dezenove), George Simon Ohm mostrou que a corrente elétrica, em um circuito, tinha uma relação direta com a tensão elétrica. Ele mostrou que, se a tensão aumenta, a corrente também aumenta; se a tensão diminui, a corrente também diminui. Esta relação foi chamada lei de Ohm.

A lei de Ohm mostra que a corrente elétrica (I) de um circuito varia de forma direta com a tensão (U) e de forma indireta com a resistência (R).



Essa relação é representada pela seguinte expressão matemática (lei de Ohm):

Corrente (I) = Tensão (U) ÷ Resistência (R)

$$\downarrow$$
$$I = \frac{U}{R}$$

Exemplo:

Exemplo 1: Qual a tensão elétrica aplicada sobre um resistor de 1.000Ω, quando o mesmo é percorrido por uma corrente de valor igual a 1 A?

Corrente Elétrica: 1A

Tensão: ?V

Resistência: 1.000Ω

Resposta: 1.000V

$$I = \frac{U}{R} \quad 1A = \frac{U}{1.000 \Omega}$$

Exemplo 2: Qual a corrente que percorre uma resistência de 10.000Ω, quando é aplicada sobre ela uma tensão de 10.000 V.

Corrente Elétrica: ?A

Tensão: 10.000V

$$I = \frac{U}{R} \quad I = \frac{10.000V}{10.000\Omega} = I = 1A$$

Exemplo 3: Determine o valor de uma resistência elétrica, sabendo-se que sobre a mesma é aplicada uma tensão de 1V e que a corrente que a percorre vale 1A.

Corrente Elétrica: 1A

Tensão: 1V

$$I = \frac{U}{R} \quad 1A = \frac{1V}{R\Omega}$$

Resolva os exercícios a seguir.

1. A tensão de entrada de sua casa é 220V. Um chuveiro elétrico é instalado, e você não tem ideia da corrente que vai circular na resistência dele. No ato da compra, o vendedor informou que a resistência elétrica dele era de 10Ω . Vamos calcular a corrente elétrica que vai passar na resistência dele?

Corrente Elétrica: _____

Tensão: _____

Resistência: _____

2. Sabe-se, antecipadamente, que a corrente que circula em uma lâmpada é 2A. Deseja-se descobrir qual o valor da resistência da mesma. Para isto, aplica-se uma tensão no valor de 240V em suas extremidades. Utilize a equação para cálculo do valor da resistência, tirada da lei de Ohm.

Corrente Elétrica: _____

Tensão: _____

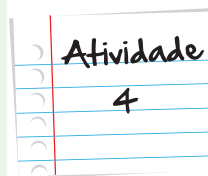
Resistência: _____

3. A corrente circulante numa lâmpada é de 1A. Sabe-se, antecipadamente, que sua resistência é de 127Ω . Qual é a tensão que está sendo aplicada nesta lâmpada?

Corrente Elétrica: _____

Tensão: _____

Resistência: _____



Seção 4

O que acontece em um circuito elétrico, se, por algum motivo, ele for interrompido?

Uma interrupção em um circuito elétrico pode ser provocada, por exemplo, pela abertura de um dispositivo de manobra (exemplo: desligar a lâmpada no interruptor) ou por um acidente no condutor (exemplo: fio partido), que interrompa o circuito elétrico. Neste caso, a corrente elétrica não circula e o circuito é chamado circuito aberto. Em um circuito aberto, nenhum consumidor de energia elétrica funciona. (Fig.4.11).

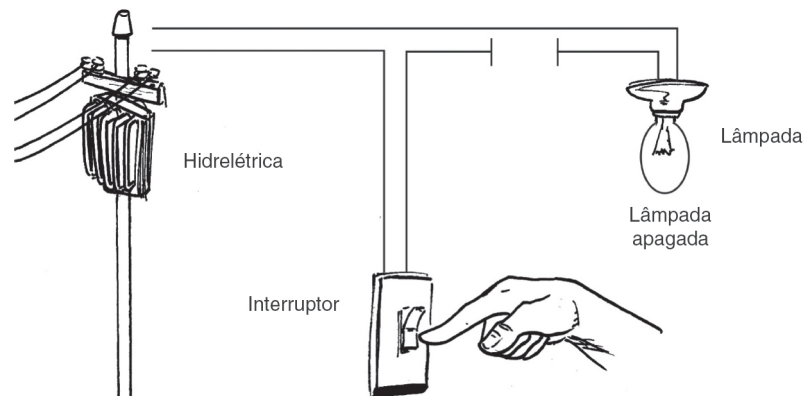


Figura 4.9: Circuito elétrico aberto

Você sabe o que é curto-circuito?

Em condições normais, um circuito elétrico possui uma fonte de energia (pilha, rede elétrica etc.) que alimenta um consumidor de energia elétrica, também chamado receptor (lâmpada, chuveiro elétrico etc.). A fonte de energia possui uma determinada tensão elétrica (1,5v (volts) nas pilhas, 110v ou 220v (volts) na rede, dependendo da região etc.). Ao alimentar um receptor com tensão elétrica, circula uma corrente elétrica entre a fonte geradora de energia e esse receptor.

Se em vez de um receptor, você ligar os fios que saem da fonte de energia elétrica, um no outro (Fig.4.12), você vai provocar um curto-circuito. Isso porque a resistência será tão pequena que fará a corrente alcançar valores muito altos. Uma corrente muito alta produz muito calor (efeito joule, lembra-se do que você viu no início da aula?) e por isso existe o risco de incendiar sua instalação elétrica. Este evento, curto-circuito, é normalmente relacionado à causa de incêndios.

Mais adiante você terá uma aula na qual vai aprender, por exemplo, como proteger sua instalação de um curto-circuito.

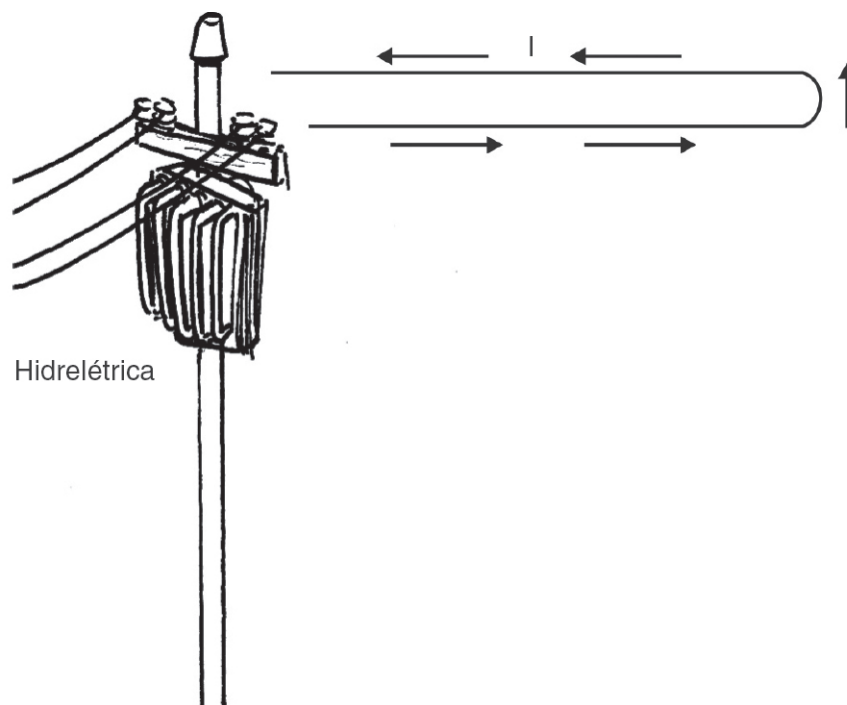


Figura 4.10: Repare que não há consumidor de energia elétrica ligado aos cabos condutores. Existe somente a resistência dos cabos condutores, que é de baixíssimo valor. Desta forma, a corrente assume valores altos, provocando o que se chama curto-circuito.

Conhecendo outros componentes do circuito

Outros componentes que fazem parte de um circuito elétrico são o indutor (formado **por bobinas elétricas**) e o capacitor. Ambos, da mesma forma que o resistor oferecem oposição à passagem da corrente elétrica.

O indutor (Fig. 11) é representado pela letra L e simbolizado, graficamente, por um fio em forma de hélice, parecido como uma mola, Figura 4.12. Sua unidade de medida é o henry (H). O indutor está presente nos componentes de um transformador, um motor elétrico, um reator de uma lâmpada etc.

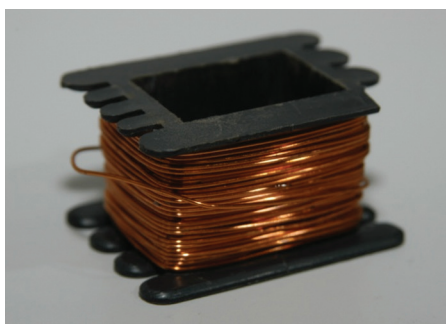


Figura 4.11: Indutor - As bobinas enroladas



Figura 4.12: Representação gráfica de um indutor que será utilizada neste curso

Bobinas elétricas

São fios condutores de eletricidade enrolados de várias formas

O **capacitor** (Fig.13) é um componente usado em quase todos os tipos de dispositivos eletroeletrônicos. Além de oferecer uma oposição à passagem de corrente elétrica, em alguns casos é utilizado para armazenar pequenas quantidades de cargas elétricas e mantê-las durante um curto espaço de tempo. Os capacitores são usados em carregadores de celular, em computadores, em microfones e em inúmeros outros consumidores de energia elétrica. O capacitor é representado pela letra C e simbolizado, graficamente, pela figura mostrada na Figura 14. Sua unidade de medida é o Faraday (F).



Figura 4.13: Exemplo de capacitor



Figura 4.14: Representação gráfica de um capacitor que será utilizada neste curso

Principais unidades desta aula

Grandeza	Unidades
Tensão (U)	Volts (V)
Corrente (I)	Amperes (A)
Resistência (R)	Ohm (Ω)
Potência (P)	Watts (W)



Você sabia que a corrente elétrica pode seguir mais de um caminho num circuito?

Observe a Figura 15. Nela existe um circuito onde a corrente (I) segue um único caminho e só consegue circular pelo consumidor seguinte depois de sair do anterior. Por exemplo: lâmpadas pisca-pisca de decoração natalina.

Para montagem deste circuito, as saídas dos consumidores, representadas pela letra S, estão ligadas às entradas dos consumidores seguintes, representadas pela letra E. Este circuito é denominado “**circuito em série**”.

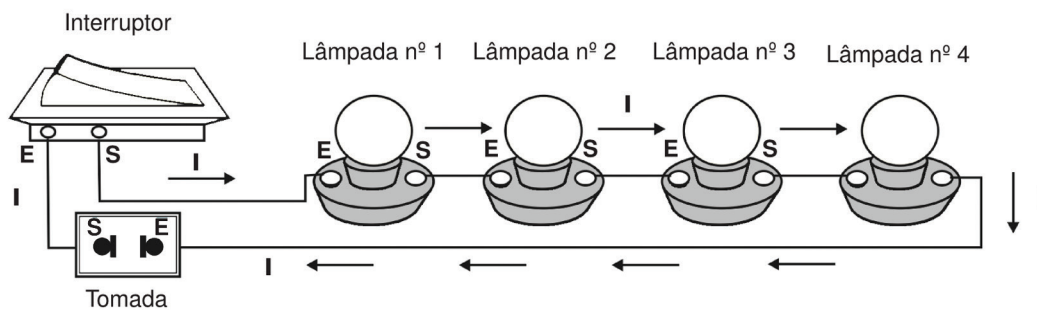


Figura 4.15: Associação em série dos elementos de um circuito elétrico

Se algum consumidor for retirado e o caminho não for fechado novamente, os outros não funcionarão, porque teremos, neste caso, um circuito aberto e a corrente não conseguirá circular para alimentar os demais, ou seja, qualquer descontinuidade no caminho da corrente, por exemplo, uma lâmpada queimada (veja Figura 4.18), fará com que o circuito deixe de funcionar.

[Importante]

Circuito em série é uma das formas de se ligar os componentes de um circuito elétrico. Nele a corrente segue um único caminho e é a mesma que circula em todos os componentes do circuito. A saída de um componente, através de seu condutor, servirá como entrada para o próximo componente até o seu retorno à fonte de energia.

A saída de um componente é ligada à entrada do componente seguinte até o seu retorno à fonte de energia.

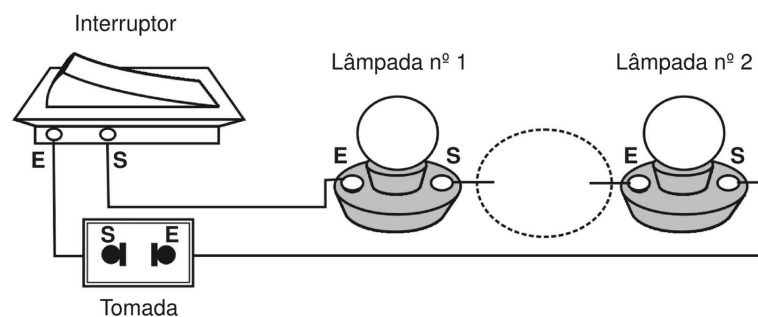


Figura 4.16: Circuito elétrico

Já na Figura 17, por exemplo, está representado um circuito com quatro consumidores em paralelo (quatro lâmpadas), onde a fonte de energia terá de alimentar todos ao mesmo tempo e o interruptor deverá manobrar, também, todas ao mesmo tempo. Nesse circuito, a entrada do primeiro consumidor é ligada na entrada do seguinte e assim por diante, até que a entrada do último consumidor seja conectada. A saída deste último consumidor é ligada à saída do consumidor anterior e assim por diante, até que as saídas de todos os consumidores estejam conectadas umas às outras. Esta saída comum a todos eles deve ser ligada à entrada da fonte. A corrente (I), neste caso, divide-se pelos quatro caminhos diferentes que tem para seguir, após o interruptor. A corrente é chamada de I_1 (lê-se i um) no caminho 1; I_2 (lê-se i dois) no caminho 2; I_3 (lê-se i três) no caminho 3; e, finalmente, I_4 (lê-se i quatro) no caminho 4. O resultado da soma de I_1 , I_2 , I_3 e I_4 deve ser igual à corrente (I) de entrada do circuito, ou seja, $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = I$.

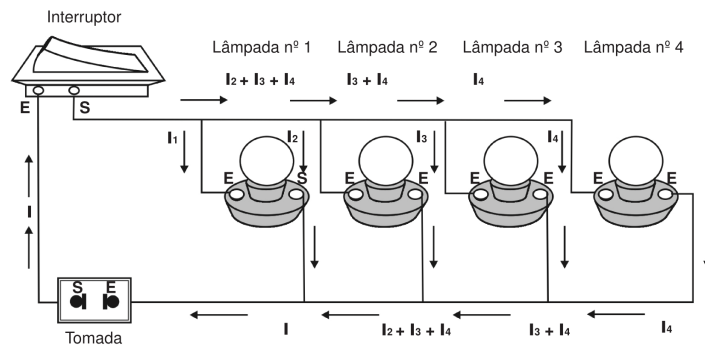


Figura 4.17: Associação em paralelo dos elementos de um circuito elétrico

Ao contrário do que acontece em um circuito em série, no circuito em paralelo, se uma lâmpada queimar as outras lâmpadas “ignoram” o acontecido e continuam funcionando de forma independente. Por exemplo, as lâmpadas de sua casa são ligadas em paralelo: quando uma queima as outras continuam acesas.

Circuito em paralelo é uma outra forma de se ligar os elementos de um circuito. Nele a corrente segue por mais de um caminho e pode ser diferente para cada um deles. As entradas dos componentes do circuito são ligadas a um condutor comum e as saídas também a um condutor comum que são ligadas aos terminais da fonte.



Você sabe o que é um circuito misto?

A combinação das duas associações anteriores é chamada associação mista. Nela alguns consumidores estão ligados em série, onde a saída de um consumidor é ligada à entrada do consumidor seguinte até que a saída do último consumidor seja ligada na entrada da fonte e outros em paralelo; ou seja, as entradas de todos os consumidores estão ligadas entre si, assim como todas as suas saídas também e, a saída comum é ligada na entrada da fonte. Ou seja, no circuito misto, há lâmpadas em série e lâmpadas ligadas em paralelo. Observe a Figura 18

[importante] Circuito misto é aquele que apresenta caminhos em série e em paralelo, ao mesmo tempo.

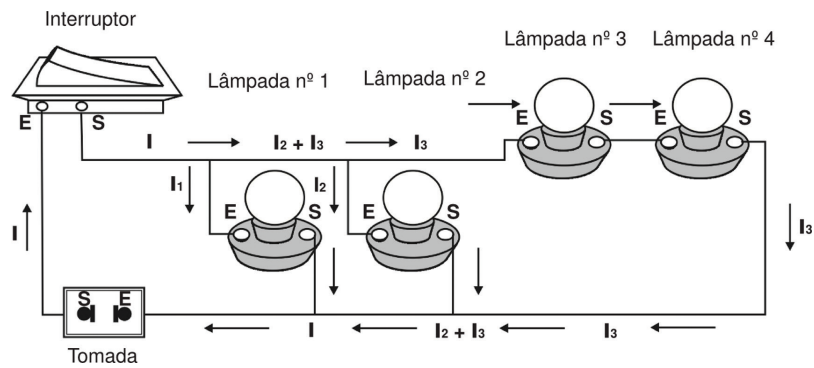


Figura 4.18: Associação mista dos componentes de um circuito elétrico

Importante

Em qualquer tipo de associação, o interruptor (dispositivo de manobra) deverá, sempre, estar em série com a fonte de energia e as cargas, caso se queira manobrá-las (ligar ou desligar) ao mesmo tempo. Para manobra de uma única carga de forma independente, faz-se necessária a instalação de dispositivos de manobra (individuais) em série com cada carga. (Fig. 19)

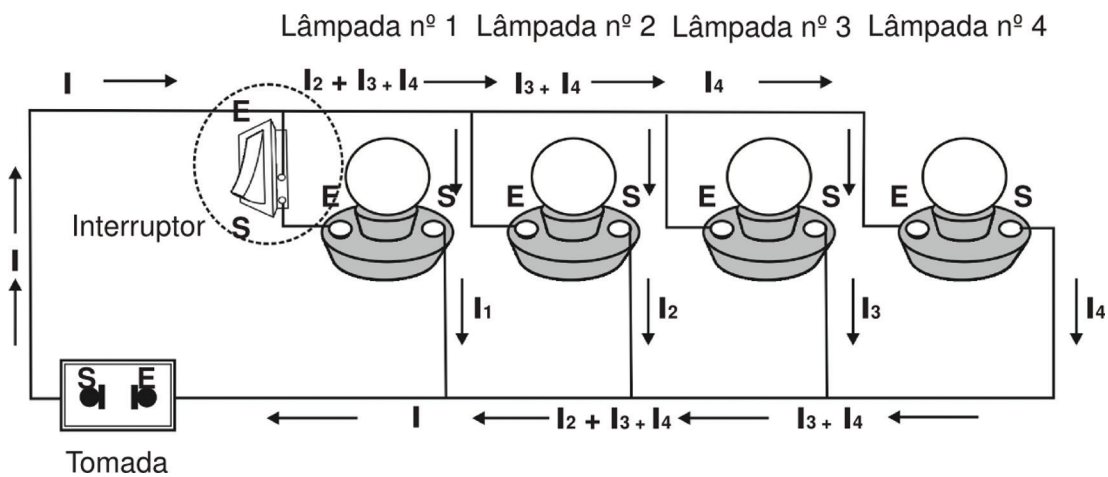


Figura 4.19: Circuito elétrico com interruptor manobrando somente um dos consumidores.

Seção 5

O comportamento da tensão elétrica num circuito

Você se lembra da seção onde explicamos a lei de Ohm? Uma das equações que estudamos naquela seção foi: $U = R \times I$, lembrou? Pois então, quando temos circuito em série e a corrente circula através de uma lâmpada incandescente (resistência), parte da tensão total aplicada ao circuito é destinada para vencer a oposição à corrente elétrica, oferecida pela resistência da lâmpada.

A multiplicação do valor da resistência da lâmpada pela corrente que circula na mesma é o que chamamos “**Queda de tensão**”. Essa queda de tensão é diminuída da tensão total aplicada no circuito.

O resultado da soma de todas as quedas de tensão do circuito é igual à tensão fornecida pela fonte.

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + \dots + U_n$$

Uma queda de tensão num circuito (Fig.4.22) pode ser a causa de vários problemas em uma instalação elétrica, tais como: queima de equipamentos, uma lâmpada que não ilumina direito o ambiente, um aparelho de som que não tem força para tocar, um ferro elétrico que não esquenta direito etc.

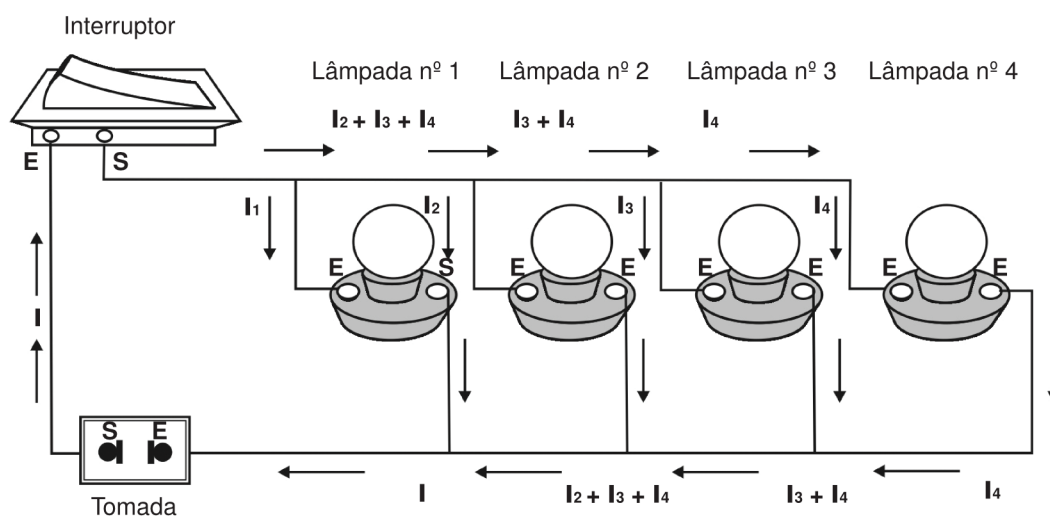


Figura 4.20: Queda de tensão num circuito elétrico com componentes em série

Como já foi estudado na Unidade 3, os aparelhos consumidores são especificados para uma tensão e potência. Pode acontecer, por exemplo, de algum consumidor não receber tensão suficiente para o seu funcionamento, porque os consumidores anteriores gastaram a maior parte da tensão.



Lembre-se:

Num circuito em série, a corrente é a mesma em todo percurso e a tensão total é igual à soma das quedas de tensão nos terminais de cada consumidor do circuito;

5.1. E como é o comportamento da tensão num circuito paralelo?

No circuito paralelo da Figura 4.23, parte da tensão aplicada ao circuito é destinada para vencer a oposição à circulação de corrente elétrica oferecida por cada resistência (lâmpada) em paralelo. Em outras palavras, sobre os terminais da lâmpada nº1 haverá uma tensão (U_1) destinada a vencer sua resistência à corrente elétrica (I_1). Nesse caminho, haverá uma queda de tensão dada por $U_1 = R \times I_1$. Em todos os caminhos de um circuito em paralelo, serão observadas quedas de tensão. Essas quedas serão iguais à tensão que foi aplicada ao circuito.

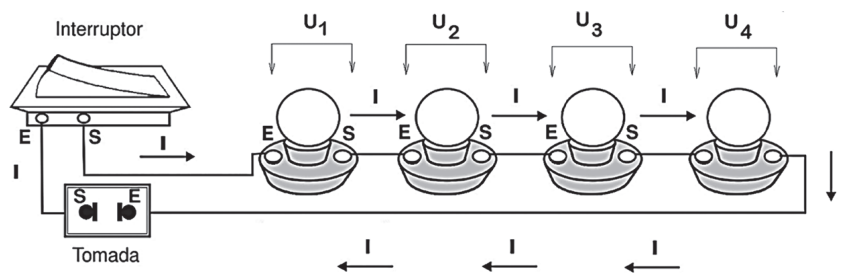


Figura 4. 21: Queda de tensão num circuito elétrico com componentes em paralelo



Lembre-se:

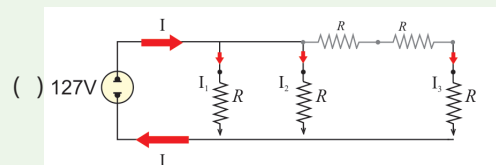
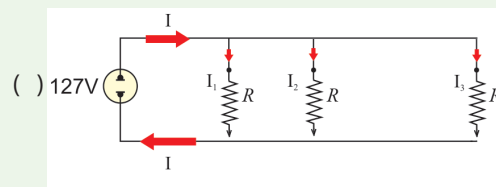
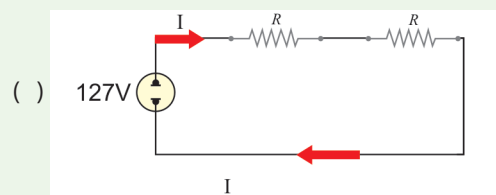
Num circuito em paralelo, a corrente é dividida pelos vários caminhos do circuito e a soma de todas as correntes pelos vários caminhos é igual à corrente total de entrada do circuito. A queda de tensão sobre cada consumidor é igual à tensão aplicada ao circuito.

Relacione a coluna da esquerda com a coluna da direita.

() A corrente segue um único caminho e é a mesma que alimenta todos os elementos do circuito. A saída de um elemento é ligada à entrada do elemento seguinte.

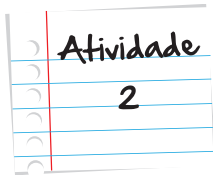
() Neste circuito, a corrente é dividida pelos vários caminhos do circuito e a tensão nos terminais de cada consumidor do circuito é igual à tensão fornecida pela fonte de

- 1- Circuito em série
- 2 - Circuito em paralelo
- 3 - Circuito misto



Anote suas respostas em seu caderno

Atividade
5



Tente resolver os exercícios abaixo:

1. Você está decorando sua casa com lâmpadas pisca-pisca, para a festa de Natal. Depois de tudo pronto, você liga o conjunto na tomada. Hi! As lâmpadas não acendem. Sabe-se que estas lâmpadas são ligadas em série e que a queima de uma, impede que as outras acendam. Então, com certeza, o circuito está aberto em algum ponto do percurso da corrente elétrica.

Falso

Verdadeiro

2. Um curto-circuito produz uma corrente muito alta, porque existe grande oposição à passagem de corrente elétrica.

Falso

Verdadeiro

3. O transformador é formado, principalmente, por um resistor.

Falso

Verdadeiro

4. O ferro elétrico é formado, principalmente, por um indutor.

Falso

Verdadeiro

5. Um chuveiro elétrico é formado, principalmente, por uma resistência.

Falso

Verdadeiro

6. Em uma casa onde a tensão é 220V, um ferro de passar roupas com resistência de 110Ω tem a corrente circulante de 5A.

Falso

Verdadeiro

Anote suas
respostas em
seu caderno

Resumo

Nesta aula, você estudou o circuito elétrico e seus componentes. Aprendeu que um circuito onde a corrente circula num caminho fechado e contínuo recebe o nome de circuito elétrico.

Viu que consumidor de energia elétrica transforma energia elétrica em algum outro tipo de energia.

O circuito elétrico é composto por alguns elementos, entre os quais está o resistor, também chamado resistência. O resistor é um dispositivo elétrico que transforma energia elétrica em energia térmica (**calor**) e oferece uma oposição à passagem de corrente elétrica no interior do condutor. Chamamos este efeito (calor) efeito Joule. Como exemplo de consumidores que são formados basicamente por uma resistência, tem-se: chuveiro, ferro elétrico, forno elétrico, lâmpada do tipo incandescente etc. Aprendeu o que é um potenciômetro e como funcionam.

Viu que o indutor e o capacitor são outros elementos do circuito elétrico que, como o resistor, também oferece oposição à passagem da corrente elétrica. Assim, transformador, motor elétrico, reator de uma lâmpada etc. consistem principalmente num indutor. Já os capacitores, são usados em eliminadores de pilha, em computadores, em microfones e em inúmeros outros consumidores de energia elétrica.

Entendeu o que é um circuito aberto e um curto-circuito.

Aprendeu, também, como fazer ligações destes elementos num circuito. Mostramos como são feitas as associações dos elementos de um circuito em série, em paralelo e misto.

Descobriu o quanto é útil o entendimento da lei de Ohm, de um circuito aberto, de um curto-circuito e uma queda de tensão.

Imagens



• André Guimarães



• <http://www.sxc.hu/photo/711708>



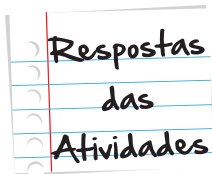
• <http://www.sxc.hu/photo/514149/>



• <http://www.sxc.hu/photo/754338>



• <http://www.sxc.hu/photo/755095>



Atividade 01, referente ao objetivo 01

Resposta: B

Atividade 02, referente ao objetivo 01

Resposta: 3, 1, 4, 2.

Atividade 03, referente ao objetivo 02

Resposta:

1 - Resposta: falso. Porque circuito elétrico é um caminho fechado e contínuo pela qual a corrente elétrica circula.

2 - Resposta: verdadeiro

3 - Resposta: verdadeiro

Atividade 04, referente ao objetivo 03

1 - Resposta: Segundo a lei de Ohm $I = U/R$; logo, $I = 220V/10\Omega$, $I = 22A$. A corrente elétrica circulante no chuveiro é de 22A.

2 - Resposta: Segundo a lei de Ohm $I = U/R$; logo, $2A = 240V/R$, $R = 240V/2A$, $R = 120\Omega$. A resistência elétrica do resistor vale 120 Ω .

3 - Resposta: Segundo a lei de Ohm $I = U/R$, logo $1A = U/127\Omega$, $U = 127V$. A tensão elétrica aplicada na lâmpada é de 127volts

Atividade 05, referente ao objetivo 04

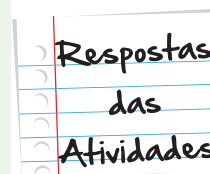
Respostas: 1; 2; 1; 2; 3.

Atividade 06, referente a todos os objetivos desta aula

1 - Respostas: verdadeiro

2 - Respostas: falso, porque num curto-circuito a resistência é quase zero.

- 3 - Respostas: falso, o transformador é formado principalmente por indutores.
- 4 - Respostas: falso, o ferro elétrico é formado principalmente por uma resistência elétrica.
- 5 - Respostas: verdadeiro
- 6 - Respostas: falso, porque segundo a lei de Ohm $I = U/R$, logo $I = 220V/110\Omega$, $I = 2A$
- 3 - Resposta: Segundo a lei de Ohm $I = U/R$, logo $1A = U/127\Omega$, $U = 127V$. A tensão elétrica aplicada na lâmpada é de 127volts
- 6 - Respostas: falso, porque segundo a lei de Ohm $I = U/R$, logo $I = 220V/110\Omega$, $I = 2A$





Magnetismo

Para início de conversa ...

Você já deve ter refletido alguma vez a respeito da imensidão de um oceano. Mesmo que você nunca tenha viajado mundo afora, podemos imaginar que atualmente quase não há lugares inexplorados na superfície de nosso planeta, uma vez que até mesmo o *google maps* fornece com minúcia a geografia de diferentes localidades do mundo. Entretanto, imagine-se a 500 anos atrás sendo um homem comum, com as informações disponíveis à época! A imensidão dos mares provocava um temor intenso no coração da maioria das pessoas, uma vez que estas águas representavam o desconhecido, além dos diversos mitos e lendas que cercavam o novo mundo. Deve-se levar em conta que sendo um homem comum da época, você provavelmente compartilharia da crença de que o mundo era plano, e que navegar demais por estas águas faria com que sua embarcação despencasse em uma cascata ao final do mundo (veja a Figura 1)!

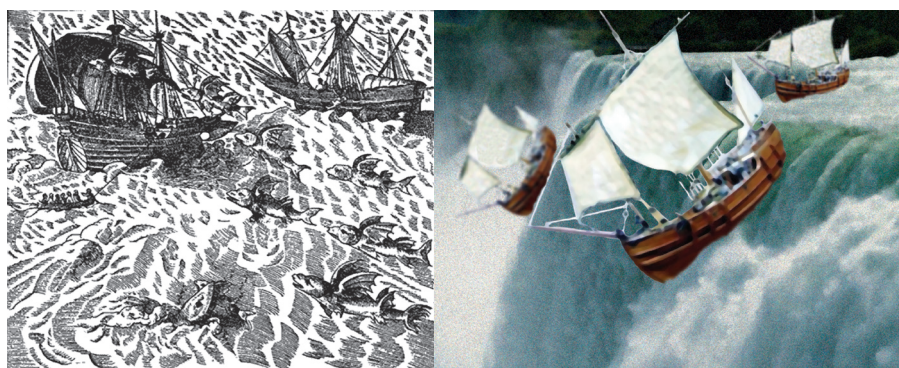


Figura 1: À esquerda, uma representação de alguns mitos que assombravam os navegadores, e à direita temos o temido fim do mundo.

Fonte: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/imagem/ic000018.gif> e <http://susanbca.wordpress.com/2011/06/29/hello-world/>

Embora os oceanos de fato representassem um grande desafio, os grandes navegadores por sua vez desenvolveram uma série de tecnologias para navegar por mares nunca antes navegados. Eles se orientavam em alto-mar através de cartas celestes que lhes propiciavam as posições das estrelas em cada dia e horário. Entretanto, essa técnica só funcionava em dias de céu aberto, além de necessitar de extrema habilidade do navegador em reconhecer os padrões do céu noturno e orientar-se através dele. Hoje utilizamos o sistema de GPS para nos localizarmos ao redor do globo, mas bem antes dessa maravilhosa tecnologia os navegantes introduziram o uso da bússola magnética para se orientar (o que não quer dizer que deixaram as cartas celestes de lado). Nesta aula, veremos os fenômenos básicos do magnetismo, que estão relacionados ao funcionamento das bússolas. Veremos que as bússolas estão orientadas com o campo magnético natural do nosso planeta, e que a Terra, por sua vez, é um ímã gigantesco.

Objetivos de aprendizagem

- Conceituar linhas de campo magnético;
- Identificar uma bússola como um instrumento para a determinação da direção de um certo campo magnético;
- Descrever o que significa experimentalmente a inseparabilidade dos polos magnéticos em um ímã;
- Reconhecer que além de ímãs naturais, a presença de uma corrente elétrica (cargas em movimento) também gera campos magnéticos;
- Identificar, utilizando a regra da mão direita, a direção do campo magnético gerado por um fio.

Seção 1

“Navegar é preciso...”

Não se sabe bem ao certo como a bússola foi inventada, mas sabemos que antes do nascimento de Cristo ela já era utilizada pelos chineses antigos e foi levada para a Europa através dos mouros por volta do século XIII. Esse “mágico” aparato (veja a figura 2) tem a importante característica de apontar sempre para a mesma direção, não importa o quanto você gire em torno de algum eixo.



Figura 2: Representação de uma bússola caseira. A agulha deste objeto aponta sempre em uma determinada direção.

Se isto não parece importante, imagine-se no meio do oceano atlântico após uma noite de tormenta. Você não será capaz de dizer em que direção fica o Brasil ou o continente africano, o seu barco pode ter girado dezenas de vezes sem que você percebesse, tirando-o do rumo original. E agora? Utilizando uma bússola você sempre saberá em qual direção está indo. Mas como funciona a bússola? Um objeto tão poderoso e tão antigo, embora muito simples.

As bússolas tem como sua principal peça uma “agulha magnética”. Esta agulha interage com o nosso planeta por intermédio do campo magnético terrestre. Essa interação faz com que a agulha da bússola sempre aponte em uma direção, a que chamamos de eixo Norte-Sul magnético da Terra (que não coincide perfeitamente com o eixo Norte-Sul geográfico). Como isto ocorre?

Veremos a seguir!

Atração Fatal (os opostos se atraem?)

Ímãs são materiais capazes de atrair outros ímãs, ou certos materiais metálicos, que denominamos ferromagnéticos. Por exemplo, um ímã é capaz de atrair um prego de aço, como você já deve ter presenciado, ou de atrair um outro ímã (veja a Figura 3)



Figura 3: Diversos ímãs mostrando sua capacidade de atrair alguns tipos de materiais.

Entretanto, você não perceberá nenhuma influência entre um ímã e uma panela de alumínio, por exemplo.

Quando aproximamos um ímã de um prego percebemos que surge uma força de atração entre ambos que depende da distância entre eles. Quanto mais próximos eles estão mais intensa será a força devida à interação magnética. O fato de a interação magnética tornar-se menos intensa conforme aumentamos a distância entre os objetos interagentes (ímã e pedaços de ferro, na Figura 3) não depende da orientação dos objetos.

Se repetirmos esse mesmo experimento com dois ímãs notaremos que além da distância a força dependerá também da orientação dos magnetos. Poderá existir repulsão, que nada mais é que uma força que tende a separá-los. Você mesmo pode realizar essa experiência. Com dois ímãs, um em cada mão, aproxime-os um do outro. Nessa tentativa, haverá 50% chances de que a interação entre eles seja atrativa. Se você girar um dos ímãs em torno de seu eixo você perceberá que o tipo de interação mudará. Se inicialmente ela for atrativa ela se tornará repulsiva e vice-versa (veja a Figura 4).

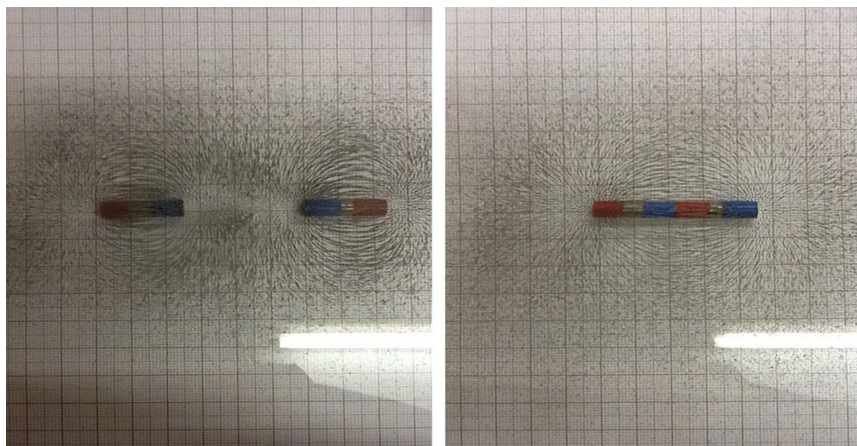


Figura 4: À esquerda, posicionamos dois polos iguais de dois ímãs distintos, enquanto que à direita juntamos um par de polos diferentes dos dois ímãs.

Hoje, dizemos que os polos iguais de um ímã repelem-se e que os opostos atraem-se. A esses polos damos o nome de norte e sul (veja a Figura 5). Todo e qualquer ímã apresenta esses dois polos, mesmo que você quebre um magneto em dois as duas partes remanescentes apresentarão dois polos sul e norte (veja a Figura 5).

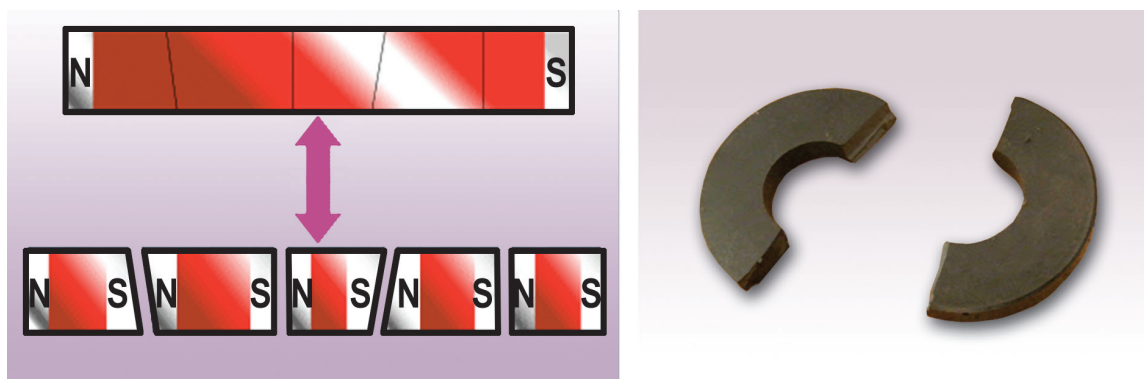


Figura 5: À esquerda, temos um ímã em formato de barra. Todos os pedaços do ímã fragmentado continuarão possuindo dois polos, conforme pode-se constatar ao quebrar um ímã. À direita, temos um ímã de autofalante quebrado.

Na verdade, devido à proximidade entre os eixos Norte-Sul magnético e geográficos, convencionamos dizer que o polo Norte magnético da bússola aponta para o Norte geográfico. Deste modo, temos que ter em mente que o polo Norte geográfico da Terra corresponderia ao polo Sul magnético, devido à sua relativa proximidade (veja a figura 6), uma vez que polos opostos se atraem. Resumindo esta discussão, enfatizamos mais uma vez que polos iguais se repelem (norte-norte ou sul-sul) e polos distintos se atraem (norte-sul).

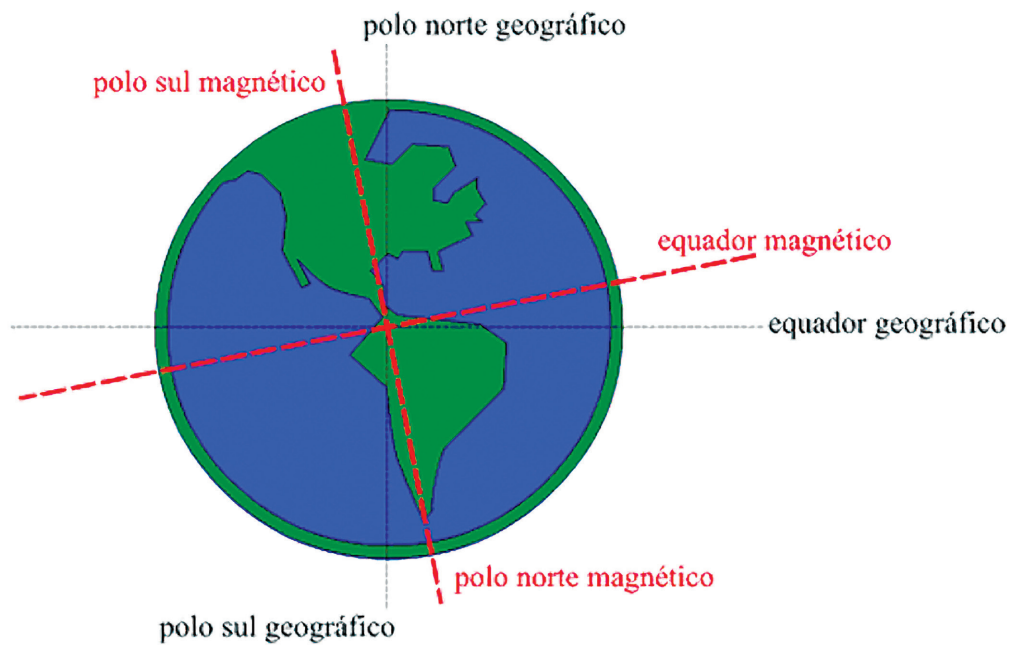
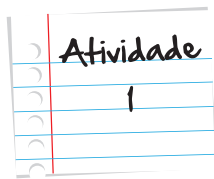


Figura 6: O polo Norte geográfico corresponde aproximadamente ao polo Sul magnético, enquanto que o Sul geográfico corresponderia ao polo Norte magnético.



Botando a mão na massa!

Procure um ímã desses de autofalante em algum ferro-velho ou algo parecido. Você terá um ímã bastante poderoso, muito parecido ao ímã da Figura 5 (b), só que inteiro. Utilizando um outro ímã, tente descobrir qual a direção Norte-Sul dos ímãs (sem uma bússola você não saberá dizer qual das extremidades será o Norte ou o Sul, mas poderá descobrir onde os polos estão localizados). Tente quebrar o ímã de modo a gerar a menor quantidade possível de pedaços. É possível juntar os pedaços do ímã de modo a juntá-lo ao seu formato original? Como você explicaria os fenômenos observados?

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2

Embolando a linha de campo!

Em uma de nossas aulas você já teve contato com a ideia de campo. Campo é uma palavra que tem vários significados e seu uso depende do contexto da frase onde é aplicado. Veja o seguinte exemplo. Numa entrevista um jogador de futebol justifica seu fraco desempenho dizendo: “É... realmente eu não acertei muitos passes, mas isso por que o campo está muito ruim, cheio de buracos!”. Nessa frase a palavra campo designa uma região delimitada destinada a prática desse esporte. Note, região.



Quando estudamos dinâmica vimos que o planeta Terra é dotado de um campo gravitacional. E podemos defini-lo como a região do espaço onde somos capazes de perceber a interação de nosso planeta com outros materiais, através da força Peso. Devemos lhes alertar que essa é uma noção bem simplificada acerca do conceito de campo, existem definições e ideias muito mais robustas e elegantes sobre esse tema. Vale à pena pesquisar. Entretanto, nossa definição funcional nos bastará em nossos estudos. Sendo assim podemos mapear a região do espaço onde um ímã pode interagir com outro introduzindo a ideia de campo magnético. Para isso podemos realizar a seguinte experiência:

Coloque um ímã debaixo de uma folha de papel de ofício e em seguida derrame, cuidadosamente, limalha de ferro sobre o papel (veja a Figura 7).

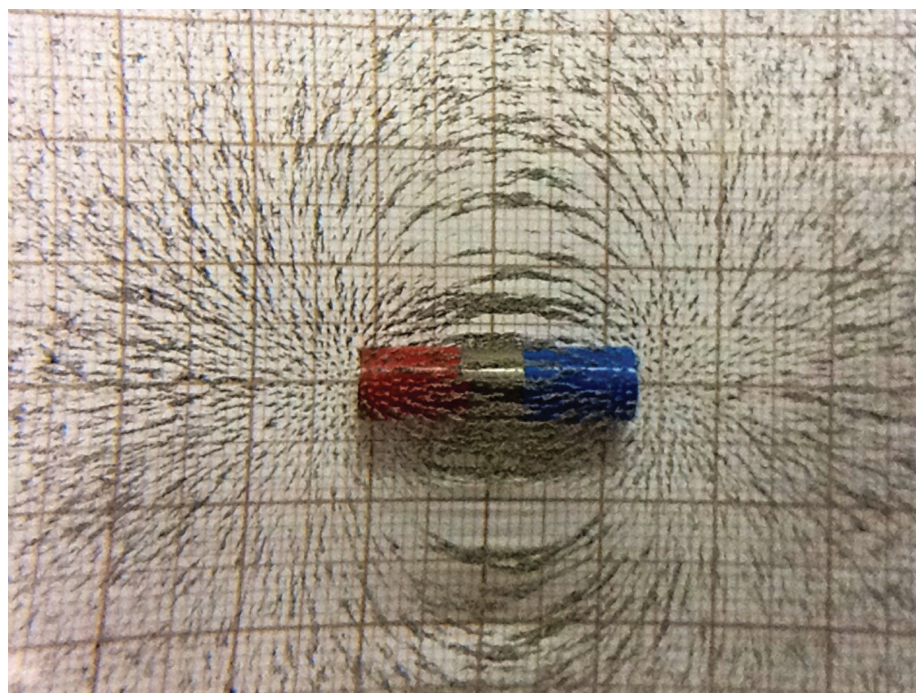


Figura 7: Limalha de ferro e um ímã em forma de barra

Você notará que o pó de ferro irá se aglutinar em padrões bem específicos como os da Figura 7. Isso dá uma ideia de formato para o campo magnético desse ímã. Repare que a limalha de ferro forma um padrão que é simétrico com relação ao eixo x , isto é, como se este eixo fosse um espelho. Bem, isso não é capaz de mostrar toda a extensão de um campo produzido por um ímã por que a interação de um ímã com outros materiais se enfraquece brutalmente com a distância. Outro motivo é que essa ação pode se estender por todo o espaço, ou seja, podemos dizer que o campo magnético de um ímã é muito pequeno se estivermos afastados dele, sem que ele seja de fato nulo. Mas de contra partida ele será muito fraco, a ponto de não mais sermos capazes de notá-lo. Na verdade, a interação entre dois ímãs comuns (desses vendidos em lojas de ferragem e parafusos) deixará de ser sentida por nosso tato (caso no qual seguramos dois ímãs e os afastamos) se os afastarmos por alguns centímetros.

Definimos que o polo norte do ímã “emana” o campo magnético e que o polo sul “recebe” este campo, uma vez que todas as linhas formadas pela limalha de ferro fecham-se. Deste modo, sempre teremos um sorvedouro (fonte) de campo e um escoadouro de campo. Por causa desta convenção, indicamos um sentido de fluxo para o campo magnético de um magneto (veja a Figura 8).

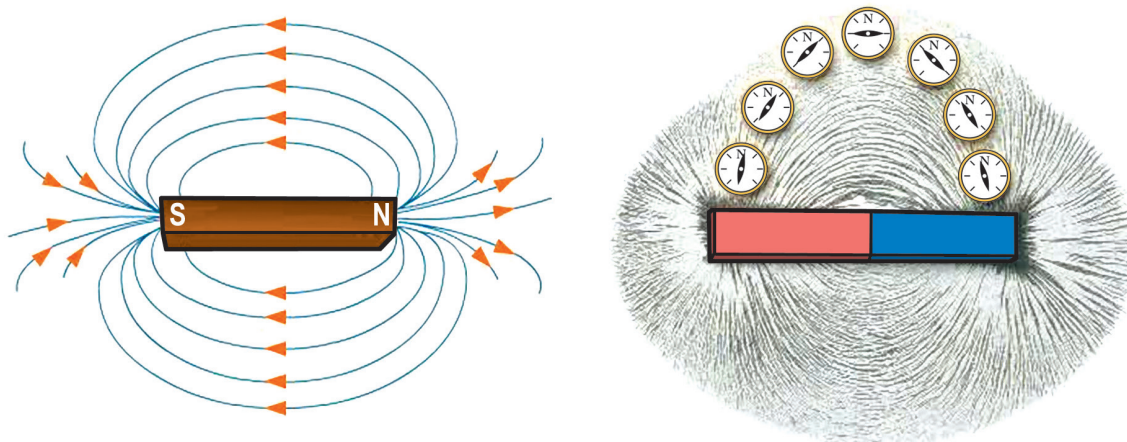


Figura 8: À esquerda temos a representação das linhas de campo magnético de um ímã em forma de barra. Veja que as linhas saem do polo Norte (fontes) e se dirigem ao polo Sul (sorvedouros). Caso movimentássemos uma bússola nas proximidades de um ímã, a mesma iria andar sempre alinhada com as linhas de campo magnético (veja à direita).

As linhas de campo representam a direção do campo magnético, gerado por um certo ímã. Conforme podemos ver na Figura 8, além de visualizar as linhas de campo, utilizando limalha de ferro vemos que as bússolas também estão orientadas de acordo com estas linhas.

Na Figura 9, vemos mais uma vez que a bússola indica a direção do campo magnético gerado por um ímã.

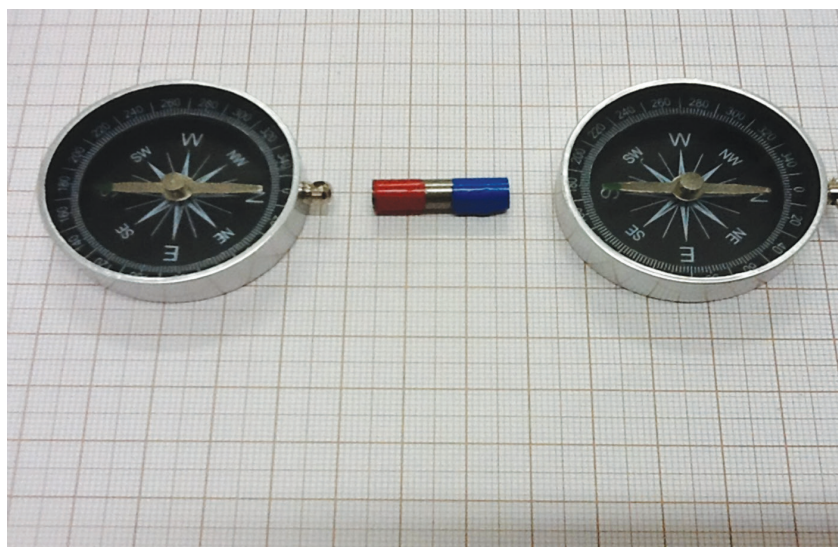
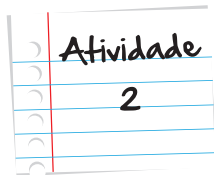


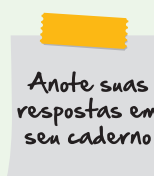
Figura 9: Vemos nesta figura que a bússola indica a direção do campo magnético gerado pelo ímã em formato de barra.

Veja que a agulha de um ímã é muito leve. Além do mais, a mesma está apoiada sobre seu centro. Assim, mesmo que haja um campo magnético muito fraco, a bússola ainda será capaz de orientar-se de acordo com este campo.



Brincando com uma bússola

Adquira uma bússola em um armário ou lojas de caça e pesca. Procure diversos ímãs para esta atividade. Utilizando a bússola, determine quais são os polos Norte e Sul de cada um dos ímãs. Movimente lentamente a bússola em torno dos ímãs e tente acompanhar a direção das linhas de campo que emanam dos mesmos.



Seção 3

Sempre em linha

Se aproximarmos uma bússola de um ímã, notaremos que a sua orientação mudará drasticamente. Isso deve ao fato de que a agulha da bússola interage com o magneto e notaremos que a agulha tenderá a se alinhar com seu campo magnético. O fato é que a agulha de uma bússola também é um pequeno ímã, que se alinha com o campo magnético aplicado, da mesma maneira que as limalhas de ferro se alinham com o campo do ímã da Figura 4. Ao caminhar com a bússola ao redor do magneto você notará que a agulha mudará de posição respondendo quase que instantaneamente à sua ação (veja as Figuras 8 e 9).

Por que há materiais que interagem com ímãs e que podem eventualmente até adquirir propriedades magnéticas permanentemente? A resposta a esta pergunta é bastante complicada e envolve, dentre outras coisas, as propriedades dos átomos que compõe o material em questão. Entretanto, se observarmos materiais ferromagnéticos em pequena escala, veremos que os átomos juntam-se em pequenos grupos, denominados domínios magnéticos. Imaginando cada átomo como um pequeno ímã, em cada domínio todos os átomos estão orientados na mesma direção (veja a Figura 10).

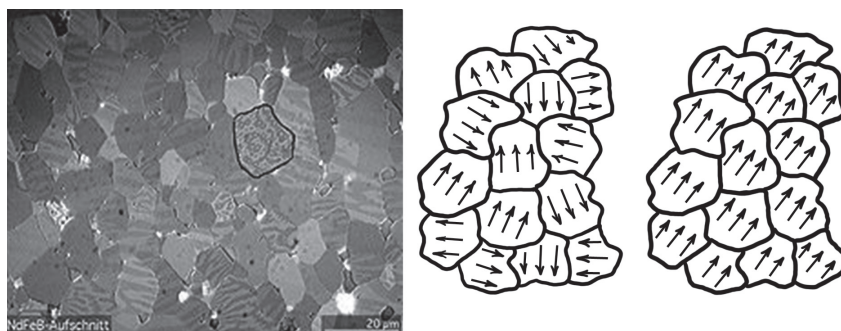


Figura 10: À esquerda, temos uma fotografia ampliada (utilizando-se um microscópio Kerr) que mostra os domínios magnéticos de NdFeB. À direita, temos a representação esquemática dos domínios magnéticos. Se aplicarmos um campo magnético suficientemente intenso, podemos alinhá-los todos na direção deste campo aplicado.

Normalmente, estes domínios não possuem um ordenamento, isto é, os domínios magnéticos estão orientados em direções aleatórias. Entretanto, se estabelecermos um campo magnético suficientemente forte sobre o material, seus domínios passarão a apontar preferencialmente na direção do campo aplicado. Assim, mesmo que este campo externo cesse, o material ainda apresentará uma magnetização.

Os materiais que apresentam magnetização mesmo após a retirada de um campo magnético externo são denominados ferromagnetos. Há, entretanto, os materiais chamados paramagnetos (como exemplo temos alumínio, platina e o cromo) e os diamagnetos (tais como o cobre, água, mercúrio e ouro). Para nossos fins, basta saber que tanto diamagnetos quanto paramagnetos praticamente não sentem influência magnética, conforme você pode constatar aproximando um ímã de uma panela de alumínio ou um bloco de madeira. Entretanto, se o campo magnético aplicado for muito intenso, mesmo corpos compostos por materiais diamagnéticos e paramagnéticos sentirão esta influência. A título de curiosidade, veja o vídeo apresentado na seção [Veja Ainda!](#)

Seção 4

Seguindo a corrente

Vimos que ímãs naturais e materiais ferromagnéticos geram campos magnéticos nas suas proximidades. Além disso, nosso próprio planeta Terra também possui um campo magnético, que faz com que as bússolas apontem sempre em uma determinada direção.

Antes dos trabalhos de Maxwell e Ampère, não havia nenhuma relação entre os fenômenos elétricos e magnéticos. Entretanto, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted percebeu, em seus experimentos, que quando uma corrente elétrica atravessa um fio condutor, podemos perceber a deflexão de uma bússola, indicando que o movimento de cargas elétricas gera um campo magnético (veja a figura 11).

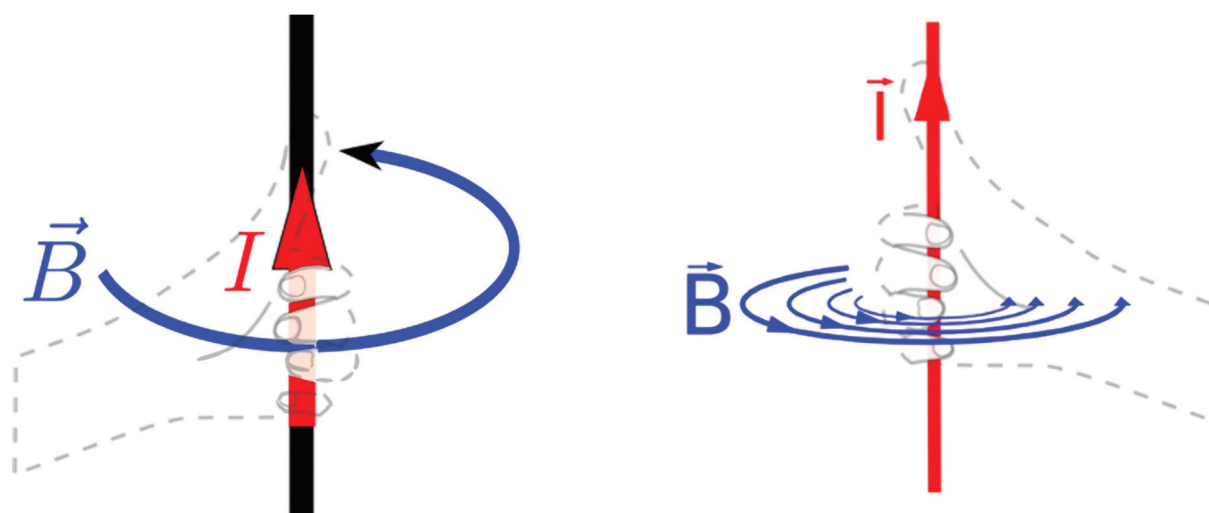


Figura 11: À esquerda, temos representação do campo magnético em um fio que carrega corrente. À direita, temos o mesmo, além da indicação do uso da regra da mão direita.

Deste experimento podemos observar que a **deflexão** da bússola diminui à medida que afastamos a bússola do fio, similarmente ao que observamos no caso do ímã. Além disso, vemos também na Figura 11 que o campo magnético forma uma circunferência, centrada no fio. Além disso, a deflexão da bússola também depende da corrente elétrica que percorre o fio. Quando enrolamos um fio em um formato de anel temos a chamada bobina. Os chamados eletroímãs, vistos comumente em depósitos de ferro-velho de filmes, nada mais são do que diversas bobinas agrupadas. Podemos fazer um eletroímã simplesmente enrolando um fio de cobre em um cilindro. Para aumentar o campo magnético gerado pelo eletroímã aumentamos o número de voltas do fio e a corrente elétrica que atravessa o mesmo. A grande vantagem de um eletroímã é que diferentemente de um ímã normal, o eletroímã só exibe propriedades magnéticas enquanto houver corrente elétrica atravessando o fio. Deste modo, podemos ligar e desligar o eletroímã à vontade, bastando controlar a corrente elétrica que o atravessa.

Deflexão

Movimento de abandonar uma linha que se descrevia, para seguir outra. Desvio do caminho normal.

Veja na Figura 12 a foto de um experimento que comprova a direção do campo magnético gerado por um fio que carrega corrente elétrica. Conforme discutimos acima, este campo circula em torno do fio.



Figura 12: Um fio de cobre é esticado verticalmente. Ligando as extremidades do fio em uma bateria fazemos uma corrente elétrica atravessar o fio. As bússolas da imagem confirmam o que vimos na figura 11.

Seção 5

Forças magnéticas sobre cargas em movimento

Conforme acabamos de ver, sempre que houver movimento de carga elétrica (isto é, corrente elétrica) surgirá um campo magnético. As propriedades deste campo dependem da geometria do objeto por onde flui a corrente elétrica (como pudemos ver, o campo magnético de um fio retilíneo é diferente do campo gerado por uma espira) e da intensidade desta corrente. Já que correntes elétricas geram campos magnéticos, comportando-se similarmente à ímãs, podemos imaginar que estas cargas em movimento também sintam o efeito de um campo magnético aplicado sobre as mesmas. Para testar esta hipótese, vamos imaginar o seguinte experimento. Utilizaremos uma bateria, que poderia ser uma pilha ou uma bateria de carro, por exemplo, e um fio de cobre flexível e extenso, com cerca de um metro. As extremidades do fio são ligadas nos polos da bateria. Veja a Figura 13 para observar o fenômeno.

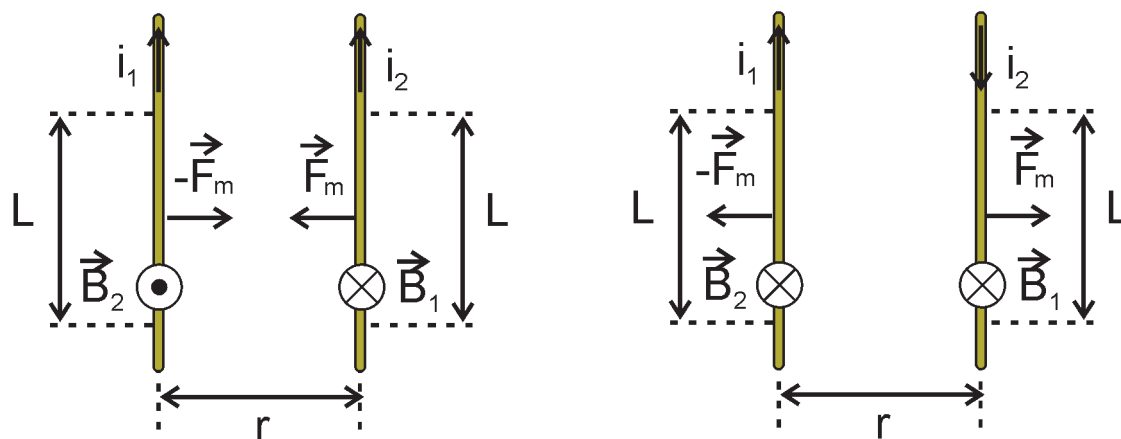


Figura 13 (a): Fios paralelos percorridos com corrente de mesmo sentido geram forças magnéticas atração

(b) Fios paralelos percorridos com corrente de sentidos opostos geram forças magnéticas de repulsão

Se o formato do fio for tal como na Figura 13 (a), onde a corrente elétrica em ambos os lados do fio tem sentidos diferentes (uma para cima e outra para baixo) os fios se repelem. Já no caso da Figura 13 (b) arranjamos o fio de tal modo que duas partes deste fio possuam uma corrente elétrica que flui na mesma direção (ambas para cima). Neste caso, os fios se atraem. Vemos então que, além de serem capazes de gerar campos magnéticos, a própria corrente elétrica também sente o efeito de um campo aplicado sobre ela.

Utilizando a regra da mão direita para a parte esquerda do fio da Figura 13 (a) descobrimos que esta parte do fio gera um campo magnético que circula em torno deste fio. Esta mesma regra nos diz que este campo será perpendicular à corrente elétrica que atravessa a parte direita do fio, que por sua vez aponta para baixo [veja a Figura 14 (a)].

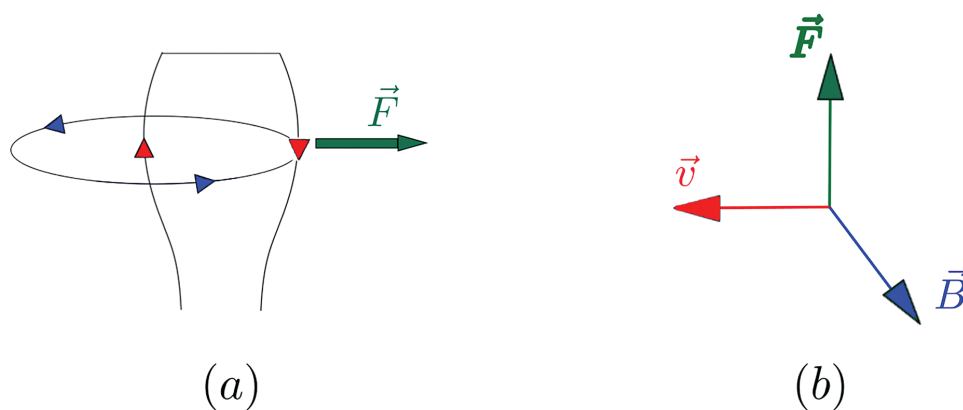


Figura 14: Como sabemos o campo magnético gerado por uma corrente elétrica em um fio circula em torno deste fio. Para o caso da Figura 13 (a) temos a representação do campo magnético gerado pela extremidade esquerda do fio. Vemos que este campo magnético é perpendicular à corrente que passa pela extremidade direita do fio. Já a força magnética será perpendicular à ambos: tanto à corrente quando ao campo magnético.

Veja que a força exercida sobre a parte direita do fio aponta para a direita (representada pela seta verde), uma vez que os fios estão se repelindo. Para determinar a direção da força magnética gerada sobre uma carga em movimento, temos que considerar a direção da velocidade desta carga e o campo magnético aplicado sobre a mesma. Estes dois vetores (vetor velocidade e vetor campo magnético) formam um plano. A força magnética sempre será perpendicular a este plano [veja a Figura 14 (b)]. Se a carga em questão for positiva, ela terá o sentido indicado na Figura 14 (b), no caso, uma força para cima. Se a carga fosse negativa, o sentido da força seria o oposto, isto é, para o caso da Figura 13 (b) a força apontaria para baixo. Para nossos fins, entretanto, é mais importante saber que a força magnética sempre será perpendicular (em outras palavras, será normal ao plano). Caso VOCÊ deseje, pode ser interessante reler a discussão de perpendicularidade à planos e outras superfícies na aula de Primeira e Terceira Leis de Newton ao plano formado pelos vetores v (velocidade da carga) e B (campo magnético aplicado sobre a mesma). Para mais exemplos, veja a Figura 15.

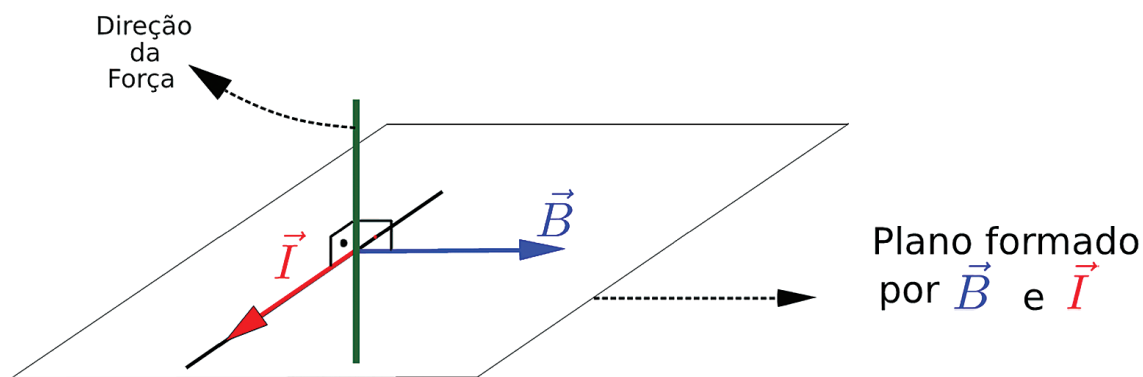


Figura 15: Para determinar a direção da força que uma certa corrente elétrica sofre em virtude de um campo magnético aplicado, primeiro determine o plano formado entre o vetor corrente elétrica (que indica a direção e sentido da velocidade das cargas em movimento) e o vetor campo magnético. Finalmente, determinamos a direção perpendicular a este plano.

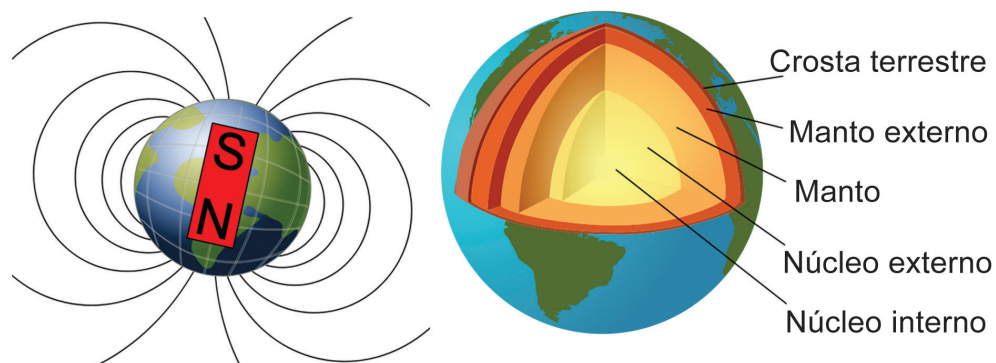
Repare que na Figura 14 indicamos apenas a direção da força magnética (direção vertical), e não o seu sentido (se aponta para cima ou para baixo). Entretanto, para nossos fins, basta que sejamos capazes de descobrir a direção da força magnética sofrida pela corrente elétrica em virtude do campo magnético aplicado.

O funcionamento dos aparelhos de TV antigos (atualmente cada vez mais marginalizados em função das TVs de LCD, plasma e LED), que utilizam os chamados tubos de raios catódicos baseia-se na força magnética sofrida por cargas elétricas em movimento. A força magnética sofrida por uma partícula carregada em movimento depende do valor deste campo magnético, do valor de sua carga e da sua velocidade. Entretanto, o estudo quantitativo desta força magnética vai além dos nossos objetivos.

Saiba Mais

O CAMPO MAGNETICO DA TERRA

Vimos que nosso planeta se comporta como um grande ímã, que faz com que as agulhas magnéticas das bússolas se orientem na direção do campo magnético gerado pela Terra. Como podemos entender este comportamento? Atualmente sabe-se que o núcleo da Terra é formado por diferentes camadas. A camada mais interna é constituída por um núcleo de Ferro sólido. Mais próximo da superfície há uma camada de ferro líquido. Acredita-se atualmente que o movimento de rotação do planeta Terra em torno do seu eixo faz com que essa camada de ferro líquido também se movimente, gerando o campo magnético que observamos na superfície do nosso planeta.

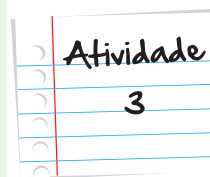


1. Núcleo interno
2. Núcleo externo
3. Manto
4. Manto externo
5. Crosta terrestre
6. ELIMINAR!

Entretanto, há um pequeno detalhe. O polo sul magnético coincide com o polo norte geográfico (embora na verdade ambas as direções não sejam perfeitamente alinhadas). O motivo desta troca deve-se ao fato de que polos distintos se atraem, enquanto que polos de mesmo tipo se repelem. Assim, convencionalmente dizemos que o polo norte de uma bússola aponta no sentido do polo Norte geográfico. Entretanto, o polo Norte geográfico deve corresponder ao polo Sul magnético, uma vez que este polo atrai o norte magnético da agulha da bússola em sua direção.

Eu to na pilha!

Adquira uma pilha de 1,5 V e um pedaço de fio de cobre. Ligue as extremidades do fio cada uma em um dos polos da pilha (procure evitar contato direto com o fio e os polos da pilha em função de seu rápido aquecimento. Isto ocorre devido ao Efeito Joule, anteriormente estudado). Mantendo as extremidades do fio ligadas à pilha, aproxime a bússola que você adquiriu na última atividade ao fio e veja se a agulha da bússola muda de direção. Se precisar, peça ajuda a algum conhecido, e contorne a bússola em torno do fio de maneira de muito parecida ao que vimos na Figura 12. É importante aproximar bastante a bússola do fio. Além disso, se você utilizar uma pilha um pouco gasta, pode ser difícil visualizar as deflexões na agulha da bússola.



Anote suas respostas em seu caderno

Seção 6

Hummm, induzida!

Em 1831, o cientista inglês Michael Faraday (que teria, nos dias de hoje, um nível de instrução que corresponderia mais ou menos ao nosso primeiro segmento do nosso Ensino Fundamental) descobriu que podemos gerar corrente elétrica em um fio de maneira bastante simples: basta movimentar um ímã a uma pequena distância do fio. Uma maneira interessante de fazer isto é enrolar um fio de cobre em formato cilíndrico, formando diversas espiras. Quando movimentamos um ímã cilíndrico entrando e saindo das espiras, surge uma corrente elétrica no fio, além de uma diferença de potencial, que podem ser observadas, utilizando-se um multímetro (veja a Figura 16).

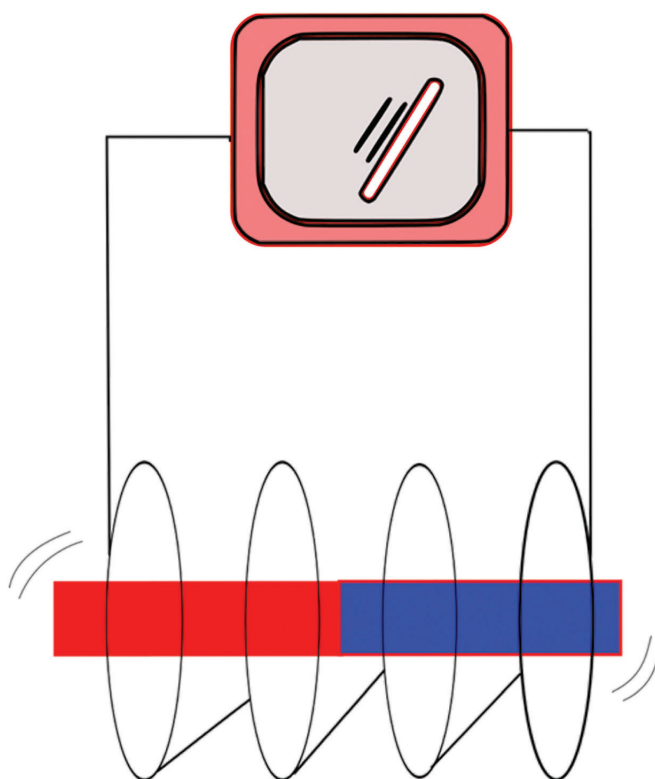


Figura 16: Se movimentarmos um ímã em forma de barra de modo que o mesmo entre e saia de um conjunto de espiras observaremos no amperímetro o surgimento de corrente elétrica fluindo no fio.

Fazendo uma série de outros experimentos, Faraday formulou a Lei que hoje leva seu nome, que basicamente estabelece que uma variação em um campo magnético gera um campo elétrico. É este campo elétrico que impulsiona as cargas presentes no fio da Figura 16, gerando uma corrente elétrica e também uma diferença de potencial elétrico. Para o caso das espiras da Figura 16, Faraday determinou experimentalmente que a voltagem induzida obedece à seguinte relação:

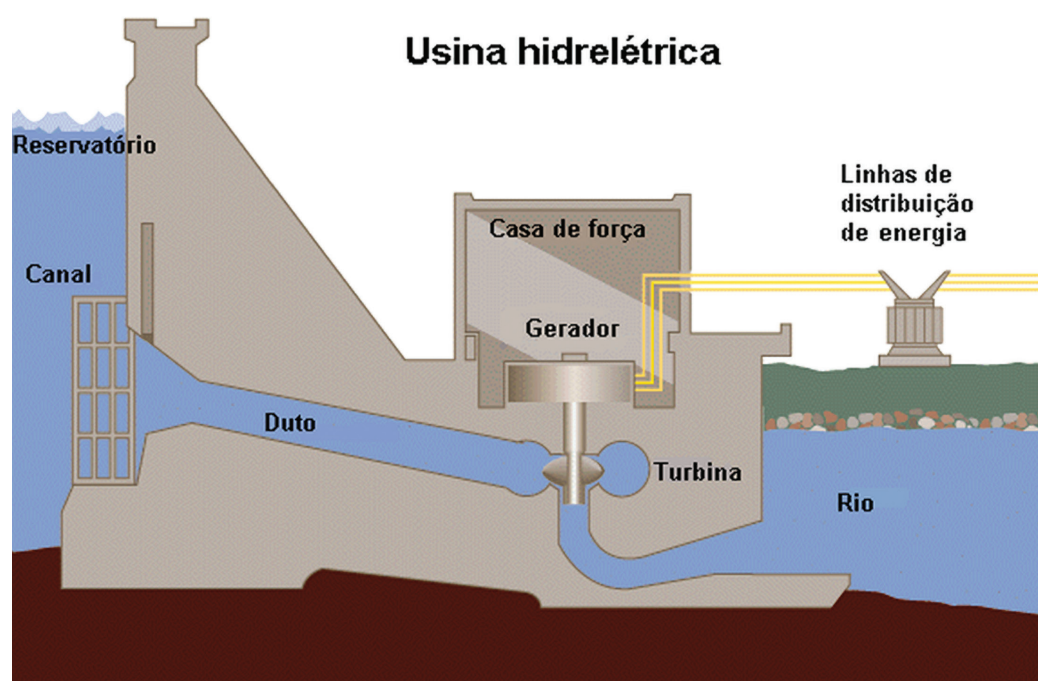
$$\text{Voltagem induzida} = \frac{\text{NÚMERO DE ESPIRAS} \times \text{ÁREA DA ESPIRA} \times \Delta \text{CAMPO MAGNÉTICO}}{\Delta \text{TEMPO}}$$

A Lei de Faraday, juntamente com o experimento de Oersted foram os primeiros passos que indicavam a relação entre fenômenos elétricos e magnéticos. Esta relação é tão forte que desde os trabalhos do Físico inglês James Clerk Maxwell que ambos os tipos de fenômenos passam a ser estudados juntos, dentro do que hoje chamamos de Eletromagnetismo.

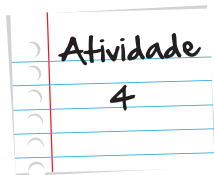
Usinas Hidrelétricas

Atualmente, a nossa vida depende e muito das tecnologias que necessitam de energia elétrica para funcionar. Imagine-se em uma casa onde não existe o fornecimento de energia, ao chegar em casa você não poderia tomar aquele banho quente ou assistir o seu programa favorito, entre outras atividades e distrações as quais estamos acostumados. Mas de onde vêm essa energia? Como ela é produzida? Bem, para responder essa pergunta precisamos adentrar no mundo das usinas elétricas.

Basicamente, existe uma turbina (veja a figura a seguir) que quando acionada faz com que uma bobina “atravesse” um campo magnético, (o alternador de um automóvel ou o dínamo que faz acender a lâmpada de uma bicicleta, seguem o mesmo princípio de funcionamento, a indução de Faraday). De maneira parecida com o que vimos acima, o movimento das turbinas impulsiona alguns ímãs. Este movimento gera uma voltagem e uma corrente elétrica induzidas, que poderiam ser utilizadas, por exemplo, para carregar uma bateria (na verdade, muitas baterias). A energia gerada pelo movimento de um grande fluxo de águas permite uma determinada quantidade de energia, que em geral aumenta conforme também aumentamos o fluxo de água.



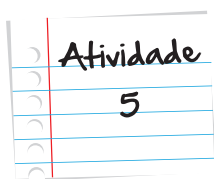
A principal fonte de geração de energia elétrica em nosso país são as **hidrelétricas**, essas se utilizam de recursos hídricos para girar a turbina transformando energia mecânica em elétrica.



Fabricando um ímã

Adquira um pedaço de cerca de 50 cm de fio de cobre e uma bateria de 9,0 V. Consi-ga também uma broca de furadeira. Antes de realizar o experimento, verifique se a broca escolhida é ferromagnética (para isto basta aproximar um pequeno ímã de geladeira e veri-ficar se há alguma interação). Agora, enrole a broca com o fio de cobre de maneira a formar um eletroímã. Ligue as duas extremidades do fio separadamente em cada um dos polos da bateria. Aproxime pequenos objetos metálicos, tais como pedaços de grampo da broca e verifique se há alguma interação entre a broca e os pedacinhos de ferro. Pronto, agora, mesmo que você retire a broca do eletroímã ele ainda apresentará alguma magnetização espontânea, mesmo que seja pequena. Onde se localizam os polos Norte e Sul da broca recém promovida à ímã?

Anote suas respostas em seu caderno



Construindo o seu gerador

Para essa atividade, precisaremos de um motor de carrinho de brinquedo (facilmente retirado de brinquedos velhos, ou comprado em lojas de artigos eletrônicos) e de um LED de sua preferência de cor. Conecte os terminais do LED nos terminais do motor e gire o eixo do motor com bastante intensidade. Após essa montagem, responda às perguntas abaixo.

1. O que ocorreu com o LED, quando você girou o eixo do motor?
2. Se você girar o eixo com baixa intensidade o que ocorre com o LED? Por quê?
3. Explique como o motor é capaz de gerar energia elétrica, sabendo que seus principais componentes internos são uma bobina e um par de ímãs.

Atividade

5

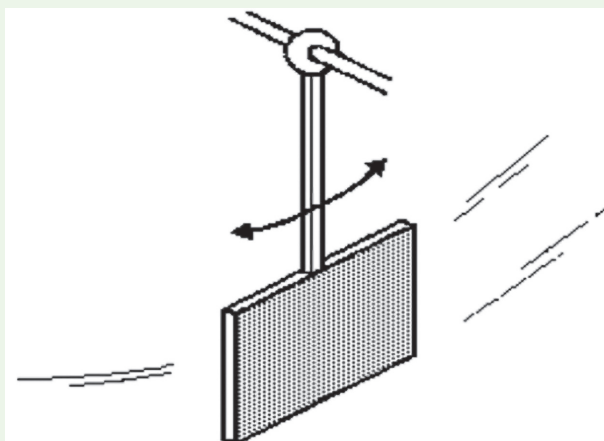
Anote suas
respostas em
seu caderno

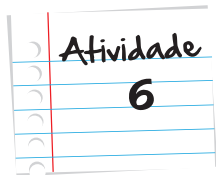
Quiz do Magneto!

(UFMG-94) Este diagrama mostra um pêndulo com uma placa de cobre presa em sua extremidade. Esse pêndulo pode oscilar livremente, mas, quando a placa de cobre é colocada entre os polos de um ímã forte, ele para de oscilar rapidamente.

Atividade

6





Isso ocorre, porque:

- a. a placa de cobre fica ionizada.
- b. a placa de cobre fica eletricamente carregada.
- c. correntes elétricas são induzidas na placa de cobre.
- d. os átomos de cobre ficam eletricamente polarizados

Anote suas
respostas em
seu caderno

Resumo...

Vimos nesta unidade que uma bússola contém uma agulha magnética. Esta agulha orienta-se com campo magnético gerado pelo planeta Terra para apontar sempre em uma determinada direção (a direção do eixo Norte-Sul), permitindo que os Grandes Navegadores pudessem desbravar os oceanos. Vimos também que há materiais, tais como o ferro, que possuem domínios magnéticos microscópicos. Estes domínios podem ser alinhados com um campo magnético externo de tal forma que mesmo que este campo seja desligado, o material ainda apresentará uma magnetização espontânea. Além disto, vimos também que cargas em movimento (portanto, corrente elétrica) também geram campo magnético. Além disto, vimos que a corrente elétrica, além de gerar um campo magnético, também sente a ação de um campo externo aplicado sobre a mesma. Pudemos perceber que tanto magnetos quanto fios que carregam corrente elétrica geram estes campos magnéticos, que podem ser mapeados, utilizando-se limalha de ferro ou mesmo uma bússola.

Finalmente, vimos também que campos magnéticos também geram campo elétrico (Lei da indução de Faraday), o que permitiu que estabelecêssemos uma relação entre fenômenos magnéticos e elétricos dando origem à área da Física que hoje conhecemos como Eletromagnetismo.

Veja ainda!

A seguir, temos um vídeo curto, mas muito interessante:

- <http://www.youtube.com/watch?v=GLvA4p1QTXo> .

Nele podemos ver um pequeno sapo levitando, devido a um ímã poderosíssimo! Lembre-se do que dissemos anteriormente. Por mais que você tenha um ímã muito forte (como o ímã de um HD) você não será capaz de perceber influência alguma ao aproximá-lo da sua pele ou de uma panela de alumínio. Entretanto, no vídeo temos um campo magnético muito intenso, que é capaz de fazer um pequeno sapo (cujo corpo é composto em sua maioria por materiais diamagnéticos) levitar!

Referências

- HEWITT, P. G., **Física Conceitual**, Ed. Bookman, 2008.
- GUIMARAES, L. A., FONTE BOA, M. C., **Física para o 2º Grau**, São Paulo, Ed. Harbra, 1998.
- GRIFFITHS, D. J., **Introduction to Electrodynamics**, 3ª Edição, Ed. Addison-Wesley, 2008.
- ALVARENGA, Beatriz; MÁXIMO, Antonio R. L., **Curso de Física**, São Paulo, Ed. Scipione, 1999. V. 3.

Imagens



- André Guimarães



- <http://www.dominiopublico.gov.br/download/imagem/ic000018.gif>



- <http://susanbca.wordpress.com/2011/06/29/hello-world/>



- <http://www.sxc.hu/photo/1272597>



- http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Ceramic_magnets.jpg



- Vitor Lara e Leonardo Vieira



• <http://mujiholic-technoholic.blogspot.com.br/2008/01/do-you-know-magnet-works.html>



• <http://pattythesnugbug.com/2011/little-bit-of-everythingcolette-spring/>



• <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Eletromagnetismo/CampoMagnetico/imasemagnetos.php>



• <http://www.sxc.hu/photo/528614>



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• <http://www.tutorvista.com/content/science/science-ii/magnetic-effects-electric-current/mapping-magnetic-lines.php>



• <http://onlinephys.com/magnetism.html>



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_domain



• <http://shanlovesphysics.blogspot.com.br/2010/09/magnetism-this-is-pretty-much-like.html>



• <http://scienceblogs.com/startswithabang/2009/04/10/the-left-hand-rule/> • Vitor Lara e Leonardo Vieira



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Earth%27s_magnetic_field,_schematic.svg



• http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jordens_inre-numbers.svg



• Vitor Lara e Leonardo Vieira



• http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Hydroelectric_dam_portuguese.PNG



• <http://www.sxc.hu/photo/517386> • David Hartman

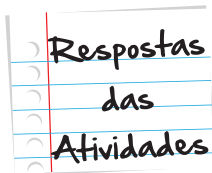
Atividade 1

Com os dois ímãs em mãos você poderá aproximá-los um do outro, com isso você perceberá uma atração ou repulsão. Se houver uma atração tenha a certeza de que os ímãs estão posicionados de modo aos polos estarem invertidos, ou seja: Sul em um ímã e Norte no outro ou Norte no primeiro e Sul no outro. Mas, se houver repulsão, saberemos que os polos são iguais, ou seja: Norte em um ímã norte no outro ou Sul em um ímã e sul no outro.

Atividade 2

Adquira uma bússola em um armarinho ou lojas de caça e pesca. Procure diversos ímãs para esta atividade. Inicialmente descubra qual das extremidades da agulha da bússola corresponde ao polo Norte e qual corresponde ao polo Sul. Para isto, lembre-se que a extremidade que aponta para o Norte geográfico corresponde ao polo Norte magnético da agulha. Agora, utilizando a bússola, determine quais são os polos Norte e Sul de cada um dos ímãs. Movimente lentamente a bússola em torno dos ímãs e tente acompanhar a direção das linhas de campo que emanam dos mesmos.

Respostas
das
Atividades



Lembre-se do que foi observado na Figura 9. Caso você aproxime a bússola do polo Norte do ímã, você observará um grande alinhamento do polo Norte da agulha na direção do recém descoberto polo Sul. Da mesma forma, podemos descobrir onde localiza-se o polo Norte, só que desta vez veremos a extremidade Sul da bússola apontada para o Norte do ímã.

Atividade 3

Ao conectar um polo ao outro da pilha com um fio, você estabelecerá (durante um certo intervalo de tempo) uma corrente de alta intensidade que gerará um campo magnético de boa intensidade, o bastante para defletir a agulha de uma bússola. Então se você caminhar com a pilha e o fio ao redor da bússola a agulha da mesma deve se alinhar com pelo menos uma das linhas de campo magnético gerado pela corrente que atravessa o ímã.

Atividade 4

Existem diversos vídeos na internet com montagens experimentais semelhantes à que descrevemos nesta Atividade. Você observará que a broca continua magnetizada, embora não tenha se tornado um ímã muito poderoso. Com o auxílio de uma bússola, você poderá constatar que o eixo Norte-Sul magnético da broca coincide aproximadamente com a direção do próprio eixo da maior dimensão da broca.

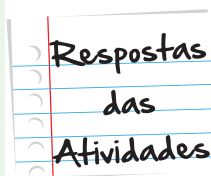
Atividade 5

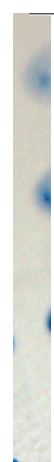
1. O LED acendeu.
2. O LED não acende por que a diferença de potencial gerada não é alta o bastante para acendê-lo.
3. Por que, como vimos anteriormente sempre que um condutor é atravessado por um campo magnético uma corrente elétrica é gerada, juntamente com uma voltagem induzida.

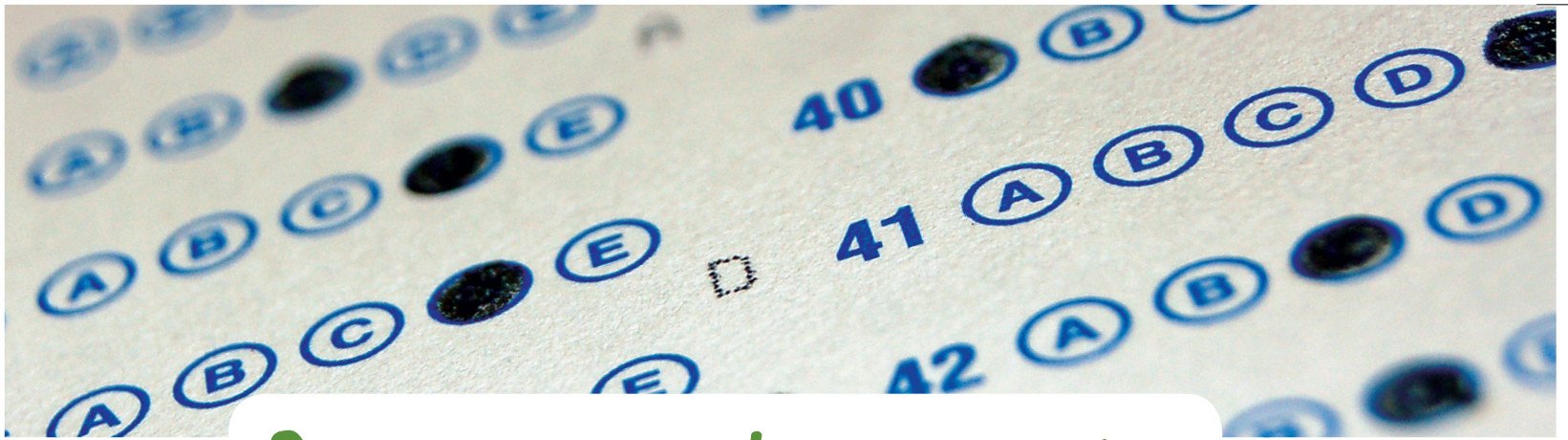
Atividade 6

Gabarito: item c.

Comentário: O pêndulo em questão é feito de cobre, que conduz eletricidade (basta lembrar que a maioria dos fios que utilizamos em casa são feitos de cobre). O movimento do pêndulo ocorre nas proximidades de um ímã, de modo que surgirá, pela Lei de Faraday, uma corrente induzida e uma voltagem induzida. Este fenômeno transforma a Energia Cinética do pêndulo em energia elétrica, o que reduz a velocidade do pêndulo. Esse é o funcionamento básico do chamado freio magnético.







O que perguntam por aí

Atividade 1 - (Fuvest-SP)

Um ímã, em forma de barra, de polaridade *N* (norte) e *S* (sul), é fixado numa mesa horizontal. Um outro ímã semelhante, de polaridade desconhecida, indicada por *A* e *T*, quando colocado na posição mostrada na figura 1, é repelido para a direita. Quebra-se esse ímã ao meio e, utilizando as duas metades, fazem-se quatro experiências (I, II, III e IV), em que as metades são colocadas, uma de cada vez, nas proximidades do ímã fixo.

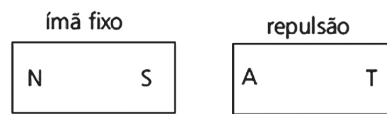
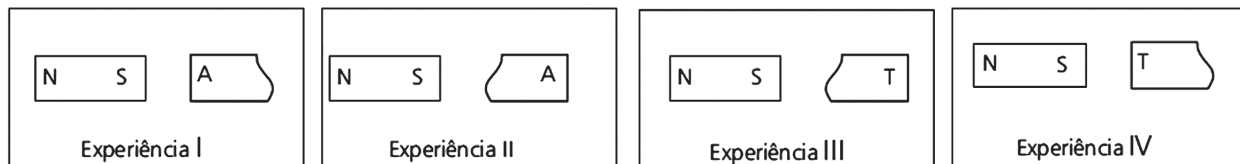


fig. 1



Indicando por “nada” a ausência de atração ou repulsão da parte testada, os resultados das quatro experiências são, respectivamente:

	I	II	III	IV
a)	repulsão	atração	repulsão	atração
b)	repulsão	repulsão	repulsão	repulsão
c)	repulsão	repulsão	atração	atração
d)	repulsão	nada	nada	atração
e)	atração	nada	nada	repulsão

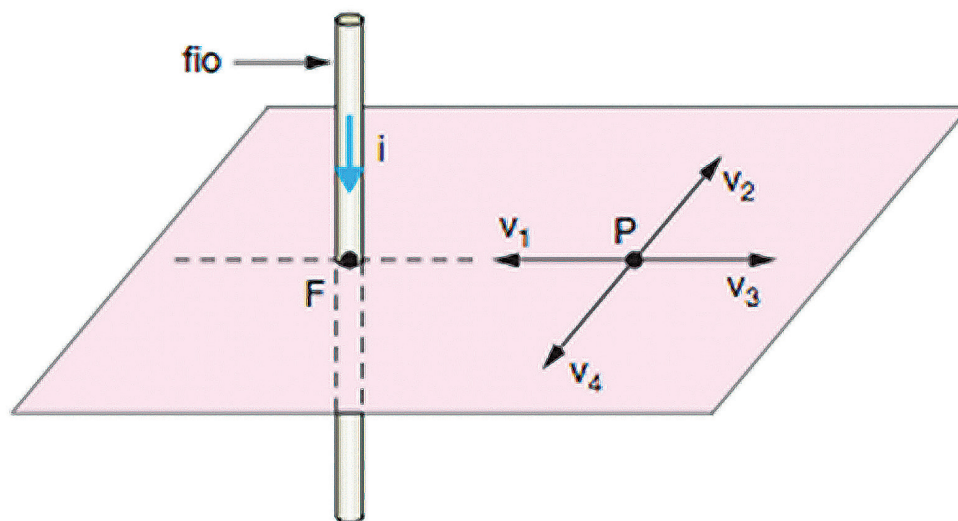
Gabarito: Item A.

Comentário: Conforme mostrado na figura do problema, podemos concluir que o polo desconhecido A corresponde ao polo Sul do segundo ímã, que foi aproximado do que está fixo. Por conseguinte, temos que o polo T corresponde ao seu polo Norte magnético. Quando cortamos o segundo ímã da forma como mostrado na figura do problema, temos que a extremidade partida manterá seu polo Sul na extremidade lisa ímã, enquanto que a extremidade partida passará a exercer o papel de Norte magnético, uma vez que não é possível separar os polos Norte-Sul de um ímã. Assim, na experiência I haverá repulsão, enquanto que na experiência II haverá atração. Já a outra extremidade terá a seguinte divisão: sua extremidade rachada corresponderá a um polo Sul e a extremidade lisa continuará correspondendo a um polo Norte. Assim, temos que a opção correta é o item a.

Atividade 2 – (UEL)

O esquema representa os vetores v_1 , v_2 , v_3 e v_4 no plano horizontal. Pelo ponto F passa um fio condutor retilíneo bem longo e vertical. Uma corrente elétrica I percorre esse fio no sentido de cima para baixo e gera um campo magnético no ponto P .

O campo magnético gerado no ponto P pode ser representado:



- a) por um vetor cuja direção é paralela ao fio condutor
- b) pelo vetor v_4
- c) pelo vetor v_3
- d) pelo vetor v_2
- e) pelo vetor v_1

Gabarito: Item C.

Comentário: Em um fio longo o campo magnético gerado tem simetria circular e pela regra da mão direita podemos notar que o sentido do campo tem o mesmo sentido do vetor 4.





Combustíveis e Energia

Para início de conversa...

Desde o surgimento da humanidade, o ser humano deparou-se com a necessidade de alterar a natureza, de forma que ela atendesse suas necessidades. Podemos afirmar que a mais importante ferramenta de transformação da matéria é a energia! O cozimento dos alimentos, a utilização de automóveis e caminhões no transporte de pessoas e materiais ou um simples churrasco de final de semana são situações que exemplificam a importância da energia.

É um engano acharmos que a utilização da energia pelo homem é um fenômeno dos dias atuais. Podemos afirmar que o domínio do fogo, ocorrido há mais de 200.000 anos antes de Cristo, foi um dos primeiros conhecimentos ligados à química para obtenção de energia. Esta se deu inicialmente pela conservação de uma pequena chama, surgida a partir da queda de um raio ou, alguns milhares de anos mais tarde, produzindo-a a partir do atrito entre dois pedaços de madeira seca, como hoje alguns escoteiros o fazem.



Figura 1: Esfregando-se dois pedaços de madeira é possível produzir uma fogueira. Esse é um modo rústico de se dominar a energia do fogo.

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/archeon/57130495/> - Autor: Hans Splinter

No entanto, bem antes disso, as plantas já absorviam a luz solar para a realização da fotossíntese. Nesse processo, esses organismos produzem os carboidratos e outras moléculas orgânicas necessários ao seu crescimento. Estas moléculas, ao serem queimadas, provêm energia ao organismo; isso quer dizer que a energia solar captada é armazenada nas moléculas.

Ao se alimentar de um vegetal, portanto, você está captando essa energia química. E mais ainda: está utilizando-a agora mesmo, pois realiza a tarefa de metabolizar os carboidratos contidos em sua refeição. Podemos afirmar, então, que nosso corpo depende da energia dos alimentos para executar suas funções vitais.

Algumas moléculas semelhantes às de sua alimentação também podem ser utilizadas para movimentar automóveis, como carros e ônibus. O famoso álcool é um combustível produzido a partir da cana-de-açúcar, por exemplo. Além dele, há a gasolina, um combustível que provém de combustíveis fósseis. O aumento da frota de veículos nas cidades e a conseqüente a maior queima desses produtos têm causado muitos problemas ambientais, como a poluição nas grandes cidades, as queimadas, o aumento do efeito estufa e a chuva ácida.

Por enquanto, nesta unidade, veremos que algumas transformações químicas ocorrem com absorção ou liberação de energia.

Bons estudos!

Objetivos de aprendizagem

- Identificar os principais tipos de processos Químicos envolvendo de energia.
- Diferenciar os conceitos de calor e temperatura.
- Reconhecer os aspectos gráficos envolvidos nas transformações químicas que envolvem energia.

Seção 1

Calor x temperatura

É comum a confusão que ocorre entre os conceitos de calor e temperatura, o que faz com que achemos que são a mesma coisa. Isto não é verdade! A temperatura é uma medida associada ao grau de agitação das moléculas de um determinado sistema (como por exemplo, uma panela de água). Já o calor é a energia que foi transferida de (ou para) um corpo, ocasionando seu aquecimento.

Temperatura é uma propriedade física da matéria que está associada ao grau de agitação das moléculas de uma determinada amostra material. É ela (a temperatura) a responsável pela sensação de quente e frio que muitas vezes sentimos ao tocar em um bolo recém-saído do forno ou em uma pedra de gelo. Um instrumento muito comum no nosso dia a dia é o termômetro, e ele serve para medir com mais precisão esta propriedade da matéria.

Já o calor é a quantidade de energia transferida entre dois corpos em função da diferença de temperatura que porventura exista entre eles. Ou seja, calor é a energia térmica em trânsito a qual ocorre sempre do corpo mais quente para o corpo mais frio. O calor pode ser medido em joules (J) ou calorias (cal).

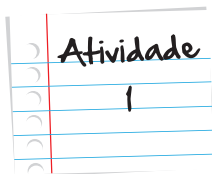


Por exemplo, para aquecermos uma panela com 500 g de água (ou 500 mL de água, uma vez que a densidade da água é igual a 1g/mL), de 25°C até 60°C, é necessário que a coloquemos no fogo, correto? A energia transferida para a água é denominada calor, e a temperatura desta amostra está associada à quantidade de calor que ela recebeu. Podemos afirmar, portanto, que quanto maior a quantidade de calor que um corpo recebe, maior será o seu aumento de temperatura.

Enquanto a medida de temperatura é, normalmente, dada em graus Celsius (°C), a medida de calor é dada em calorias (cal) ou em joules (J). Por definição, uma caloria é a quantidade de calor que provoca, em 1 g de água, o aquecimento de 1°C.

Observe que a diferença de temperatura ocorrida no exemplo acima foi de 35°C. Se este aquecimento fosse feito em um grama de água, poderíamos afirmar que a energia envolvida no processo seria de 35 cal. Porém, como a massa aquecida é de 500 g, a energia envolvida (representada pela letra Q) será 500 vezes maior. Observe o cálculo abaixo:

$$Q = 500 \times 35 = 17500 \text{ cal ou } 17,5 \text{ kcal}$$



Calculando a quantidade de calor em uma transformação

Ao colocar 1 litro de água na geladeira, uma pessoa observou que a temperatura diminuiu de 25°C para 5°C. Calcule a quantidade de calor perdida pela água.

Anote suas respostas em seu caderno



Calor específico

Uma caloria equivale a 4,18 J. Logo, podemos afirmar que, na atividade 1, a quantidade de calor perdida pela amostra de água, expressada em kJ, será de:

$$Q \text{ em kJ} = 20 \times 4,18 = 83,6 \text{ kJ}$$

Nem todas as substâncias aquecem da mesma maneira quando submetidas ao aquecimento. Na prática, a variação de temperatura que ocorre em substâncias distintas, a partir da mesma quantidade de calor fornecida, está relacionada a uma grandeza, denominada **calor específico**.

O calor específico (também chamado de capacidade calorífica específica) de uma substância é a quantidade de calor necessária para aumentar em um grau a temperatura de 1 grama desta mesma substância.

Cada material possui o seu. O calor específico da água é igual a 1 cal/g. °C; no entanto, o calor específico do latão, que é uma liga de zinco e cobre, é de 0,7 cal/g. °C. Isso significa que para aumentar em 1°C a massa de 1 g de latão são necessários apenas 0,7 calorias.

Em termos práticos, a diferença de calor específico entre os materiais significa, por exemplo, que é necessário bem mais calor para aumentar em um grau Celsius um grama de água do que para aumentar a mesma temperatura de um grama de latão. Por isso, a lata esquenta tão depressa, enquanto a água da piscina demora mais.

A energia que nos move

Bom, como estamos falando de obtenção de energia a partir de reações químicas, nada mais adequado do que abordarmos a respiração celular. As células de nosso organismo, através do processo de respiração, produzem energia (armazenada na molécula de ATP), e o combustível para isso é a glicose.

Cada mol de glicose fornece 38 ATP, o que corresponderia a 686 kcal. Os alimentos, portanto, são fontes de energia para nosso organismo, pois é através da sua queima nas células que é liberada a energia necessária para que nosso corpo desempenhe as suas tarefas no dia a dia.

Existem três tipos de moléculas que podem ser metabolizadas e fornecer energia para o nosso organismo. São elas: carboidrato, proteína e gordura.

- Cada grama de proteína produz 4 kcal;
- Cada grama de carboidrato produz 4 kcal;
- Cada grama de gordura produz 9 kcal.

Uma pessoa precisa alimentar-se o suficiente para repor as energias gastas diariamente. Se comermos além do que precisamos, vamos engordar e, se menos, emagrecer.



Figura 2: Pães e frutas, leite, azeite são, respectivamente, fontes alimentícias de carboidratos, proteínas e lipídios. Eles devem estar incluídos em uma dieta, mas, claro, de forma balanceada.

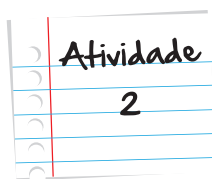
Fonte: <http://www.flickr.com/photos/epsos/8077920518/> - epSos.de

A Tabela 1 representa o consumo energético, em kJ, de algumas das atividades comuns ao ser humano:

Tabela 1: Quadro de gasto energético de algumas das tarefas diárias desempenhadas pelo ser humano!

Atividades	kJ/h	Atividades	kJ/h
Dormir	Desprezível	Tomar banho	145
Estar acordado	40	Dançar	2.000
Ver televisão	130	Jogar tênis	1.800
Estudar sentado	200	Jogar voleibol	630
Estar em pé	220	Jogar futebol	2.100
Caminhar lentamente	500	Nadar	1.800
Comer	150	Correr	2.300

Fonte: Claudio Costa Vera Cruz



Calculando a quantidade de energia que você gasta no seu dia a dia

Com base na Tabela 1 de gasto energético, faça o cálculo de energia que você gasta em um dia normal.

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 2

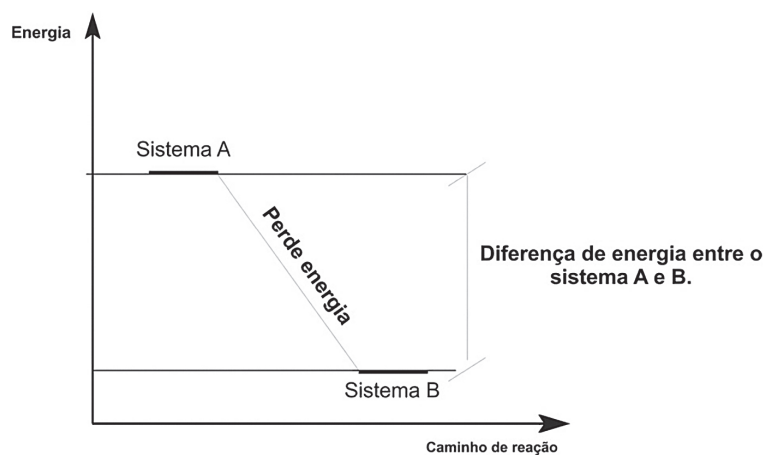
Reações químicas com liberação ou absorção de calor – A variação de energia calorífica e suas consequências no meio

Um sistema qualquer, seja um bloco de gelo ou um balde de gasolina, possui uma determinada quantidade de energia interna. A natureza desta energia pode se dar por diversos fatores como, por exemplo, seu estado físico ou o tipo de ligação química que os átomos das substâncias presentes neste sistema fazem. Podemos afirmar que uma reação química envolve a transformação de um sistema em outro:

Sistema A \longrightarrow Sistema B

Se os valores de energias envolvidos no sistema A e B forem diferentes, podemos afirmar que esta reação irá acontecer com variação de energia. De fato, existem duas possibilidades em relação a essas energias:

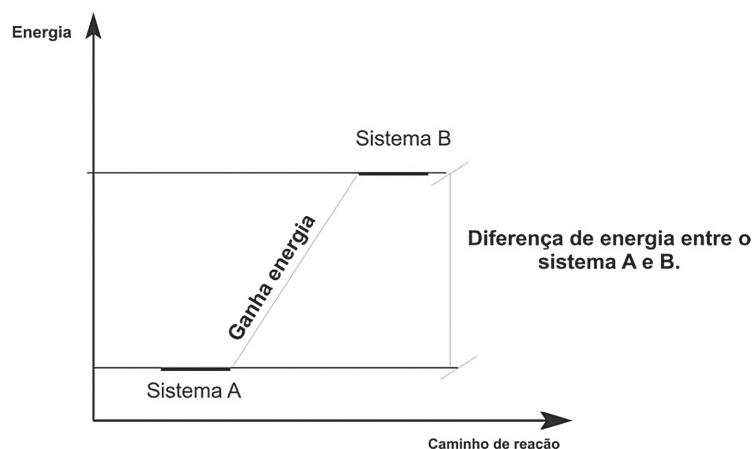
- Energia do sistema A maior que a energia do sistema B – Neste caso, o sistema A irá perder energia, para se transformar no sistema B. Observe o gráfico abaixo que representa esta transformação:



Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

Esta energia perdida é liberada para o Meio Ambiente e dizemos que esta reação é exotérmica.

- Energia do sistema A menor que a energia do sistema B – Neste caso, o sistema A irá ganhar energia para se transformar no sistema B. Observe o gráfico abaixo que representa esta transformação:



Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

Esta energia é absorvida do Meio Ambiente e dizemos que a reação é endotérmica.

Algumas reações químicas ocorrem liberando calor, e, outras, absorvendo-o. Aquelas que liberam calor provocam um aquecimento no ambiente em seu entorno e, conseqüentemente, a sensação de calor; um bom exemplo

é uma fogueira (**Figura 3**). Já aquelas que absorvem calor provocam a sensação de frio, como, por exemplo, as compressas instantâneas vendidas em algumas farmácias. Essas compressas contêm substâncias que, quando entram em contato entre si, produzem uma reação que absorve calor provocando a sensação de frio.



Figura 3: Casas que ficam em lugares frios costumam ter lareiras, não é mesmo? A queima da madeira pelo fogo é uma reação química que libera calor, aquecendo o ambiente e quem estiver por perto.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1254534> - Autor:kasseckert's

Reações que liberam calor são denominadas exotérmicas, e as que absorvem são endotérmicas. O esquema abaixo representa a diferença entre os dois tipos de reação:

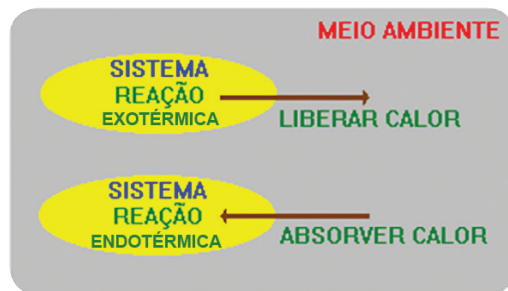


Figura 4: Esquema que mostra o sentido do movimento do calor nos dois tipos diferentes de reação química.

Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

Seção 3

Aspectos Gráficos – Analisando uma reação química e sua variação de entalpia

Basicamente, existem dois tipos de energia: a energia cinética e a energia potencial.

A energia cinética está associada ao movimento, como, por exemplo, o da água de um rio ou o de um carro em velocidade. Já a energia potencial está associada ao conteúdo energético armazenado no corpo, capaz de ser aproveitado para produzir trabalho, como, por exemplo, a água de uma hidroelétrica, que, ao cair, produz energia elétrica.

A energia interna de uma substância é a composição de todas essas energias. No entanto, não necessitamos saber exatamente esses valores, uma vez que nos interessa somente a variação da energia entre os estado final e inicial de um determinado sistema. Assim, podemos afirmar que, em uma reação química, a diferença entre o somatório das energias internas das substâncias na forma de reagentes e produtos indica se a reação absorve ou libera energia na forma de calor. A energia liberada ou absorvida é convencionalmente denominada como entalpia e seu símbolo é H.

Por exemplo, a queima do carvão pode ser representada pela equação:



Se soubermos os valores das entalpias dos reagentes (carbono e gás oxigênio) e a entalpia dos produtos (somente o gás carbônico), saberemos também a variação de entalpia da reação química.

Essa forma de se pensar fica melhor representada de forma gráfica. Observe o gráfico da Figura 5:

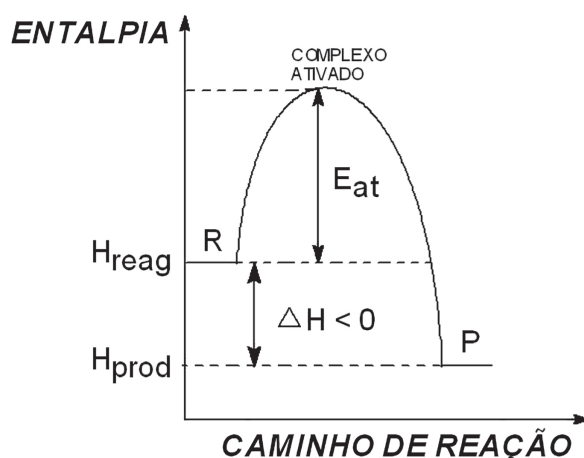


Figura 5: O gráfico representa a variação de entalpia de uma reação exotérmica ao longo da evolução (caminho) desta reação.

Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

O gráfico da figura 5 representa uma reação na qual a entalpia dos reagentes (H_{reag}) é maior que a entalpia dos produtos (H_{prod}). Podemos observar que a variação de entalpia (ΔH) é calculada pela diferença entre os estados finais (H_{produtos}) e iniciais ($H_{\text{reagentes}}$). Observe também que a transformação dos reagentes em produtos envolve um ganho inicial de energia, denominando “energia de ativação” (E_{at}), e este ganho é necessário para que a reação ocorra.

Tente pensar que, ao queimar um pedaço de papel, você precisa aproximar uma chama. Esta chama irá fornecer a energia de ativação (E_{at}) necessária para que a reação se inicie e todo papel se queime.

O gráfico da Figura 5 representa uma reação onde, na transformação dos reagentes em produtos, há uma perda de energia para o ambiente externo, e por isso é chamada de reação exotérmica. O inverso é verdadeiro para uma reação que apresenta entalpia dos reagentes menor que a entalpia dos produtos. Ela é denominada endotérmica. Observe o gráfico da **Figura 6**:

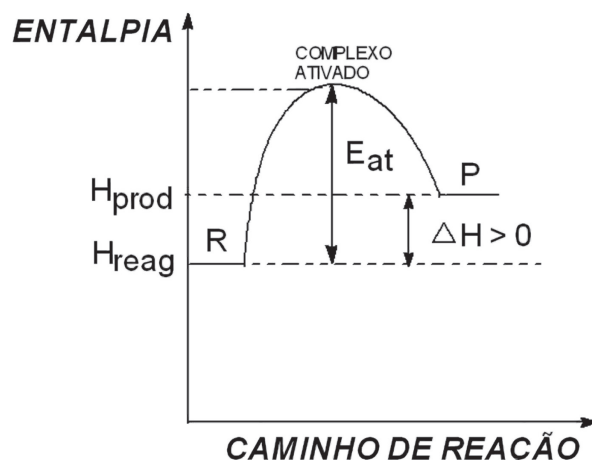


Figura 6: O gráfico representa a variação de entalpia de uma reação endotérmica ao longo da evolução desta reação.

Fonte: Claudio Costa Vera Cruz

Observe que, dependendo da reação ser exotérmica ou endotérmica, o sinal da variação de entalpia associada à ela será positivo (endotérmica) ou negativo (exotérmica), respectivamente. Em outras palavras, podemos afirmar que as reações endotérmicas apresentam entalpia dos produtos maior que a dos reagentes e, portanto, o valor da variação de entalpia é positivo ($\Delta H > 0$). Como já vimos, estas reações absorvem calor do meio ao seu redor.

Já as reações exotérmicas apresentam entalpia dos produtos menor que a dos reagentes e, portanto, o valor da variação de entalpia é negativo ($\Delta H < 0$). Ao contrário das reações endotérmicas, estas reações liberam calor para o seu entorno.

Seção 4

Você sabe o que é um catalisador?

Na natureza, constatamos que muitas das transformações químicas que ocorrem ao nosso redor acontecem de forma lenta, enquanto que outras, de forma instantânea. A queima imediata do álcool ou o demorado processo de formação do petróleo (o qual dura milhões de anos) são exemplos disso.

No entanto, existem substâncias que podem facilitar o início e o decorrer de reações químicas, e elas se chamam catalisadores. Os catalisadores, apesar de provocarem a aceleração do processo químico, não são consumidos por ele. Ou seja, são substâncias que aumentam a velocidade das reações químicas e não são consumidos durante o processo, sendo regenerados ao final.

Catalisadores são substâncias que possibilitam as reações lentas acontecerem com maior velocidade. Eles atuam diminuindo a barreira de energia (a chamada energia de ativação) necessária aos reagentes para que ocorra a transformação química, como mostra a **Figura 7**:

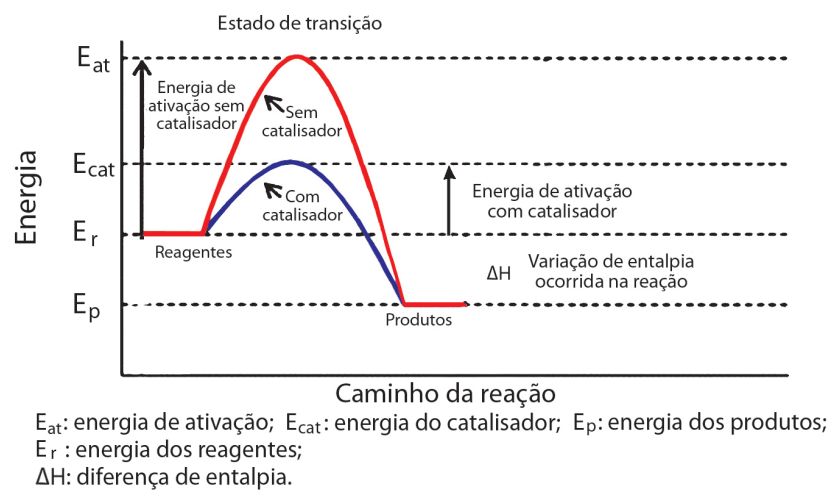


Figura 7: Efeito do uso de catalisadores na velocidade da reação química. Repare no gráfico, que a adição de um catalisador interfere apenas na energia de ativação de uma transformação química, não modificando a variação de entalpia do processo.
Fonte (adaptada): <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/10-EEQ-5506.pdf>

Um exemplo de catalisadores são as enzimas que atuam em nosso corpo, aumentando a velocidade de algumas reações que, de outra maneira, demorariam anos para acontecer. Estas enzimas são proteínas grandes e complexas (e por isso muito sensíveis a variações do Meio Ambiente como temperatura e acidez) que possibilitam, por exemplo, a digestão rápida dos alimentos que ingerimos.

Seção 5

Os motores de explosão: um exemplo de como se aplicam as reações exotérmicas

Os motores de explosão, também chamados de motores de combustão interna, são dispositivos que transformam a energia calorífica, proveniente de uma reação química, em energia mecânica. Os motores de quatro tempos possuem este nome por possuírem quatro cilindros que funcionam em tempos diferentes, conforme irá mostrar a **Figura 8**.

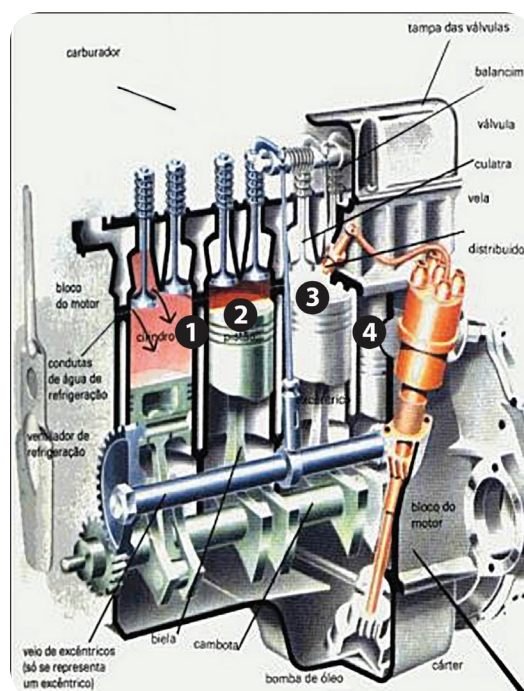


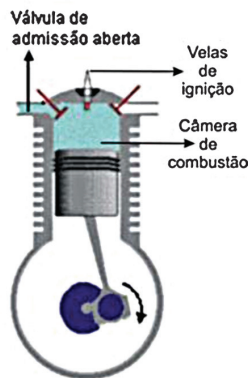
Figura 8: A figura representa um corte esquemático transversal de um típico motor de combustão com quatro cilindros representados pelos números 1, 2, 3 e 4 com todos os seus dispositivos tecnológicos que possibilitam a ocorrência de pequenas explosões.

As explosões que ocorrem no interior dos cilindros são causadas pela queima do combustível, a fim de aproveitar a energia liberada pela combustão de substâncias, tais como gasolina e etanol. A explosão causada pela queima do combustível ocorre na parte superior dos cilindros causando a expansão dos pistões. A força envolvida nesta expansão é transferida pela **biela** ao carro, causando a movimentação de suas rodas.

Biela

Peça do motor responsável por transmitir a força recebida pelo pistão e repassá-la ao virabrequim. A função é de inverter o sentido do movimento, pois ela fica ligada ao pistão fazendo um movimento de subir e descer, mas o virabrequim, que se encontra ligado a sua outra extremidade, realiza um movimento rotativo (circular).

Dos quatro cilindros apontados na figura pelos números 1, 2, 3 e 4, apenas um realiza trabalho (trabalho de expansão de gases). Este é usado para manter os outros três cilindros funcionando no ciclo, além de fazer o eixo das rodas do carro funcionar.



Observe em detalhes como funciona um único cilindro em etapas (tempos):

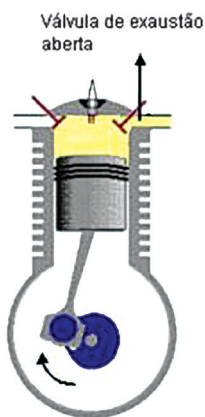
1º tempo (Admissão) - A válvula de admissão (apontada pelo número 1 na Figura 8) se abre, permitindo a entrada da mistura de combustível e ar no interior da câmara de combustão. O pistão está sendo movido para baixo, "sugando" a mistura para seu interior.



2º tempo (Compressão) - A válvula de admissão se fecha, impedindo a saída da mistura combustível, e o pistão é empurrado para cima, comprimindo a mistura. São adicionadas substâncias que impedem que a mistura passe para o estado líquido em função da compressão. Se isto acontecesse, a mistura, ao voltar para o estado gasoso, iria absorver parte do calor que deveria ser utilizado na movimentação do motor.



3º tempo (Explosão) - Com as válvulas ainda fechadas, a vela de ignição produz uma pequena centelha (energia de ativação), suficiente para que a mistura (combustível e ar) queime, no interior da câmara de combustão. O pistão é violentamente empurrado para baixo, devido à variação na quantidade de gás no interior do cilindro, bem como pela expansão dos gases aquecidos pela liberação de energia decorrente da combustão.



4º tempo (Exaustão) - A válvula de escape é aberta, permitindo que os gases gerados na queima saiam do interior da câmara de combustão. O pistão está sendo movido para cima, ajudando a expulsar os gases do cilindro.


Multimídia

Motores a explosão

Os motores a explosão funcionam a partir da queima de um combustível. Assista a este vídeo que explica, de uma maneira muito interessante, o funcionamento de um motor de explosão: <http://www.youtube.com/watch?v=tUK6os79MPU>



Na próxima unidade continuaremos com o tema Termoquímica. Para acompanhá-la, sem se perder, é preciso estar com os conceitos apresentados aqui bem sedimentados, ok? Reveja a diferença entre calor e temperatura para que não fiquem dúvidas sobre a variação de energia que ocorre nas reações químicas, bem como as consequências da absorção ou liberação de calor relacionadas a elas. Nos vemos por lá!

Resumo

- A obtenção de energia é um dos objetivos perseguidos pelo homem desde os primórdios da civilização, e uma das primeiras formas de energia conhecidas pelo homem é aquela associada ao calor.
- As principais fontes de energia térmica são os combustíveis fósseis que, quando queimados, fazem movimentar veículos automotivos, trens e indústrias.
- Os alimentos fornecem energia aos seres vivos de forma que eles possam desempenhar suas tarefas diárias.
- Calor e temperatura são conceitos que, apesar de relacionados, são bem diferentes.
- Podemos calcular a quantidade de energia em trânsito facilmente, desde que tenhamos um termômetro (para medir a diferença de temperatura) e uma balança (para medirmos a massa da substância aquecida e resfriada).

- Atividades diárias consomem energia. Dê uma revisitada no quadro de gasto energético na seção 1.
- Reações que liberam calor causam aumento da temperatura ambiente e são denominadas exotérmicas.
- Reações que absorvem calor causam diminuição da temperatura ambiente e são denominadas endotérmicas.
- A energia de ativação de uma reação é a barreira energética inicial que deve ser transposta para que a reação dê início.
- Os catalisadores são substâncias que diminuem a barreira energética inicial (energia de ativação), causando uma aceleração da reação química.
- Motores de combustão são dispositivos que se aproveitam da energia química contida nas substâncias e transformada em energia calorífica (através de uma reação de combustão), possibilitando a movimentação (energia mecânica) de um carro ou um ônibus.

Veja ainda...

- Vá no site <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf> para ler o excelente artigo que trata das diferenças entre calor e temperatura.
- Vá no site a seguir e veja um excelente documentário da TV francesa da série “legendas da ciência”: http://www.youtube.com/watch?v=0-VIYTgXE9Y&feature=player_embedded. Este capítulo (é o sétimo da série!), denominado “Quente”, trata de algumas invenções que têm como tema a Revolução Industrial e a invenção da máquina a vapor!
- O artigo <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/11-EEQ-6906.pdf> propõe uma atividade investigativa sobre enzimas proteolíticas encontradas nas frutas. Aposto que você vai gostar da leitura!

Referências

- QUIMICA, G. D. P. E. E. **Interações e Transformações**, V.3 – Livro do Professor: Edusp; 2002
- QUIMICA, G. D. P. E. E. **Interações e Transformações**, V.1 – Livro do Professor: Edusp; 2002
- BRAGA, Marco; GUERRA, Andréia & REIS, José Cláudio. **Breve História da Ciência Moderna: convergência de saberes (Idade Média)**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2003.

- BRAGA, Marco; GUERRA, Andréia & REIS, José Cláudio. **Breve História da Ciência Moderna: das máquinas do mundo ao universo-máquina (séculos Xv a XVII)**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2004.
- HUILLIER, Pierre. **De Arquimedes a Einstein: a face oculta da invenção científica**. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 1994.
- WYNN, C. M. **Cinco Maiores Ideias da Ciência, As**: Editora Prestígio.
- ROBERTS, R. M. **Descobertas Acidentais em Ciências**: Papyrus; 1995.
- CHASSOT, Ático. **A Ciência através dos tempos**. São Paulo: Moderna, 1994. 189 p.
- STHATHERN, Paul. **O Sonho de Mendeleiev: a verdadeira história da Química**. 1ª. Edição. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002. 264 p.
- JONES, P. A. A. L. **Princípios da Química: Questionando a vida moderna e o meio ambiente**. Porto Alegre: Bookman; 2001.

Atividade 1

Como a densidade da água é igual a 1g/ml, 1l de água corresponde à 1000 ml, que é igual a 1000 g.

A quantidade de calor será dada pela massa de água, em gramas, vezes a variação da temperatura ocorrida.

$$\text{Logo: } Q = 1000 \times 20 = 20.000 \text{ cal ou } 20 \text{ kcal}$$

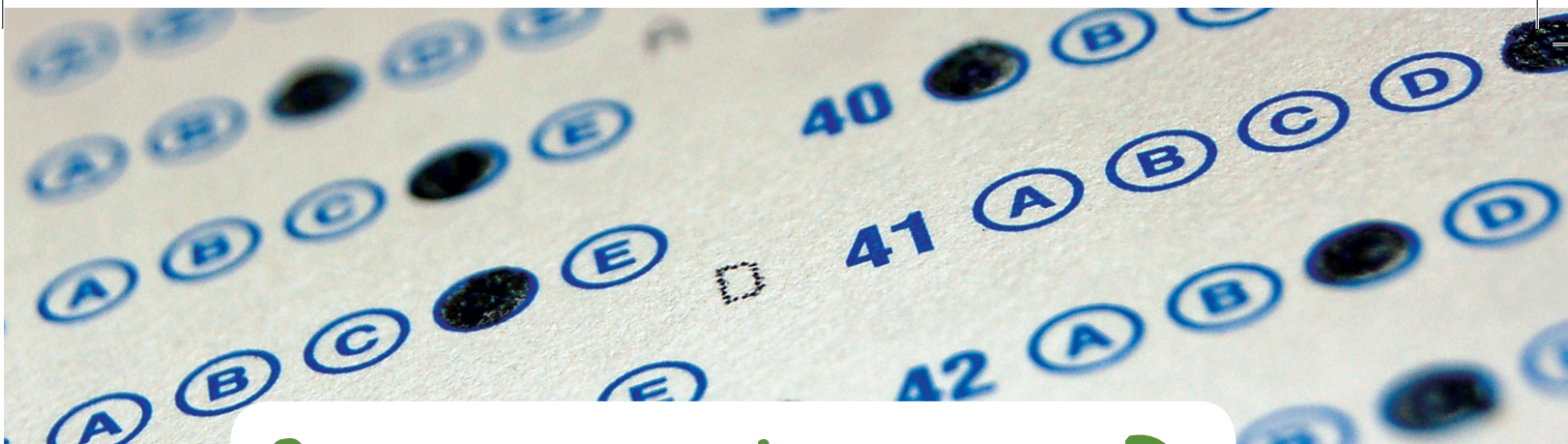
Atividade 2

Esta atividade apresenta um gabarito aberto. Abaixo uma sugestão de resolução:

Atividade	Tempo da atividade em horas por dia	Total por hora (kJ)	Total no dia (kJ)
Dormir	8	0	0
Estar acordado	16	40	640
Estar sentado vendo TV	2	130	260
Tomar banho	1	145	145
Jogar futebol	1	2100	2100
Comer	1,50	150	225
Caminhar lentamente	2	500	1000
		Total	4370

Respostas
das
Atividades





O que perguntam por aí?

Questão 1

Nossas atividades diárias consomem nossas energias. Abaixo, temos valores da exigência energética para atividades praticadas com pouco ou com muito esforço:

Atividade	Exigência energética em kcal/h
Dormir	90
Ficar de pé.....	100 a 150
Caminhar.....	200 a 250
Ficar senta assistindo aulas.....	150 a 200
Ficar sentado estudando.....	150 a 200
Correr.....	450 a 750
Ficar em repouso.....	90 a 120
Jogar futebol.....	650 a 750

Qual a sua exigência energética diária, considerando exigência energética média dormir 8 horas, ficar de pé 1 hora, caminhar 2 horas, ficar sentado assistindo 6 horas de aula, ficar sentado estudando em casa 2 horas, correr 1 hora, ficar em repouso 2 horas e jogar 2 horas de futebol?

Resposta: Utilizando os valores médios de consumo por atividade, temos:

$$\text{Quantidade total de energia} = 8 \times 90 + 125 \times 1 + 225 \times 2 + 175 \times 6 + 175 \times 2 + 600 \times 1 + 105 \times 2 + 700 \times 2 = 4.905 \text{ kcal}$$

Questão 2 (ENEM 2002)

Uma garrafa de vidro e uma lata de alumínio, cada uma contendo 330 mL de refrigerante, são mantidas em um refrigerador pelo mesmo longo período de tempo. Ao retirá-las do refrigerador com as mãos desprotegidas, tem-se a sensação de que a lata está mais fria que a garrafa. É correto afirmar que:

- (A) a lata está realmente mais fria, pois a capacidade calorífica da garrafa é maior que a da lata.
- (B) a lata está de fato menos fria que a garrafa, pois o vidro possui condutividade menor que o alumínio.
- (C) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, possuem a mesma condutividade térmica, e a sensação deve-se à diferença nos calores específicos.
- (D) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do alumínio ser maior que a do vidro.
- (E) a garrafa e a lata estão à mesma temperatura, e a sensação é devida ao fato de a condutividade térmica do vidro ser maior que a do alumínio.

Resposta: Letra D

Comentário: A sensação que sentimos ao pegar a lata é de baixa temperatura, mas a temperatura é a mesma. A sensação vem do fato da melhor condutibilidade térmica da lata que absorve mais depressa o calor do nosso corpo para se aquecer. Nós sentimos mais frio. A garrafa de vidro, a qual tem menor condutividade térmica, retira calor do nosso corpo mais lentamente e, por isso, sentimos menos frio.

Termoquímica

Para início de conversa..

Você já parou para pensar que para realizarmos nossas atividades diárias precisamos de energia? Precisamos dela para nos locomover, trabalhar, nos divertir com nossos parentes e amigos, entre tantas outras ações. Nossa principal fonte de energia é encontrada nos alimentos que ingerimos, e que fornecem o suficiente e necessário para nossa sobrevivência.



Figura 1: Os alimentos são nossas principais fontes de energia.

Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roda_dos_Alimentos.jpg – Autor: Pedro Varela

Mas não são apenas os seres humanos que necessitam de energia. Todas as máquinas criadas pelo homem utilizam energia para funcionarem. E boa parte dessas máquinas obtém essa energia a partir de reações químicas, como, por exemplo, a combustão da gasolina necessária para que os automóveis se movimentem.

Todas as substâncias contêm uma determinada energia conhecida como entalpia. No entanto, nós não conseguimos calcular a entalpia. Na prática, o que fazemos é medir a variação da temperatura durante os processos físicos (mudança de estado físico) e químicos (reação química). Essas trocas de energia são o objeto de estudo da Termoquímica, esse ramo da Química que você começou a estudar na unidade anterior.

Nesta unidade, você entenderá a importância de estudarmos a variação de energia, ou de entalpia, nos processos físicos e químicos e entenderemos por que ela ocorre. Iremos estudar, ainda, a energia envolvida nas reações na forma de calor. Vamos começar?!

Objetivos da Aprendizagem

- Identificar as principais características da reação de combustão, incluindo o conceito de entalpia.
- Calcular o poder calorífico dos combustíveis.
- Reconhecer as mudanças de estado físico das matérias e sua relação com a liberação ou absorção de calor (fenômenos endotérmicos e exotérmicos).
- Calcular a variação de entalpia em processos químicos que envolvam mais de uma reação.

Seção 1

A entalpia de combustão

A combustão é uma reação que acompanha a humanidade desde os primórdios. A partir dela, os homens da caverna podiam se aquecer, já que a combustão é uma reação química em que há uma intensa liberação de energia ($\Delta H < 0$) na forma de calor.

A combustão acontece entre uma substância chamada de combustível, que reage com o gás oxigênio (O_2), denominado comburente. A variação de entalpia, envolvida nas reações de combustão, é conhecida como entalpia de combustão (ΔH_c) ou calor de combustão.



Figura 2: As transformações exotérmicas, como a queima da madeira, liberam calor e transferem essa energia para as áreas vizinhas a ela.

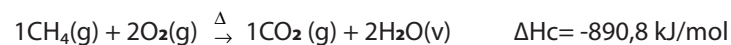
Fonte: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Midsummer_bonfire_closeup.jpg – Autor: Janne Karaste

A partir da energia da combustão, movimentamos nossos veículos à gasolina, a gás, a óleo diesel ou a álcool, e cozinhamos alimentos no fogão. A queima de carvão e gás natural nas termoeletricas é responsável por parte da energia elétrica que consumimos em nossas casas. Vejamos alguns exemplos da representação química destas reações:

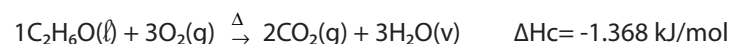
- Combustão completa do gás hidrogênio (H_2)



- Combustão completa do gás metano (CH_4)



- Combustão completa do etanol (C_2H_6O)



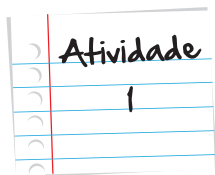
Podemos observar pelos exemplos acima que quando os combustíveis são formados por carbono (C) e hidrogênio (H), os produtos da reação serão sempre gás carbônico (CO₂) e água (H₂O).

O conhecimento da quantidade de calor liberada pelos combustíveis é muito importante para que sejamos capazes de comparar o valor energético de cada um deles. É a partir dessa comparação que podemos avaliar, por exemplo, se é mais vantajoso abastecer um automóvel com etanol ou gasolina. Na Tabela 1, são apresentadas as entalpias de combustão (ΔH_c) de alguns combustíveis.

Tabela 1: Entalpias de combustão (ΔH_c) dos combustíveis mais comuns.

Combustível	Fórmula molecular	ΔH_c (kJ/mol)
hidrogênio	H ₂	- 289
carbono (carvão)	C	- 393,5
metano	CH ₄	- 891
etino (acetileno, usado em maçarico)	C ₂ H ₂	- 1.301
etanol (álcool etílico)	C ₂ H ₆ O	- 1.367
propano (componente do gás de cozinha)	C ₃ H ₈	- 2.220
butano (componente do gás de cozinha)	C ₄ H ₁₀	- 2.878
octano (componente da gasolina)	C ₈ H ₁₈	- 5.471

Fonte: Jéssica Vicente



Decifrando a reação de combustão

Uma reação de combustão é aquela na qual:

- I. Há liberação de calor.
- II. Há diminuição de energia.
- III. A variação de entalpia é positiva.

Quais afirmativas estão corretas? Justifique suas respostas.

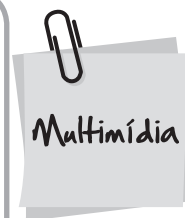
Anote suas respostas em seu caderno



O fogo é o resultado de um processo termoquímico muito exotérmico (reação de combustão), e é constituído por uma mistura de gases incandescentes que emitem energia sob a forma de luz e calor. Quer ver isso acontecendo? Então acesse o seguinte endereço na Internet: http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/cd3/conteudo/recursos/6_video/video.html

Neste experimento, você verá como a chama “pula” rapidamente entre dois recipientes próximos.

Fonte imagem: <http://www.sxc.hu/photo/1208075> – Autor: TJ Nuckolls



Seção 2

Cálculo do calor liberado por um combustível

Imagine que você precise viajar e o carro que irá utilizar pode ser abastecido com até 50 litros de combustível. Com qual combustível conseguiríamos percorrer uma distância maior com a mesma quantidade: gasolina ou etanol? Ficou na dúvida? Então, acompanhe meu raciocínio.

Para começar, vamos considerar que a gasolina seja composta apenas de octano, C_8H_{18} , e que o veículo consuma cerca de 3.200 kJ por quilômetro percorrido!

Para sabermos qual combustível seria mais adequado para a viagem, precisaremos realizar os cálculos em etapas! Como os calores de combustão são mostrados em kJ/mol, temos de determinar a quantidade de matéria (número de mols - n) presentes no volume abastecido.

Inicialmente, vamos determinar a massa do etanol e do octano a partir de suas densidades (d), ou seja:

Etanol ($d = 790 \text{ g/L}$)	Gasolina/octano ($d = 700 \text{ g/L}$)
$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \therefore \text{massa} = \text{volume} \cdot d$	$d = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \therefore \text{massa} = \text{volume} \cdot d$
$\text{massa} = 50 \times 790$	$\text{massa} = 50 \times 700$
$= 39.500\text{g}$ ou $39,5 \text{ kg}$	$= 35.000\text{g}$ ou 35 kg

Sabendo que os valores de ΔH_c fornecidos são equivalentes a 1 mol da substância (kJ/mol), precisamos calcular agora os valores de ΔH_c equivalentes a massa que encontramos anteriormente. Ao conhecer as respectivas massas, facilmente calculamos o valor de η e o calor que cada combustível fornecerá.

Etanol (mol = 46 g/mol; $\Delta H_c = -1.367$ kJ/mol)	Gasolina/octano (mol = 114 g/mol; $\Delta H_c = -5.471$ kJ/mol)
$\eta = \frac{\text{massa}}{\text{mol}} = \frac{39.500\text{g}}{46\text{g/mol}} = 858,7 \text{ mol}$	$\eta = \frac{\text{massa}}{\text{mol}} = \frac{35.000\text{g}}{114\text{g/mol}} = 307,0 \text{ mol}$
$\Delta H_c = -1.370 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times 858,7 \text{ mol}$	$\Delta H_c = -5.471 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \times 307,0 \text{ mol}$
$= -1,17 \cdot 10^6 \text{ kJ}$	$= -1,68 \cdot 10^6 \text{ kJ}$

OBS: $1 \cdot 10^6 = 1.000.000$

Com os valores de ΔH_c calculados, percebemos que a gasolina apresentou o maior valor. Consequentemente, podemos afirmar que este será o combustível mais vantajoso, pois fornecerá uma maior autonomia.



Fonte da imagem: <http://www.sxc.hu/photo/1351705> – Autor: Goran Anicic

Você sabia que o poder calorífico pode influenciar na escolha de um combustível? Quer entender melhor como isso acontece? Então, acesse o link http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/cd3/conteudo/recursos/22_animacao/eagora.htm

Nesse endereço, você encontrará uma simulação muito interessante sobre o assunto. Ajude o maquinista a fazer a melhor escolha!

Vamos ver outro exemplo? Caso fôssemos cozinhar, qual seria a quantidade necessária de propano, C_3H_8 , em gramas, para fornecer 250 kJ de calor (ΔH_c ou energia necessária para aquecer cerca de 1 litro de água de 20 a 80 °C)?

Ao dividirmos a energia necessária (-250 kJ) pela entalpia de combustão do propano fornecida pelo problema, podemos determinar o número de mols desse combustível:

$$\frac{-250 \text{ kJ}}{-2.220 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}} = 0,113 \text{ mol}$$

Perceba que essa fonte de energia está nos fornecendo calor por meio de uma reação de combustão. Como essas reações são exotérmicas, o valor da energia requerida (250 kJ) tem obrigatoriamente sinal negativo!

Tendo conhecimento da quantidade de matéria de propano (0,113 mols) consumida para cozinhar, e sendo a massa molecular do propano igual a 44 g/mol, podemos facilmente determinar a massa necessária para fornecer os 250 kJ de calor:

$$\eta = \frac{\text{massa}}{\text{mol}} \therefore \text{massa} = \eta \cdot \text{mol} = 0,113 \text{ mols} \cdot 44 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4,97 \text{ g}$$

Logo, uma pequena quantidade de propano (4,97 g) é suficiente para a atividade proposta. Você já parou para pensar o quanto conseguimos cozinhar com um botijão de gás com 13 kg? Mas lembre-se que gás de cozinha é uma mistura (propano e butano, principalmente), e, caso fossemos refazer a conta, levando isso em consideração, precisaríamos saber a sua entalpia.

Vamos cozinhar? Mas com que gás?

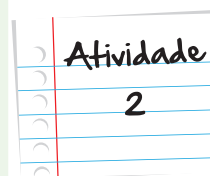
Você decide acampar com um grupo de amigos, mas todos estão com pouco dinheiro para tal. A solução proposta foi um “racha” das despesas, onde cada um ficaria responsável por levar algo para ajudar na viagem.

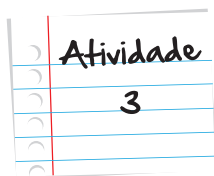
Você ficou responsável por levar o combustível para a “galera” poder cozinhar. Por ter pouco dinheiro, você só tem condições de comprar botijões de acampamento que juntos contêm 3 kg de gás. Para a sua surpresa, o cliente pode escolher entre recipientes cheios de gás propano ou de gás butano. Para que não ocorra nenhum imprevisto de acabar o gás enquanto estiverem acampados, você deve escolher aquele que seja mais vantajoso. Lembre-se que o mais vantajoso será aquele que liberar a maior quantidade de energia. Qual você vai escolher? Demonstre os cálculos!

Dados - Massas moleculares: propano = 44 g/mol; butano = 58 g/mol

ΔH_c (kJ/mol): propano = - 2220; butano = - 2878.

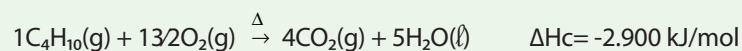
Anote suas respostas em seu caderno





No calor da combustão!

Um botijão de gás de cozinha, contendo apenas gás butano (C_4H_{10}), foi utilizado em um fogão durante algum tempo, apresentando uma diminuição de massa de 580 gramas. Sabendo-se que 1 mol desse gás equivale a 58 gramas e que:



qual foi a quantidade de calor produzida no fogão devido a sua combustão?

Anotar suas respostas em seu caderno



Combustíveis Alternativos

As primeiras formas de energia utilizadas pelo homem foram o esforço humano e esforço dos animais. Atualmente, nosso complexo estilo de vida só é possível pelo uso intensivo dos combustíveis fósseis. O gás natural, o petróleo e o carvão fornecem grande parte da energia necessária para movimentar as modernas máquinas usadas na indústria, no comércio e nas residências. Embora haja imensas reservas desses hidrocarbonetos ao redor do mundo, eles são recursos não renováveis, e um dia esgotarão. Além disso, não são bem distribuídos ao redor do mundo, acarretando impactos negativos nos países que precisam comprá-los sempre que há racionamento ou aumento de preços.

Vivemos numa época de transição, onde métodos alternativos e autossustentáveis de geração de energia são pesquisados e usados, como a energia eólica, solar e das marés. Além desses, combustíveis produzidos a partir de fontes renováveis têm uma participação cada vez maior, sendo o etanol e o biodiesel os mais promissores no Brasil.

O etanol (C_2H_6O) é produzido a partir da fermentação biológica dos açúcares presentes na cana-de-açúcar (Brasil), milho (Estados Unidos) ou beterraba (Europa). No Brasil, o percentual de etanol que é misturado à gasolina varia entre 18 e 25%. O átomo de oxigênio presente na molécula do etanol auxilia na combustão, reduzindo as emissões de dióxido de carbono (CO_2) e hidrocarbonetos.



Figura 3: A sacarose, açúcar presente na cana-de-açúcar, é facilmente quebrada pelas enzimas envolvidas no processo de produção de etanol e é um dos motivos de os produtores brasileiros produzirem a um custo menor do que a Europa e os Estados Unidos, que usam o álcool proveniente, respectivamente, do milho e da beterrada.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/354315> – Autor: Robert Lincoln

Já o biodiesel pode ser produzido a partir de uma infinidade de fontes de óleos e gorduras de origem vegetal ou animal, os quais não podem ser utilizados diretamente nos motores devido a diversos inconvenientes (alta viscosidade, formação de depósitos no motor, ressecamento das borrachas e dutos de combustível, entre outros). A principal forma de produção desse biocombustível é a partir da reação de transesterificação. Nesta reação, óleos e gorduras reagem com um álcool na presença de um catalisador, formando biodiesel e glicerina.

Apesar do etanol e do biodiesel produzirem dióxido de carbono, quando queimados, a quantidade de gás gerado por grama de biocombustível é menor do que os derivados de petróleo. Além disso, enquanto o Sol continuar a brilhar e tivermos terras férteis, sempre poderemos contar com a produção de suas fontes de origem.



Figura 4: Etapas envolvidas na produção de biodiesel.

Seção 3

A variação de entalpia nos fenômenos físicos

Embora não ocorra reação química nas mudanças de estado físico, elas também apresentam variações de entalpia. Esse efeito é facilmente observado, quando deixamos um cubo de gelo exposto ao sol. Em pouco tempo, o gelo passará do estado sólido para o líquido.



Figura 5: O orvalho é resultado de uma transformação física. Ele é formado quando a água do ar, que está na forma de vapor, entra em contato com superfícies frias. Efeito semelhante pode ser observado ao servirmos uma bebida bem gelada.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1389401> – Autor: Mihai Tamasila; <http://www.sxc.hu/photo/971007> – Autor: Alessandro Paiva

Durante a mudança de estado físico de uma substância, é fornecido energia, principalmente na forma de calor, para que as partículas que a compõem possam superar a energia de atração entre elas, mudando sua conformação. Assim, as mudanças de estado em que as moléculas ficam mais afastadas no estado final, como a vaporização (líquido \rightarrow gás), requerem absorção de energia, e, por isso, são endotérmicas ($\Delta H > 0$). Já nas mudanças de fase que aumentam o contato entre as moléculas (diminuição da distância entre elas), como a solidificação (líquido \rightarrow sólido), ocorre liberação de energia, portanto, são exotérmicas ($\Delta H < 0$).

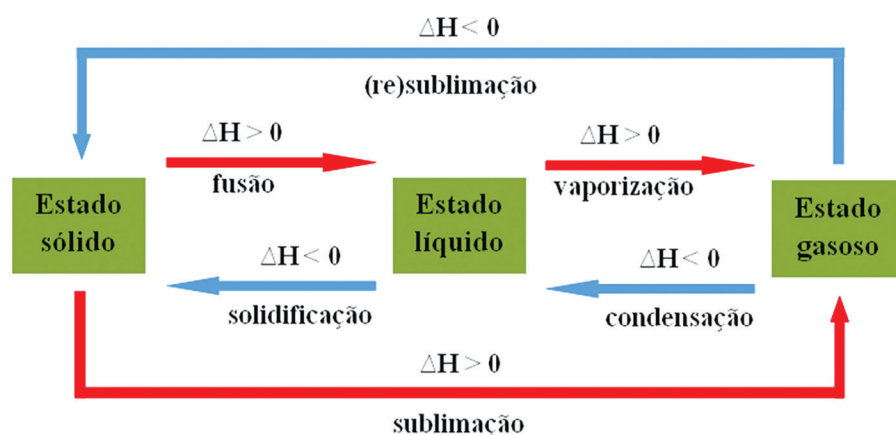


Figura 6: Esquema das mudanças de estado físico. As passagens entre os três estados (sólido, líquido e gasoso) e seus respectivos nomes e variações de entalpia.

Fonte: Jéssica Vicente

Agora, vamos analisar as reações de formação da água nos estados líquido e gasoso (g):



Observe que a variação de entalpia na formação da água líquida ($\Delta H = -286 \text{ kJ/mol}$) é maior do que no estado gasoso ($\Delta H = -242 \text{ kJ/mol}$). Essa diferença ($\Delta H = +44 \text{ kJ/mol}$) é equivalente à energia necessária para a vaporização da água. Ou seja, quanto mais compacta a forma física de uma substância, maior será a sua energia. No caso, a água no estado líquido apresenta suas moléculas mais próximas umas das outras do que no estado de vapor.

Fenômeno físico	Entalpia (kJ/mol)
fusão	+ 7
solidificação	- 7
vaporização	+ 44
condensação	- 44
sublimação	+51
(re)sublimação	- 51

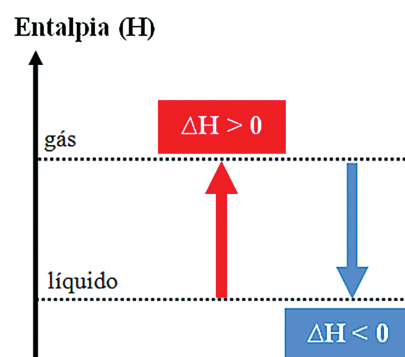


Figura 7: A mudança de estado físico da água altera o seu conteúdo energético (entalpia), acarretando uma alteração no ΔH do processo. Note que a variação de entalpia entre os estados é a mesma, independente do estado inicial (seta vermelha e seta azul), apenas variando o sinal do valor de ΔH em uma mesma temperatura. O mesmo efeito é observado em qualquer mudança de estado físico. É o que mostra a tabela..

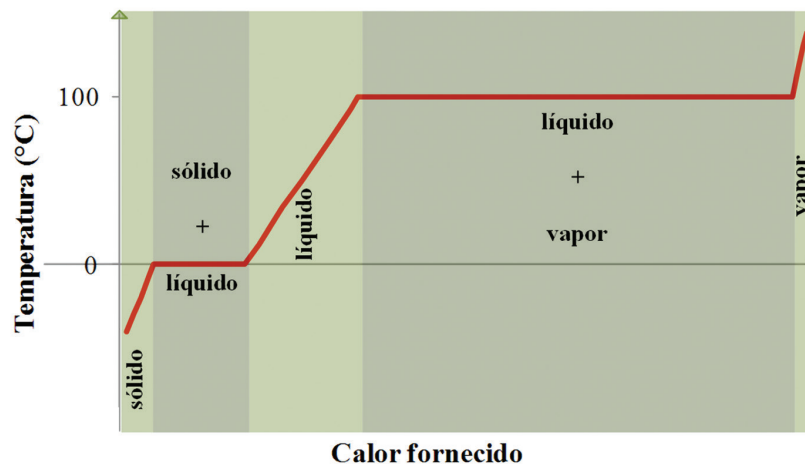
Fonte: Jéssica Vicente

Saiba Mais

Curvas de aquecimento e de resfriamento

A energia necessária para uma substância mudar de estado a uma determinada temperatura é igual aos calores envolvidos no aquecimento/resfriamento e na mudança de estado físico. Uma forma prática de observarmos esse fenômeno é com o auxílio das curvas de aquecimento e de resfriamento que mostram a variação da temperatura de uma amostra à pressão constante.

Para entender melhor, vamos usar como exemplo o que ocorre ao aquecermos um bloco de gelo. Observe a curva de aquecimento da água mostrada a seguir:



Fonte: Jéssica Vicente

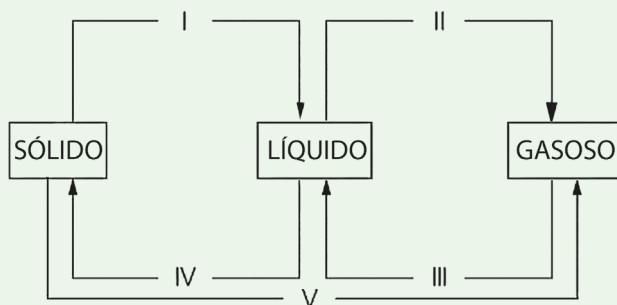
A partir da análise do gráfico, podemos perceber que:

- a temperatura do bloco de gelo aumenta até atingir a temperatura de 0 °C, isto é, a temperatura ou ponto de fusão da água;
- a partir desse instante, toda a energia adicionada é usada para vencer as forças atrativas entre as moléculas. Por isso, durante algum tempo, a temperatura permanece constante até que todo o gelo tenha sido derretido;
- somente após o término da fusão é que a temperatura volta a subir continuamente até atingir a temperatura de 100 °C, ou seja, o ponto ou temperatura de ebulição;
- nesse momento, as moléculas de água começam a absorver energia suficiente para escaparem para o estado de vapor. Assim, a temperatura permanece constante, a 100 °C, até que todo o líquido seja transformado em vapor;
- depois que toda a amostra evapora e o aquecimento da amostra continua, sua temperatura novamente volta a subir.

Caso seja realizado o processo inverso, ou seja, o resfriamento do vapor, ocorrerá o processo inverso (condensação → solidificação) e a curva passará a ser chamada curva de resfriamento.

As várias faces da mesma matéria

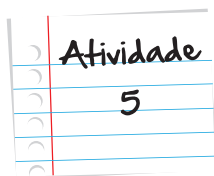
O esquema a seguir é referente a alterações do estado físico de uma certa substância. Determine o nome de cada mudança de estado físico (I, II, III, IV e V) e indique quais processos são endotérmicos.



Anote suas
respostas em
seu caderno

Atividade

4



A relação entre a transferência de calor e os estados da matéria

Acerca das mudanças de estado de agregação das moléculas de determinada matéria, considere as afirmações a seguir:

I. Solidificação é a passagem de um material do estado líquido para o estado sólido. O processo ocorre quando o material é resfriado, caracterizando um fenômeno endotérmico.

II. Considere a mudança de estado: cânfora (sólida) → cânfora (gasosa). Essa mudança de estado é um fenômeno endotérmico.

III. A mudança do estado gasoso para o estado líquido ocorre com liberação de calor.

Está(ão) correta(s):

- a) Somente as afirmativas II e III.
- b) Somente a afirmativa III.
- c) As afirmativas I, II e III.
- d) Somente a afirmativa I.
- e) Somente a afirmativa II.

Anote suas
respostas em
seu caderno



Entre na Internet e acesse o endereço <http://www.youtube.com/watch?v=4LxJ8v8X6xs&feature=related>. Lá você encontrará uma excelente animação de como se comportam as moléculas nos diferentes estados físicos da matéria.



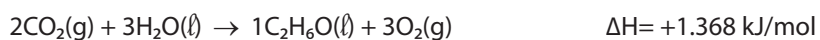
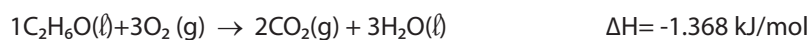
Seção 4

A entalpia das reações químicas. Aplicação prática da lei de Hess

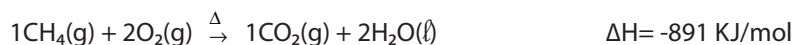
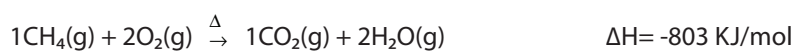
Vimos nas seções anteriores que ocorrem variações de entalpia nas mudanças de estado físico e nas reações de combustão. Essas variações existem devido à diferença entre as energias associadas aos produtos e aos reagentes.

Porém, não só apenas as reações de combustão são acompanhadas por mudanças de entalpia. Como veremos a seguir, em todas as reações químicas são observadas variações na entalpia. A análise dessas variações é útil em várias áreas de estudo, como na escolha do melhor combustível e na determinação do calor envolvido em uma reação hipotética a partir de reações conhecidas, entre outras aplicações.

Assim, como nas mudanças de estado físico, a variação de entalpia envolvida em uma reação química é igual para as reações direta e inversa, mas com seus sinais de entalpia contrários. Ou seja, se na reação direta o valor de entalpia for negativo, a reação inversa terá o mesmo valor, só que positivo. Vejamos o exemplo a seguir:



Os valores de ΔH , envolvidos nas reações químicas, dependem dos estados físicos do início e no final da reação e, portanto, é necessário conhecermos também o estado físico de cada substância. No caso da combustão do metano (CH_4), por exemplo, podemos escrever as seguintes reações:



Observe que a entalpia da segunda reação é maior do que a primeira. É o mesmo fenômeno descrito na geração de água a partir da combustão do gás hidrogênio (veja a primeira seção desta aula). Isto ocorre porque, além da energia liberada na combustão do metano, o sistema libera energia para as vizinhanças para que ocorra a condensação da água, o que exige a liberação de mais energia, como esquematizado na **Figura 8**.

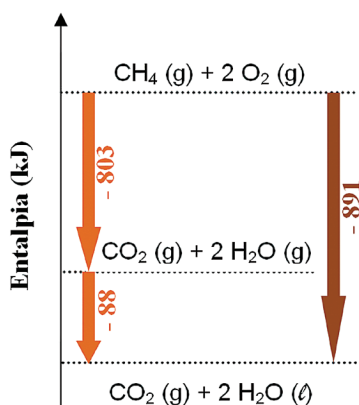
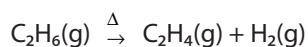


Figura 8: Diagrama da entalpia para a combustão do metano.

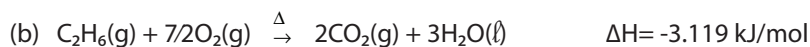
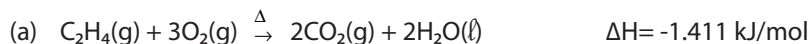
Como a entalpia de vapor da água é 44 kJ/mol maior do que a da água líquida (veja a tabela da **Figura 7**), o sistema libera para as vizinhanças 88 kJ na forma de calor.

Uma consequência direta da observação feita é que podemos considerar qualquer transformação química como o resultado de uma sequência de reações químicas, acompanhadas ou não de mudanças de estado. O valor de ΔH para o processo global será a soma de todas as variações de entalpia que ocorrem ao longo do processo. Esta afirmação é denominada Lei de Hess.

Vamos ver outro exemplo da aplicação dessa lei? Um dos plásticos muito utilizados atualmente é o polietileno. O etileno (C_2H_4), utilizado na sua produção, é obtido principalmente a partir da desidrogenação do etano (C_2H_6), como mostrado a seguir:



Vamos determinar o calor da reação acima a partir de três reações das quais conhecemos os valores de ΔH_c° :

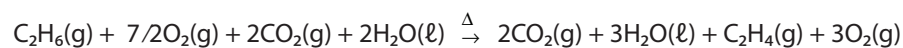
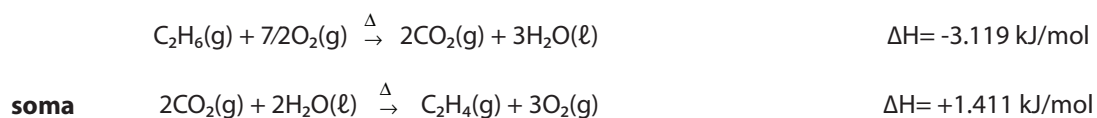


Vamos resolver? Como não temos como obter o calor envolvido na desidrogenação do etano, utilizando as entalpias de combustão da forma que as reações (a), (b) e (c) estejam escritas, a solução do exemplo precisa ser feita em etapas:

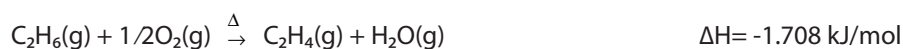
Etapa 1: Como o etano é o reagente da reação de desidrogenação, selecionamos a equação (b) onde ele também é o reagente;

Etapa 2: O eteno (ou etileno) é o produto da reação de desidrogenação, certo? Dentre as reações nas quais se conhece a entalpia, apenas a equação (a) é a que apresenta essa substância. No entanto, precisamos invertê-la para que o eteno seja o produto, assim como na reação de desidrogenação. Se vamos invertê-la, o sinal do valor do ΔH também será invertido;

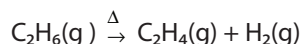
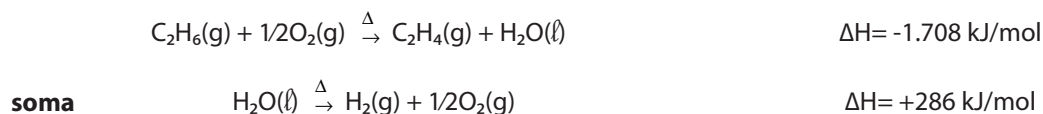
Etapa 3: Somar as duas equações formadas nas etapas anteriores, simplificando quando possível:



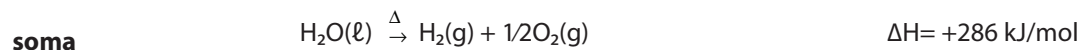
Observe que o gás carbônico (CO_2) não está presente na reação de combustão do etano. Isso se deve ao fato de o CO_2 apresentar 2 mols no produto da primeira reação e 2 mols no reagente da segunda reação utilizada. Como consequência, ao somarmos essas duas reações, podemos cancelar o gás carbônico presente em quantidades iguais em ambos os lados da reação, de forma que eles não apareçam na reação final. Já no caso da água (H_2O), como no produto da reação final há 1 mol de água a mais do que no reagente, restará após a simplificação 1 mol no produto da reação final. Ou seja,



Etapa 4: Veja que a reação obtida da soma acima ainda não é igual à reação de desidrogenação do etano que queremos, não é verdade? Para chegarmos a ela, é necessário cancelar o reagente O_2 e adicionar o produto H_2 . Sendo assim, é necessário o uso da equação (c) invertida. E novamente vamos somá-las e simplificar o que for possível.



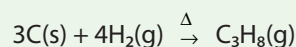
Após essas etapas, é possível utilizar as equações (a), (b) e (c) para fornecer a entalpia de formação do eteno a partir do etano. Basta somarmos os com os sinais utilizados para chegarmos à equação desejada.



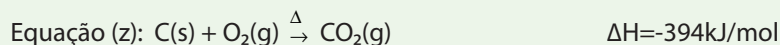
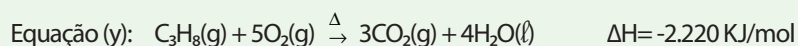
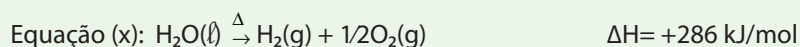
Achou difícil? Então que tal uma atividade para testar se você aprendeu? Não deixe de realizar a atividade, pois essa é a melhor maneira de tirar suas dúvidas!

Calculando a entalpia de um processo global

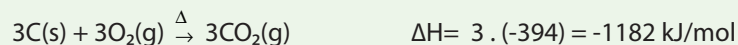
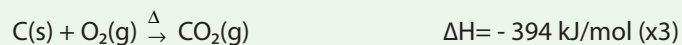
Agora que você acompanhou como calcular a entalpia de uma reação química a partir da entalpia de outras reações, é a sua vez de tentar sozinho. Calcule a entalpia envolvida na síntese do propano (C_3H_8), gás normalmente encontrado em botijões de acampamento.



Dados:



Dica: Algumas reações precisarão ser multiplicadas por fatores para que as simplificações possam ocorrer. Com isso, as entalpias das reações são multiplicadas também, já que nesse módulo trabalhamos com a unidade kJ/mol. Veja o exemplo abaixo:



A entalpia da equação (c) é para a combustão de 1 mol de carbono. Para 3 mols, temos de multiplicar o valor da entalpia da reação por 3, como mostrado acima.

Anote suas
respostas em
seu caderno

Atividade

6

Estudamos nesta unidade que a energia necessária para realização das transformações que nos cercam, inclusive aquelas que ocorrem dentro de nós, vem, em última instância, das diversas reações químicas. Na unidade anterior, vimos também que certas reações químicas, vitais para o funcionamento do nosso organismo, são muito lentas e, por isso, se faz necessária a participação de catalisadores para acelerar o processo. Mas será que os catalisadores são os únicos elementos capazes de afetar a velocidade de uma reação química? Posso adiantar para você que não. Mas isso é assunto para a nossa próxima unidade. Não perca!

Resumo

- A reação de combustão acontece entre um combustível e o gás oxigênio. A variação de entalpia deste tipo de reação é chamada de entalpia ou calor de combustão (ΔH_c).
- Quando o combustível da reação é formado por carbono e hidrogênio, os produtos serão sempre gás carbônico e água.
- Para determinar a vantagem de usar um combustível em detrimento de outro, é preciso conhecer sua entalpia de combustão, ou seja, o calor que o combustível fornece ao reagir com o comburente.
- Nas mudanças de estado físico da matéria, não ocorrem reações químicas, mas temos variações de entalpia, pois é preciso fornecer ou retirar calor para que a transformação ocorra.
- Para que as moléculas de determinada substância afastem-se, é preciso absorção de energia; portanto, são mudanças de estado consideradas endotérmicas. São elas: fusão (sólido \rightarrow líquido), vaporização (líquido \rightarrow gasoso) e sublimação (sólido \rightarrow gasoso).
- Para que as moléculas de determinada substância aproximem-se, é necessário que haja liberação de energia; portanto, são mudanças de estado consideradas exotérmicas. São elas: solidificação (líquido \rightarrow sólido), condensação (gasoso \rightarrow líquido) e resublimação (gasoso \rightarrow sólido).
- A lei de Hess diz que o valor de ΔH de uma transformação química é o resultado da soma das variações de entalpia de cada uma das reações que ocorrem ao longo de todo o processo. Essa variação também dependerá dos estados físicos iniciais e finais das substâncias que fazem parte do processo.

Veja ainda

Quer aprender os conceitos de nossa aula de uma forma diferente e divertida? Que tal um jogo virtual? Acesse o *link* http://www.labvirtq.fe.usp.br/simulacoes/quimica/sim_qui_termotrilha.htm e divirta-se!

Referências

- Atkins, P.; Jones, L.. **Princípios de química**. 3ª edição; Bookman, 2007. 968p.
- Brescia, F.; Arents, J.; Meislich, H.; Turk, A. **General Chemistry**. Harcourt Brace Jovanovich International Edition; Fifth edition; 1988.

- Kotz, J. C.; Purcell, K. F. **Chemistry & Chemical reactivity**. Saunders College Publishing; Orlando – Florida; Second edition; 1991.
- Kotz, J. C.; Wood, J.L.; Joesten, M.D.; Moore, J.W. **The chemical world: Concepts and applications**; Saunders College Publishing; Orlando – Florida; 1994. 954p.
- Peruzzo, F. M.; Canto, E. L.. **Química 2: Química na abordagem do cotidiano**; volume 2; 5ª edição; São Paulo: Moderna, 2009. 488p.
- Urbesco, J.; Salvador, E. **Conecte Química – Físico-química**. volume 2; 1ª edição; São Paulo: Saraiva, 2011. 461p.
- Urbesco, J.; Salvador, E. **Química – Físico-química**. volume 2; 10ª edição; São Paulo: Saraiva, 2005. 512p.

Respostas
das
Atividades

Atividade 1

- I. Correta. Toda reação de combustão é exotérmica.
- II. Correta. O calor liberado para as vizinhanças acarreta na diminuição da energia do sistema.
- III. Errada. Toda reação de combustão possui $\Delta H < 0$.

Atividade 2

Propano	Butano
$\Delta H = -2.220 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{44\text{g}} = -50,5 \text{ kJ/g}$	$\Delta H = -2.878 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot \frac{1 \text{ mol}}{58\text{g}} = -49,6 \text{ kJ/g}$
$\Delta H = -50,5 \frac{\text{kJ}}{\text{g}} \cdot \frac{1.000\text{g}}{1 \text{ kg}} = -50.500 \text{ kJ/kg}$	$\Delta H = -49,6 \frac{\text{kJ}}{\text{g}} \cdot \frac{1.000\text{g}}{1 \text{ kg}} = -49.600 \text{ kJ/kg}$
$\Delta H = -50.500 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 3 \text{ kg} = -151,500 \text{ kJ}$	$\Delta H = -49.600 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \cdot 3 \text{ kg} = -148,800 \text{ kJ}$

O melhor combustível a ser comprado é o gás propano.

Observações:

- O valor encontrado no primeiro cálculo é multiplicado por 1.000g/1Kg, apenas para que haja a conversão de unidade.
- Ao encontrarmos o valor de ΔH em kJ/kg, estamos calculando apenas o valor da variação de entalpia equivalente a 1 kg de substância. Como será adquirido 3 kg de um dos gases, é necessário multiplicar esse valor em kJ/kg por 3 (três), ou seja, pela quantidade de gás a ser adquirido.

Atividade 3

O problema nos informa que um mol de butano tem 58 gramas e libera 2.900 kJ. Portanto, para descobirmos quanta energia foi gasta em 580 gramas, basta fazermos uma regra de três.

$$1 \text{ mol de } C_4H_{10} = 58 \text{ g} \quad \text{2900 kJ}$$

$$580 \text{ g} \quad \text{X}$$

$$X = \frac{2900 \cdot 580}{58} = 29000 \text{ kJ ou } 2,9 \cdot 10^4 \text{ kJ}$$

Atividade 4

I. Fusão

II. Vaporização ou Ebulição

III. Condensação

IV. Solidificação

V. Sublimação

Os processos I, II e V são endotérmicos.

Atividade 5

Alternativa A.

A primeira afirmativa está incorreta, pois a solidificação é o processo que ocorre quando o material é resfriado, caracterizando um fenômeno exotérmico, ou seja, com liberação de energia para o meio.

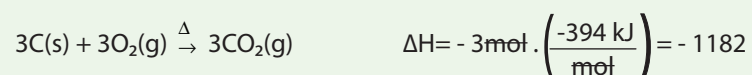
Respostas
das
Atividades

Respostas
das
Atividades

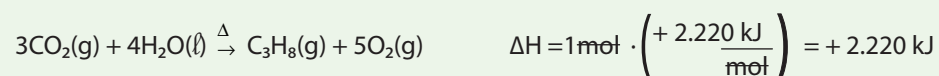
Atividade 6

Começamos por utilizar a reação (z), já que o carbono (C) é a primeira substância que está representada na reação de síntese do propano ($3\text{C}(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{C}_3\text{H}_8(\text{g})$).

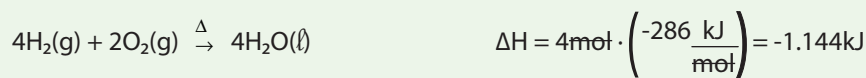
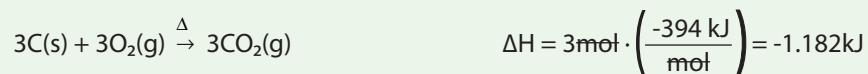
Como esta equação possui 3 mol de carbono, precisamos multiplicar a reação (z) por 3 (três). Note que o valor do calor de combustão do carbono (ΔH_c) também foi multiplicado por 3, de forma a convertê-lo (de kJ/mol para kJ).



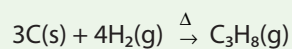
O gás carbônico (CO_2) não está presente na equação de síntese do propano. Para que o mesmo não esteja mais presente ao somarmos as equações, invertamos a equação (y), assim como o seu sinal de ΔH_c . Perceba que, quando formos fazer a simplificação, poderemos assim eliminar os 3 mols de CO_2 nas equações (z) e (y).



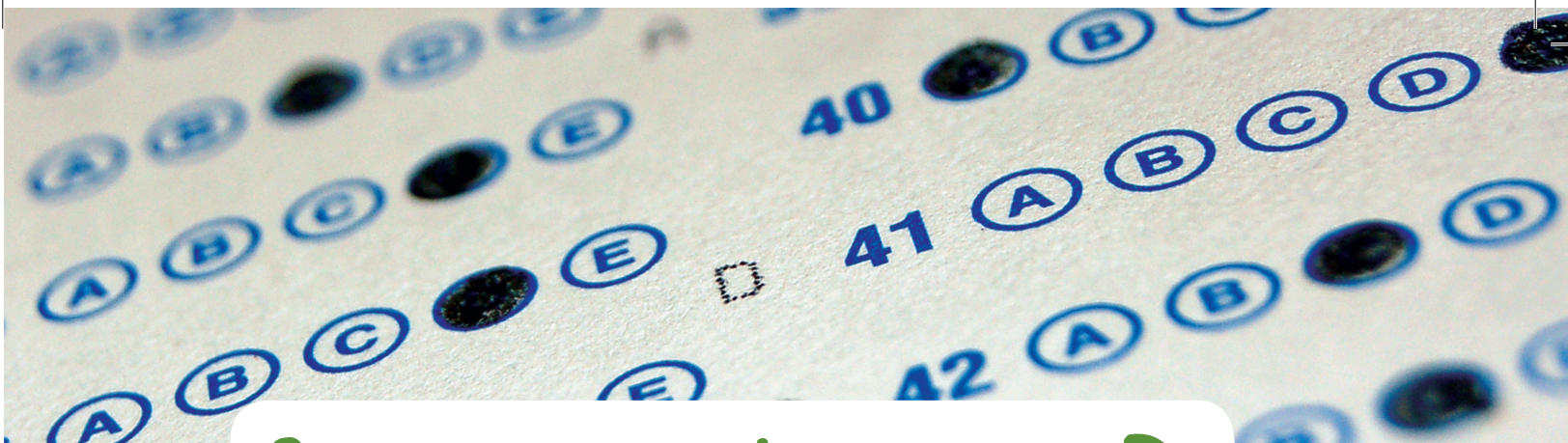
Finalmente, ao adicionarmos a equação (x), resolvemos o sistema. No entanto, para que isso fosse possível, esta foi multiplicada por 4 (quatro). O mesmo procedimento foi realizado com seu ΔH_c . Ao somarmos o sistema, teremos como resultado a equação de síntese do propano, assim como seu valor de ΔH_c



soma



$$\Delta\text{H} = -1.182 + 2.220 - 1144 = -106 \text{ kJ}$$



O que perguntam por aí?

Questão 1 (UERJ 2011)

O hidrogênio (H_2) vem sendo considerado um possível substituto dos combustíveis altamente poluentes de origem fóssil, como o dodecano ($C_{12}H_{26}$), utilizado na aviação.

Sabe-se que, sob condições-padrão, as entalpias de combustão do dodecano e do hidrogênio molecular são respectivamente iguais a - 7500 e - 280 kJ/mol.

Dadas as massa atômicas (μ) $H=1$ e $C=12$, a massa de hidrogênio (em gramas) necessária para gerar a mesma quantidade de energia que a gerada por 1 g de dodecano equivale a:

- (A) 0,157
- (B) 0,315
- (C) 0,471
- (D) 0,630

Comentários:

Inicialmente, calcula-se a massa molar dos dois combustíveis: Dodecano ($C_{12}H_{26}$): $(12 \cdot 12) + (1 \cdot 26) = 170$ g

Hidrogênio (H_2): $1 \cdot 2 = 2$ g

Sabe-se que 1 mol de moléculas de dodecano libera 7500 kJ; logo, a energia liberada por 1 g desse composto será:

$$170 \text{ g} \quad \text{---} \quad - 7500 \text{ kJ}$$

$$1 \text{ g} \quad \text{---} \quad x$$

$$y = \frac{1 \text{ g} \cdot (-7500 \text{ kJ})}{(170 \text{ g})} = - 44,12 \text{ kJ}$$

Sabe-se também que 1 mol de moléculas de hidrogênio libera 280 kJ. Assim, a massa de hidrogênio para liberar 44,12 kJ será:

$$2 \text{ g} \text{ --- } - 280 \text{ kJ}$$

$$y \text{ g} \text{ --- } - 44,12 \text{ kJ}$$

$$y = \frac{(-44,12 \text{ kJ}) \cdot 2 \text{ g}}{(-280 \text{ kJ})} = 0,315 \text{ g}$$

Portanto, a massa de hidrogênio que gera a mesma energia que 1 g de dodecano é igual a 0,315 g.

Resposta: B

Questão 2 (ENEM 2009)

Vários combustíveis alternativos estão sendo procurados para reduzir a demanda por combustíveis fósseis, cuja queima prejudica o meio ambiente devido à produção de dióxido de carbono (CO_2). Três dos mais promissores combustíveis alternativos são o hidrogênio (H_2), o etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) e o metano (CH_4). A queima de 1 mol de cada um desses combustíveis libera uma determinada quantidade de calor, que está apresentada na tabela a seguir.

Combustível	Massa molar (g/mol)	Calor liberado na queima (kJ/mol)
H_2	2	270
CH_4	16	900
$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	46	1350

Considere que foram queimadas massas independentes desses três combustíveis, de forma tal que, em cada queima, foram liberados 5.400 kJ. O combustível mais econômico, ou seja, o que teve a menor massa consumida, será:

- (A) o etanol, que teve apenas 46 g de massa consumida.
- (B) o hidrogênio, que teve apenas 40 g de massa consumida.
- (C) o hidrogênio, que teve apenas 20 g de massa consumida.
- (D) o etanol, que teve apenas 96 g de massa consumida.
- (E) o hidrogênio, que teve apenas 2 g de massa consumida.

Comentários:

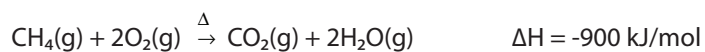
Atenção ao texto da questão: O combustível mais econômico, ou seja, o que teve a menor massa consumida, e o combustível mais poluente, que é aquele que produziu a maior massa de dióxido de carbono.

COMBUSTÍVEL MAIS ECONÔMICO

$$2 \text{ g (1 mol)} \quad \text{---} \quad -270 \text{ kJ}$$

$$x \quad \text{---} \quad -5400 \text{ kJ}$$

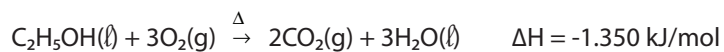
$$y = \frac{(-5400 \text{ kJ}) \cdot 2 \text{ g}}{(-270 \text{ kJ})} = 40 \text{ g de H}_2$$



$$16 \text{ g (1 mol)} \quad \text{---} \quad -900 \text{ kJ}$$

$$y \quad \text{---} \quad -5400 \text{ kJ}$$

$$y = \frac{(-5400 \text{ kJ}) \cdot 16 \text{ g}}{(-900 \text{ kJ})} = 96 \text{ g de CH}_4$$



$$46 \text{ g (1 mol)} \quad \text{---} \quad -1350 \text{ kJ}$$

$$z \quad \text{---} \quad -5400 \text{ kJ}$$

$$y = \frac{(-5400 \text{ kJ}) \cdot 46 \text{ g}}{(-1.350 \text{ kJ})} = 184 \text{ g de C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

Então, o hidrogênio é o mais econômico, pois com uma quantidade menor ele fornece a mesma energia que os outros dois.

Resposta: B

Questão 3 (FUVEST)

O naftaleno, comercialmente conhecido como naftalina, empregado para evitar baratas em roupas, funde em temperaturas superiores a 80°C. Sabe-se que bolinhas de naftalina, à temperatura ambiente, têm suas massas constantemente diminuídas, terminando por desaparecer sem deixar resíduo. Esta observação pode ser explicada pelo fenômeno da:

- a) fusão
- b) sublimação
- c) solidificação
- d) liquefação
- e) ebulição

Comentários:

Observamos a diminuição da massa da naftalina porque ela muda do estado sólido para o estado gasoso, processo físico conhecido como sublimação.

Resposta: B

Estudo da velocidade das reações: Cinética Química

Para início de conversa..

Você alguma vez já parou para reparar na forma com que mastiga os alimentos? Não? Então vamos conversar a esse respeito.

A mastigação adequada, por si só, traz grandes benefícios à digestão, uma vez que a correta trituração dos alimentos, feita pelos dentes, é capaz de reduzi-los em pedaços menores, o que aumenta a capacidade de ação das enzimas presentes na saliva.

Deste modo, a adequada mastigação (trituração adequada dos alimentos) é uma boa medida para facilitar a digestão, tornando-a mais rápida e eficiente.



Figura 1: O processo digestivo inicia-se na boca. Por isso, é importante ficar atento à forma como você ingere os alimentos. Coma com calma e mastigue bem suas refeições.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1088098> - Autor: Sergio Catala

Grande parte dos problemas digestivos podem ter origem na mastigação insuficiente. Engolir os alimentos em pedaços grandes torna a digestão mais lenta, porque, entre outras coisas, as enzimas terão maior dificuldade para agir sobre eles. É assim que aparecem transtornos, como azia, má digestão, sonolência após a refeição etc.

Você deve estar se perguntando por que estamos falando sobre mastigação e digestão em uma aula de química, não é mesmo? O fato é que a digestão é um bom exemplo de que as reações químicas podem ocorrer com velocidades diferentes.

Nesta unidade, abordaremos a Cinética Química, que é a área da Ciência que estuda a rapidez com que ocorrem as reações e quais fatores podem alterá-la.

Objetivos de aprendizagem

- Calcular a velocidade média de uma reação.
- Avaliar a influência de diferentes fatores, como temperatura, concentração, superfície de contato e outros, sobre a velocidade de uma reação química.

Seção 1

A rapidez das reações químicas

As reações químicas ocorrem o tempo todo no nosso dia a dia, seja em nosso próprio corpo, como a digestão e a respiração, ou em outros eventos que ocorrem ao nosso redor, como no caso da formação de ferrugem e da queima de combustíveis.

Assim como esses exemplos, podemos encontrar uma infinidade de reações químicas presentes em nosso cotidiano que se processam com velocidades diferentes e, por isso, é fundamental o estudo da rapidez com que essas transformações acontecem.

Reações rápidas

Uma reação química é considerada rápida quando apresenta grande consumo de seus reagentes em um curto intervalo de tempo e, conseqüentemente, uma rápida formação de produtos.

Muitas vezes, é importante que uma reação química seja rápida como, por exemplo, no momento da batida de um carro. Para esse evento, é fundamental que o *airbag* seja acionado instantaneamente.

Airbag

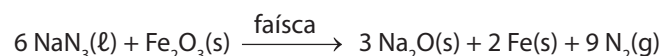
Palavra de origem inglesa que poderia ser traduzida para o Português como “bolsa de ar”. Na verdade, é uma bolsa plástica que fica localizada dentro do volante do motorista (no caso do passageiro da frente, fica acima do porta-luvas), que infla rapidamente num acidente de carro



Figura 2: Os *airbags* são inflados em apenas 4 centésimos de segundo, após a colisão do automóvel, protegendo assim o motorista e o passageiro de lesões mais graves.

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Airbag1.jpg> – Autor: DaimlerChrysler AG; <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Airbag2.jpg> – Autor: DaimlerChrysler AG; <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Airbag3.jpg> – Autor: DaimlerChrysler AG

Mas como é possível que o *airbag* seja inflado no momento da colisão? É que dentro do *airbag* existe um dispositivo que produz uma faísca necessária para que ocorra a seguinte reação:



A reação produz uma grande quantidade de gás nitrogênio (N_2), fazendo com que a bolsa plástica aumente rapidamente de volume, criando um anteparo macio para o motorista e/ou para os passageiros, prevenindo assim, lesões graves na cabeça e no tórax.

Reações lentas

As reações lentas são aquelas em que, como o nome sugere, os reagentes se combinam lentamente e ocorrem em longos períodos de tempo.

Um dos mais sérios problemas ambientais, o crescimento do volume de lixo doméstico, é causado pela lenta reação de degradação de alguns materiais encontrados no lixo.

Tabela 1: Tempo de degradação de alguns materiais encontrados no lixo dos grandes centros urbanos.

Material	Tempo de degradação
Pano	6 a 12 meses
Plástico	50 a 450 anos
Metais	200 anos
Papel	3 a 6 meses
Vidro	400 000 anos
Madeira pintada	15 anos
Filtro de cigarro	5 anos

Quantidade de substâncias x tempo de reação

Antes que uma reação química tenha início, a quantidade de reagentes é máxima e a quantidade de produtos é zero. À medida que a reação se desenvolve, os reagentes vão sendo consumidos e, portanto, a quantidade de reagentes vai diminuindo até se tornar mínima (ou eventualmente zero). Ao mesmo tempo, os produtos vão sendo formados. Logo, a quantidade de produtos, que no início é baixa, começa a aumentar, até que no final da reação, torna-se máxima.

A Figura 3 expressa esse processo em um gráfico da concentração em quantidade de matéria (mol/L) de reagentes e produtos, em função do tempo. Assim, obtemos as seguintes curvas:

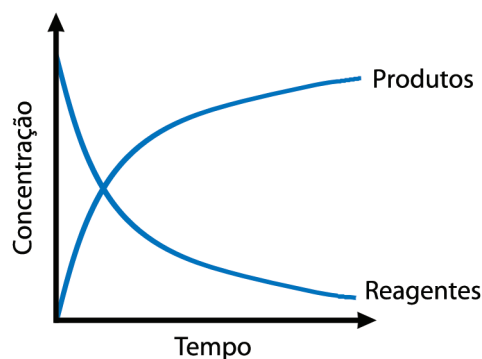


Figura 3: No gráfico, podemos observar que, com o passar do tempo, a concentração dos reagentes decresce e a concentração dos produtos cresce.

Para entender melhor como isso acontece vamos usar, como exemplo, a reação de decomposição do pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5), de acordo com a seguinte equação:



A Tabela 2 mostra alguns dados de uma reação realizada com solução de concentração inicial do reagente (N_2O_5) igual a 2,0 mol/L. Durante alguns intervalos de tempo (0, 5 e 10 minutos), as concentrações de pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5), dióxido de nitrogênio (NO_2) e de oxigênio (O_2) foram medidas.

Tabela 2: Os valores mostram que a concentração de N_2O_5 (reagente) diminui com o tempo e que as concentrações de NO_2 e de O_2 (produtos) aumentam com o tempo.

Medida	Tempo (min)	$[N_2O_5]$ (mol/L)	$[NO_2]$ (mol/L)	$[O_2]$ (mol/L)
1	0	2,0	0	0
2	5	1,2	1,6	0,4
3	10	0,7	2,6	0,65

Esses dados mostram que, com o tempo, a concentração em quantidade de matéria de pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5) diminui. Como é o reagente, ele é consumido no processo. Já as concentrações de dióxido de nitrogênio (NO_2) e de oxigênio (O_2) aumentam com o tempo, pois são produtos da reação, ou seja, são formados no processo.

Velocidade média

A velocidade média (v_m) é calculada em função de uma das substâncias participantes da reação. É a razão entre a quantidade consumida ou produzida da substância (Δ quantidade) e o intervalo de tempo (Δt) em que a reação ocorreu.

$$V_m = \frac{\Delta \text{quantidade}}{\Delta t}$$

Vamos voltar ao exemplo da reação de decomposição do pentóxido de dinitrogênio:



Como explicado anteriormente, podemos calcular tanto a velocidade média de consumo de pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5), como a velocidade de formação do dióxido de nitrogênio (NO_2) ou do oxigênio (O_2).

Calcularemos a velocidade média de consumo do pentóxido de dinitrogênio (N_2O_5), usando os valores encontrados na Tabela 2. Ela será a razão entre a variação da concentração em quantidade de matéria (em mol/L) e o intervalo de tempo (em minutos) no qual essa variação ocorre.

Por exemplo, no intervalo de 0 a 5 minutos, a velocidade média de decomposição será:

$$V_m = \frac{|\Delta [\text{N}_2\text{O}_5]|}{\Delta t} = \frac{|[\text{N}_2\text{O}_5]_2 - [\text{N}_2\text{O}_5]_1|}{t_2 - t_1} = \frac{|1,2 - 2,0|}{5 - 0} = \frac{|-0,8|}{5} = 0,16 \text{ mol/L} \cdot \text{min}$$

Note que o valor numérico da variação da concentração é precedido de sinal negativo (-0,8), o que indica que o pentóxido de dinitrogênio está sendo consumido, ou seja, a concentração dos reagentes no estado final é sempre menor que aquela no estado inicial.

Normalmente, procura-se expressar a velocidade média de uma reação com valores positivos. Então, considere-se a variação de quantidade de reagente em módulo, evitando-se assim valores negativos para o resultado final.

Seguindo raciocínio semelhante, podemos calcular a velocidade média de consumo no intervalo de 5 a 10 minutos:

$$V_m = \frac{|\Delta [\text{N}_2\text{O}_5]|}{\Delta t} = \frac{|[\text{N}_2\text{O}_5]_3 - [\text{N}_2\text{O}_5]_2|}{t_3 - t_2} = \frac{|0,7 - 1,2|}{10 - 5} = \frac{|-0,5|}{5} = 0,10 \text{ mol/L} \cdot \text{min}$$

Comparando a V_m referente ao intervalo 0 a 5 min com a V_m do intervalo 5 e 10, é possível comprovar que a velocidade média diminui com o tempo de reação. Esse comportamento pode ser observado em todas as reações químicas, ou seja, à medida que os reagentes são consumidos, a reação se torna mais lenta.

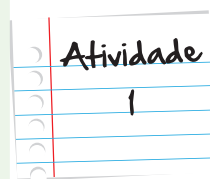
Mas a velocidade de uma reação química pode ser influenciada por diversos fatores. Veremos isso na próxima seção. Antes, porém, que tal uma atividade para testar se você entendeu como fazer o cálculo da velocidade média?

Calculando a velocidade média da reação

Usando os valores fornecidos na Tabela 2, calcule a velocidade média de formação do dióxido de nitrogênio (NO_2):

- No intervalo de 0 a 5 minutos.
- No intervalo de 5 a 10 minutos.

Anote suas
respostas em
seu caderno



Seção 2

Fatores que influenciam na velocidade de uma reação

A velocidade das reações químicas depende de vários fatores, como:

- a temperatura em que a reação ocorre,
- a concentração dos reagentes,
- a superfície de contato,
- a participação de catalisadores,
- a presença de luz e
- a eletricidade.

Vamos analisar cada um deles separadamente? Então, começaremos com a influência da temperatura.

Temperatura

Muitos acontecimentos do nosso cotidiano podem servir para demonstrar a influência da temperatura na velocidade das reações. Por exemplo, a carne bovina mantém-se própria para o consumo por poucas horas, se ficar sob temperatura ambiente (temperatura de 25° C). Quando armazenada numa geladeira doméstica (temperatura de 6° C), é possível mantê-la por uns três dias. Já quando é guardada num *freezer* (temperatura de – 18° C), é possível usá-la em nossa alimentação após meses.

Para sua melhor conservação, os alimentos são guardados em refrigeradores ou *freezers*, que mantêm temperaturas menores que a do ambiente. A explicação para isso é que baixas temperaturas diminuem a rapidez das reações responsáveis pela decomposição, porque interferem na atividade das enzimas.



Figura 4: A melhor maneira de conservar os alimentos é colocando na geladeira ou no freezer.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/15900> - Autor: Andras Deak

Vejamos agora outro exemplo: a velocidade de reação no cozimento do feijão preto. Você sabia que o cozimento do feijão preto em panela aberta dura aproximadamente 60 minutos?

Agora pense e responda: de que maneira você poderia cozinhar o feijão mais rápido?

Se respondeu que é só aumentar o fogo, você está errado!

Na verdade, se você aumentar o fogo, a água ferverá mais depressa, porém, sua temperatura não aumentará mais do que a temperatura de ebulição da água (100° C). Então, após o início da ebulição, nunca aumente o fogo para cozinhar o alimento mais depressa, fazendo isso você apenas desperdiçará gás.

Para aumentar a velocidade de cozimento do feijão, devemos usar uma panela de pressão, pois, dentro dela, a água ferve a uma temperatura maior, aproximadamente 120°C , o que favorece o cozimento mais rápido, aproximadamente 20 minutos.

Então, podemos concluir que, quanto maior a temperatura em que acontece uma reação, mais rápida ela será.



Figura 5: Com a panela de pressão, cozinhamos os alimentos em menos tempo do que em panelas abertas, por isso, ela permite a economia no consumo do gás.

Autor imagem: Marcus André

A temperatura de ebulição e a pressão

Você sabia que a temperatura de ebulição depende da pressão? Sim, quando a pressão sofre um aumento, a temperatura sobe também.

A pressão padrão, ou seja, a pressão ao nível do mar, é de 1 atmosfera, como na cidade do Rio de Janeiro. Sendo assim, a temperatura de ebulição da água, nessa cidade, é de 100°C .

Já nos lugares mais altos, como a cidade de Petrópolis, a pressão é menor que 1 atmosfera. Lá, a temperatura de ebulição da água é de aproximadamente 98°C , ou seja, é menor que na cidade do Rio de Janeiro.

Dentro de uma panela de pressão, a pressão pode chegar até 2 atmosferas e, por isso, a temperatura de ebulição da água é aproximadamente de 120°C .



Superfície de contato

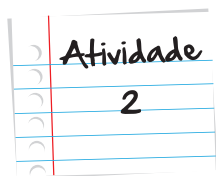
Outro fator de grande importância na velocidade de uma reação é a superfície de contato das substâncias. Assim, dizemos que quanto mais fragmentados estiverem os reagentes (e, assim, maior é sua superfície de contato), maior será a velocidade da reação.

Em nosso dia a dia, observamos várias reações que acontecem com maior ou menor velocidade em virtude da superfície de contato. Vejamos o exemplo da carne. A carne na forma moída, geralmente, apresenta um prazo de validade menor do que a peça inteira. Isso porque a superfície de contato na carne moída é muito maior do que em uma peça inteira. A partir desta constatação, pode-se concluir que a reação de decomposição é mais veloz na forma moída.



Figura 6: A carne moída apresenta maior superfície de contato; logo, possui menor prazo de validade. Uma peça de carne apresenta menor superfície de contato; logo, possui maior prazo de validade.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/572816> – Autor: Yucel Tellici; <http://www.sxc.hu/photo/1097284> - Autor: lockstockb's



Testando a rapidez das reações

Esta será uma atividade prática; portanto, para chegar à resposta, você precisará arregaçar as mangas! Mas não se assuste, pois é muito fácil de fazer, e você só precisará de:

- 2 comprimidos de antiácido efervescentes (você encontra facilmente em qualquer farmácia)
- água
- 4 copos transparentes

Procedimento 1

Corte um comprimido de antiácido ao meio e triture uma das metades. Coloque volumes iguais de água, à mesma temperatura, em dois copos. Em um deles, coloque a metade não triturada; no outro, coloque a metade triturada. Mas atenção, as duas ações devem ser executadas ao mesmo tempo. Em seguida, observe atentamente o que acontece com a velocidade de liberação das bolhas em cada um dos copos.

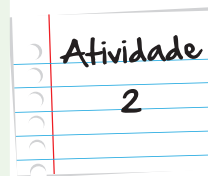
Procedimento 2

Corte outro comprimido de antiácido ao meio. Coloque volumes iguais de água em dois copos, mas, dessa vez, coloque um com água na temperatura ambiente, e, no outro, água aquecida quase à ebulição. Coloque uma metade do comprimido (sem triturar dessa vez) em cada um dos copos, ao mesmo tempo. Novamente, observe atentamente o que acontece em cada um dos copos.

Agora que já fez os experimentos, responda:

- a) No procedimento 1, em qual dos copos a reação ocorreu com maior rapidez? Explique esse fato.
- b) No procedimento 2, em qual dos copos a reação ocorreu com maior rapidez? Explique esse fato.

Anote suas respostas em seu caderno



Concentração dos reagentes

Imagine a seguinte situação, temos um pedaço de carvão em brasa no quintal de uma casa, exposto ao ar atmosférico. Nessa situação hipotética, as moléculas de oxigênio (O_2) presentes no ar colidem com o carvão e você deve lembrar que o oxigênio é necessário para que ocorra a combustão, não é verdade? No entanto, apenas 21% das moléculas que compõem o ar são de O_2 (g). As demais moléculas, como nitrogênio e dióxido de carbono, por exemplo, também colidem com o carvão, mas não participam da reação de queima do carvão. Nessa situação, o carvão queima lentamente.

Se colocarmos esse carvão em brasa em um frasco contendo gás oxigênio puro, ele se inflamará rapidamente. Isso se deve ao fato de que, nesse caso, todas as moléculas que se chocam com o carvão são de O_2 (g), o que permite concluir que o aumento da concentração de oxigênio, que passou de 20% para 100%, provocou um aumento na velocidade da reação.



Saiba Mais

Lei da Ação das Massas ou Lei da Velocidade

A velocidade de uma reação é diretamente proporcional ao produto das concentrações, em quantidade de matéria (mol/L), dos reagentes, elevados a expoentes que são determinados experimentalmente.

A velocidade instantânea (v) de uma reação pode ser calculada pela seguinte expressão:

$$v = k [A]^x \cdot [B]^y$$

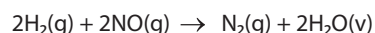
k → constante de velocidade da reação

$[A]$ e $[B]$ → concentrações dos reagentes (mol/L)

x e y → são os expoentes determinados experimentalmente

Para determinar a expressão da lei de velocidade da reação, deve-se fazer uma série de experimentos onde, na comparação entre dois desses experimentos, apenas um dos reagentes tem a sua concentração variada.

Vamos lançar mão de um exemplo para o entendimento ficar mais fácil. Imagine que em um laboratório, foram efetuadas diversas experiências para a reação:



A partir destes experimentos, foram encontrados os seguintes resultados:

Experimento	[H ₂] (mol/L)	[NO] (mol/L)	v (mol.L-1.s-1)
I	0,5	0,5	15
II	1,0	0,5	30
III	0,5	1,0	60

Vamos começar, comparando os experimentos I e II:

Veja que, neste caso, é a concentração de H₂ que varia e a de NO permanece constante; logo, somente H₂ será responsável pela alteração da velocidade.

Outra observação possível é que, à medida que a concentração de H₂ é dobrada, o valor da velocidade de reação também é dobrado; logo, se pode concluir que o expoente da substância H₂ é igual a 1 (por ser igual ao aumento da velocidade).

[H ₂] (mol/L)		Velocidade de Reação	
0,5	2 ^x	15	2 ¹
1,0		30	

Agora vamos comparar os experimentos I e III:

Neste caso, é a concentração de NO que varia e a de H₂ permanece constante; logo, somente o NO será responsável pela alteração da velocidade.

Observa-se que à medida que a concentração de NO é dobrada o valor da velocidade de reação é quadruplicado; logo, se pode concluir que o expoente da substância NO é igual a 2 (por ser a metade do aumento da velocidade)

NO (mol/L)		Velocidade de Reação	
0,5	2 ^y	15	4 = 2 ²
1,0		60	

Logo, podemos concluir que a expressão da lei de velocidade para esta equação será:

$$V = k [H_2]^1 \cdot [NO]^2$$

Para determinar a constante de velocidade (k), basta substituir os valores de um dos experimentos nesta expressão.

Utilizando os valores do experimento III, teremos:

$$60 = k [0,5]^1 \cdot [1,0]^2$$

$$60 = k \cdot 0,5$$

$$k = 60/0,5$$

$$k = 120$$

Saiba Mais

Influência dos catalisadores

Nas indústrias químicas, quase todos os processos químicos utilizam catalisadores em algum momento. Sem o auxílio dos catalisadores, seria bem mais difícil produzir fertilizantes, remédios e combustíveis.

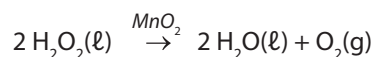
Como você já aprendeu, os catalisadores são substâncias que aumentam a velocidade com que um produto é formado por diminuir a energia de ativação da reação. É por isso que, sem eles, não teríamos em abundância vários produtos industrializados, tanto pelo aumento da produção quanto pela redução dos custos envolvidos no processo.



Figura 7: No nosso organismo, para que possamos aproveitar os nutrientes (carboidratos, proteínas e gorduras) presentes nos alimentos que ingerimos, precisamos da ajuda de catalisadores biológicos, chamados de enzimas.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1196135> - Autor: Ilker

O gás oxigênio, por exemplo, pode ser obtido pela reação de decomposição da água oxigenada (H_2O_2). Essa reação é lenta, no entanto, a adição de dióxido de manganês (MnO_2), como catalisador, permite que ela se processe com maior rapidez.



Ao final da reação, a quantidade inicial de dióxido de manganês é recuperada, pois os catalisadores não são consumidos no processo.

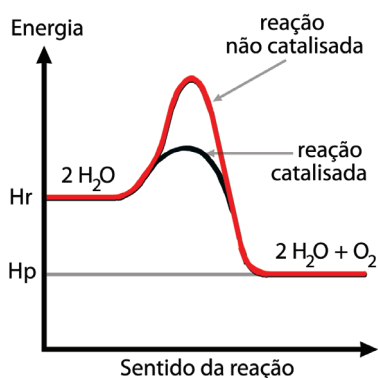


Figura 8: Observe que no gráfico da reação não catalisada a energia de ativação é alta e, portanto, a reação se passa em uma velocidade menor comparada a reação catalisada que apresenta uma energia de ativação baixa.

Catalisadores e controle da poluição

A queima de combustíveis nos veículos automotivos lança na atmosfera materiais indesejáveis, o que poderia aumentar os níveis de poluição de forma proporcional ao número de veículos nas ruas.

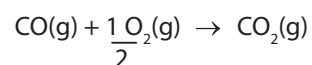
Um dos produtos dessa queima é o CO, um gás incolor, sem cheiro nem gosto, e que não irrita os olhos. Mas seus efeitos sobre a saúde são muito sérios, pois a **hemoglobina** tem afinidade muito grande pelo CO (duzentas e dez vezes maior que pelo oxigênio). A hemoglobina combinada com o CO (forma o que chamamos de carboxiemoglobina) impede que o processo de respiração ocorra de forma perfeita, pois ela fica saturada desse gás e, por isso, não leva para as células o oxigênio de que elas necessitam.

Hemoglobina

Proteína presente em grandes quantidades dentro das células vermelhas do sangue (hemácias). Ela é a grande responsável pelo transporte do oxigênio que respiramos para todos os tecidos do corpo, já que sua estrutura tem grande afinidade por essa molécula.

O CO pode causar tonturas, vertigens e até morte. Quando alguém fica com o automóvel em funcionamento em uma garagem sem ventilação, pode morrer por asfixia depois de inalar por algum tempo os gases expelidos pelo escapamento. O CO é, sem dúvida, um dos poluentes mais perigosos do ar da cidade, e ele sai em grandes quantidades dos veículos movidos a gasolina.

Uma forma de reduzir a emissão de CO pelos veículos com motor de combustão é o uso de catalisadores que ficam nos chamados *convertidores catalíticos* e têm a função de acelerar a oxidação dos gases emitidos após a combustão. É no conversor catalítico que o CO é transformado em CO₂, conforme a seguinte equação:



Saiba Mais

Que tal ver um catalisador em ação, acelerando uma reação? Então, acesse o seguinte link na Internet: www.youtube.com/watch?v=lzeBUofNFKs



O vídeo mostra com clareza dois fatores que alteram as velocidades das reações, o catalisador e a concentração do reagente.

A água oxigenada (H₂O₂) decompõe-se em água (H₂O) e oxigênio (O₂). Como o processo é lento, utiliza-se o MnO₂ como catalisador para acelerar a reação, aumentando a concentração de oxigênio no interior do frasco de vidro. No ar atmosférico existe, aproximadamente, 21% de oxigênio, mas no interior do frasco que aparece no vídeo teremos quase 100% de oxigênio. Por isso, a velocidade de combustão do palito de madeira dentro do frasco é muito maior que fora do frasco.

Multimídia

Influência da luz

Você já deve ter observado que diversos produtos são comercializados em frascos escuros ou opacos. Alguma vez se perguntou o porquê disso?

A função dessa característica dos recipientes é dificultar ou impedir a entrada de luz, o que provocaria reações indesejadas nas substâncias que abrigam.

A garrafa de cerveja, por exemplo, é escura, pois a luz pode provocar reações que alteram o sabor da bebida. Já os medicamentos recebem embalagens que os protegem da luminosidade para que não ocorra a degradação das substâncias que o constituem, principalmente do **princípio ativo**.

Princípio ativo

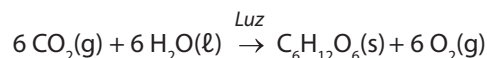
É a substância presente no medicamento, responsável pelo seu efeito farmacológico, ou seja, é aquela que tem ação sobre o organismo.



Figura 9: A cerveja e o xarope são envasados em vidro escuro para evitar reações indesejadas causadas pela luz.

Autor imagem: Marcus André

Outro bom exemplo da influência da luz nas reações químicas é a fotossíntese. Esse é o processo realizado pelos seres vivos clorofilados (plantas, algas e certas bactérias), que ocorre necessariamente na presença de luz, convertendo gás carbônico e água em carboidratos (glicose) e oxigênio. Veja a equação da fotossíntese:



Nesta reação, a luz solar, captada pela planta, fornece a energia necessária para oxidar a água e reduzir o gás carbônico. Voltaremos a falar sobre fotossíntese, com mais detalhes, na próxima unidade.

Eletricidade

O último fator que vamos analisar dentre aqueles que podem influenciar a velocidade de uma reação química é a eletricidade.

Em alguns casos, faíscas elétricas energizam sistemas gasosos, gerando energia de ativação que, por sua vez, permite aceleração da reação. Um bom exemplo desse fenômeno são as centelhas elétricas, geradas pelas velas dos veículos automotores que permitem o desencadeamento da reação de explosão da mistura ar-gasolina. São faíscas elétricas que também desencadeiam as reações que permitem que os *airbags* dos veículos sejam inflados pela expansão do nitrogênio liberado no processo. Lembra desse assunto lá do início da aula? Viu como está tudo interligado?

Bom, agora que você já está “por dentro” do assunto reações químicas, vamos pensar juntos sobre a seguinte questão: Em uma reação temos sempre algum (ou alguns) reagente(s) sendo convertido(s) em produto(s), correto? Você já parou para se perguntar se os produtos formados poderiam voltar a ser reagentes? Será que ao se transformarem em outros elementos eles perdem suas características originais e não podem mais recuperá-las?

Deixaremos essa pergunta “no ar” para você tentar decifrar essa questão, mas não se desespere se não conseguir respondê-la, pois voltaremos a esse assunto na próxima unidade. Aguardo você por lá!

Resumo

- A Cinética química é a ciência que estuda a velocidade das reações químicas.
- As reações químicas processam-se com velocidades diferentes e podem ser divididas em rápidas e lentas.
- Uma reação química rápida apresenta grande consumo de reagentes e formação de produtos em um curto espaço de tempo, enquanto as lentas ocorrem em longos períodos de tempo.
- Em uma reação química, ao longo do tempo, a concentração dos reagentes diminui, enquanto a dos produtos aumenta.
- Velocidade média de uma reação é a razão entre a variação da quantidade consumida ou formada de uma substância e a variação do tempo da reação.
- Vários fatores alteram as velocidades das reações químicas, como a temperatura, a concentração dos reagentes, a superfície de contato, o uso de catalisadores, a presença de luz e de eletricidade.
- O aumento da temperatura, aumenta a velocidade das reações.

- Quanto mais pulverizado for o reagente sólido, maior será a superfície de contato e maior será a velocidade das reações.
- Quanto maior a concentração dos reagentes, maior será a velocidade da reação.
- O catalisador aumenta a velocidade de uma reação, diminuindo sua energia de ativação.
- Tanto a luz quanto a eletricidade também podem tornar uma reação mais rápida.

Veja ainda

Esses são alguns artigos bem interessantes sobre cinética química que trazem em seu texto vários experimentos sobre esse tema que está tão presente em nosso cotidiano:

- <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a06.pdf>
- <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/616-4.pdf>
- <http://www.pontociencia.org.br/#cinet> (este site apresenta vários experimentos sobre cinética química, busque os que envolvem velocidade da reação)

Além das indicações anteriores, vale a pena ler esse ótimo artigo que explica com detalhes a química por trás do *airbag*, assunto que você viu nesta unidade: <http://chc.cienciahoje.uol.com.br/a-quimica-por-dentro-do-%E2%80%98airbag%E2%80%99/>

Referências

- BRADY, James. **Química: a matéria e suas transformações**. Rio de Janeiro: LTC, 2002.
- EMSLEY, John. **Moléculas em exposição**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.
- FELTRE, Ricardo. **Química volume 2** – Química Geral. São Paulo: Editora Moderna, 2009.
- FISHER, Len. **A ciência do cotidiano: Como aproveitar a ciência nas atividades do dia a dia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.
- KOTZ, J. C. **Química Geral 2: e reações químicas**. São Paulo: Pioneira Thomsom Learning, 2005.
- MASTERTON; SLOWINSKI; STANITSKI. **Princípios da Química**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1985.

Atividade 1

$$\text{a) } V_{\text{mNO}_2} = \frac{1,6 - 0}{5 - 0} = \frac{1,6}{5} = 0,32 \text{ mol/L. min}$$

$$\text{b) } V_{\text{mNO}_2} = \frac{2,6 - 1,6}{10 - 5} = \frac{1,0}{5} = 0,20 \text{ mol/L. min}$$

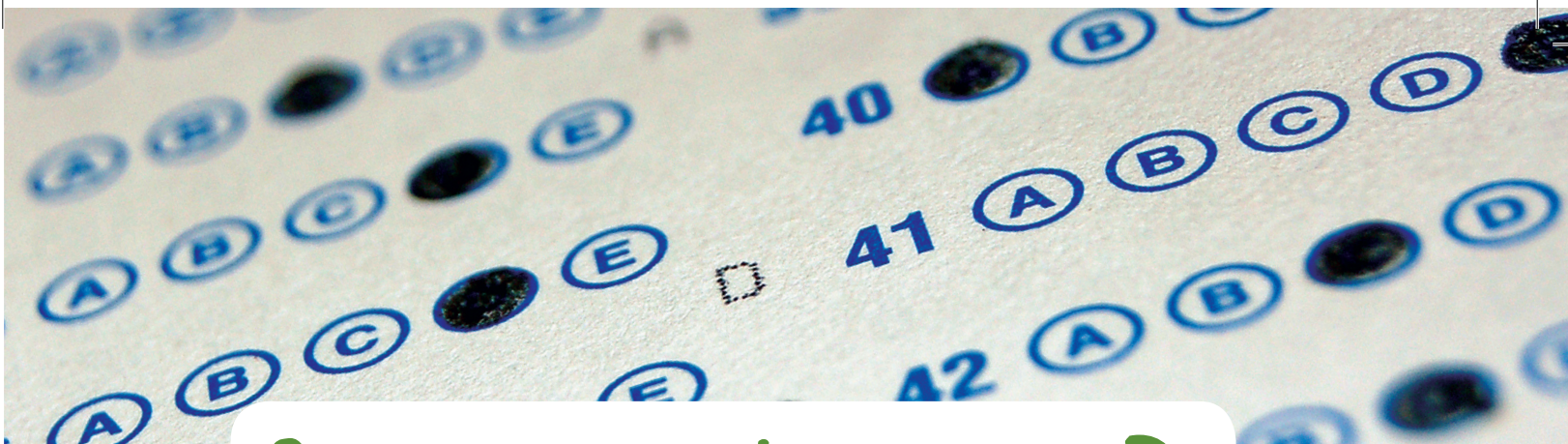
Atividade 2

a) No copo onde se encontra o comprimido triturado. Os antiácidos efervescentes, quando triturados, dissolvem-se com uma velocidade maior, pois a superfície de contato é maior para reagir com a água.

b) No copo onde se encontra a água aquecida. De um modo geral, quanto maior a temperatura, mais rapidamente se processa a reação.



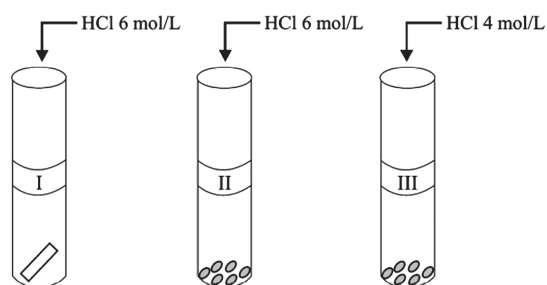




O que perguntam por aí?

Questão 1 (UNIFESP - 2010)

Em uma aula de laboratório de química, foram realizados três experimentos para o estudo da reação entre zinco e ácido clorídrico. Em três tubos de ensaio rotulados como I, II e III, foram colocados, em cada um, $5,0 \cdot 10^{-3}$ mol (0,327 g) de zinco e 4,0 mL de solução de ácido clorídrico, nas concentrações indicadas na figura. Foi anotado o tempo de reação até ocorrer o desaparecimento completo do metal. A figura mostra o esquema dos experimentos, antes da adição do ácido no metal.



Qual experimento deve ter ocorrido com menor tempo de reação? Justifique.

Resposta: O experimento II ocorreu em menor tempo, visto que foram utilizados HCl 6 mol/L (maior concentração) e zinco metálico, de acordo com a ilustração, com maior superfície de contato.

Questão 2 (UDESC – 2009)

A deterioração dos alimentos ocorre por meio das reações químicas que formam substâncias impróprias ao consumo humano e que também alteram suas características organolépticas.

Em relação às proposições abaixo, pode-se afirmar que:

- I. Se se pulverizar uma substância sólida, ela reagirá mais lentamente.
- II. Quanto maior a temperatura, maior será a velocidade da reação, salvo raras exceções.
- III. Quanto maior a concentração dos reagentes, maior será a velocidade da reação.

Assinale a alternativa **correta**.

- a. Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- b. Somente as afirmativas I e III são verdadeiras.
- c. Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- d. Somente a afirmativa II é verdadeira.
- e. Todas as afirmativas são verdadeiras.

Resposta: C

Comentários: Apenas a I é incorreta, pois pulverizando a substância sólida, aumenta a superfície de contato, ou seja, a reação ocorre mais rapidamente.

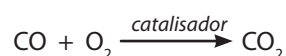
Questão 3 (UNESP – 2006)

O monóxido de carbono é um dos poluentes gasosos gerados pelo funcionamento de motores a gasolina. Segundo relatório recente da Cetesb sobre a qualidade do ar no Estado de São Paulo, nos últimos vinte anos houve uma redução no nível de emissão desse gás de 33,0 g para 0,34 g por quilômetro rodado. Um dos principais fatores que contribuiu para a diminuição da poluição por monóxido de carbono foi a obrigatoriedade de produção de carros equipados com conversores catalíticos.

Responda por que o monóxido de carbono deve ser eliminado e explique quimicamente como atua o conversor catalítico nesse processo.

Gabarito: O monóxido de carbono produzido pela queima incompleta da gasolina nos motores deve ser eliminado, pois, quando inspirado, combina-se com a hemoglobina do sangue, prejudicando o transporte de oxigênio para as células.

O conversor catalítico diminui a energia de ativação de certas reações que consomem o monóxido de carbono (CO), como, por exemplo:



Como o CO passa a ser consumido mais rapidamente, observa-se redução no nível de emissão desse gás na atmosfera.

Questão 4 (UNESP – 2003)

Comparando duas panelas simultaneamente sobre dois queimadores iguais de um mesmo fogão, observa-se que a pressão dos gases sobre a água fervente na panela de pressão fechada é maior que aquela sobre a água fervente em uma panela aberta. Nessa situação, e se elas contêm exatamente as mesmas quantidades de todos os ingredientes, podemos afirmar que, comparando com o que ocorre na panela aberta, o tempo de cozimento na panela de pressão fechada será:

- a. menor, pois a temperatura de ebulição será menor.
- b. menor, pois a temperatura de ebulição será maior.
- c. menor, pois a temperatura de ebulição não varia com a pressão.
- d. igual, pois a temperatura de ebulição independe da pressão.
- e. maior, pois a pressão será maior.

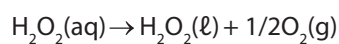
Resposta: B

Comentários: Quanto maior a temperatura para o cozimento dos alimentos, maior será a velocidade de cozimento dos alimentos, e o tempo de preparo será menor.

Questão 5 (ITA - 2009)

O mel contém uma mistura complexa de carboidratos, enzimas, aminoácidos, ácidos orgânicos, minerais etc. O teor de carboidratos no mel é de cerca de 70% da massa de mel, sendo a glicose e a frutose os açúcares em maior proporção. A acidez do mel é atribuída à ação da enzima *glucose oxidase* presente no mel, que transforma a glicose em ácido glucônico e H_2O_2 .

O peróxido de hidrogênio, gerado na oxidação da glicose pela enzima *glucose oxidase*, decompõe-se, produzindo água e gás oxigênio. Calcule a velocidade média, em mol/L. s, de decomposição do peróxido de hidrogênio entre 0 e 10 minutos.



Tempo (min)	$[\text{H}_2\text{O}_2]$ (mol/L)
0	0,8
10	0,5

Resposta: $v_m = 5,0 \times 10^{-4}$ mol/L. s

Comentários: 10 minutos = 600 segundos

$$V_m = \frac{0,5 - 0,8}{600 - 0} = \frac{-0,3}{600} = 5,0 \times 10^{-4} \text{ mol/L. s}$$

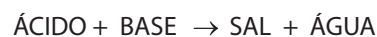
Equilíbrio Químico

Para início de conversa...

Você lembra o que é uma reação química? Bom, se já esqueceu, vamos recordar?

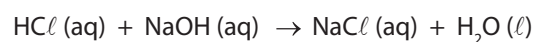
Reação química é todo e qualquer fenômeno químico que ocorre na natureza ou em um laboratório. Normalmente afirmamos que em uma reação química uma ou mais substâncias iniciais, chamadas de reagentes, formam uma ou mais substâncias finais, denominadas produtos de reação. Certo?

Vamos exemplificar. Você já aprendeu em outra unidade que um ácido é capaz de reagir com uma base formando sal e água.



Exemplos deste tipo de reação:

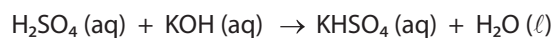
a) Neutralização do ácido clorídrico pelo hidróxido de sódio



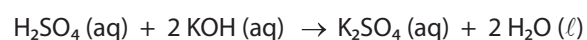
Lembrando que “(aq)” significa solução aquosa e que “(ℓ)” significa substância no estado líquido.



b) Neutralização parcial do ácido sulfúrico pelo hidróxido de potássio

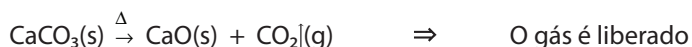


c) Neutralização total do ácido sulfúrico pelo hidróxido de potássio



Agora preste bastante atenção aos dois exemplos a seguir, pois eles são característicos das reações químicas classificadas quanto ao sentido da reação. Isto quer dizer que as reações podem ser reversíveis ou irreversíveis.

d) Calcinação do carbonato de cálcio em recipiente aberto



e) Calcinação do carbonato de cálcio em recipiente fechado



Lembrando que "(s)" significa substância no estado sólido e que "(g)" significa substância no estado gasoso.

Veja que na reação da letra "d" o gás carbônico foi liberado para o meio ambiente e deixou de estar em contato com o outro produto de reação, o óxido de cálcio. Neste caso, a reação é irreversível.

Na reação da letra "e", o gás carbônico não foi liberado para o meio ambiente, ficou em contato com o óxido de cálcio e, por resfriamento, os dois produtos de reação puderam regenerar o reagente inicial, isto é, o carbonato de cálcio. Neste caso, a reação é reversível.

Se você ainda não entendeu essa história de reação reversível e irreversível, não se preocupe, pois vamos conversar muito sobre isso ao longo desta aula.

Objetivos da Aprendizagem

- Calcular a constante de equilíbrio de reações reversíveis, bem como utilizá-la para encontrar as concentrações dos reagentes e produtos da reação a que se refere.
- Identificar os fatores que interferem no equilíbrio químico, assim como avaliar de que forma cada um deles desloca esse equilíbrio.
- Determinar o pH das soluções e, aplicando a escala de pH, definir sua acidez, neutralidade ou basicidade.
- Estabelecer o caráter (básico, ácido ou neutro) de sais que compõe uma solução salina.

Seção 1

O ciclo da água na natureza é um processo reversível ou irreversível?

Afinal, a água na natureza acaba ou não acaba? Esta é a pergunta que não quer calar. Acreditamos que a água não deve acabar. Entretanto, a água potável, material essencial à vida, tende a diminuir cada vez mais, principalmente pela ação desordenada e injustificável do próprio homem, mais notadamente no que diz respeito à poluição das águas. Existem fortes indícios científicos de que as nascentes de água potável que encontramos na natureza passarão pelo problema da falta de água. Por este motivo, todos precisam se conscientizar da importância do não desperdício da água.

A quantidade de água nos rios e nos mares é imensa. Pela análise da Figura 1, percebe-se que essas águas passam pelo processo da evaporação por ação da energia solar, e assim são transformadas em pequenas gotículas que sobem ao céu. A água, depois de evaporada, chega às camadas mais frias de ar que envolvem a Terra e acumula-se, formando as nuvens.

Essas nuvens, por sua vez, transformam-se em chuvas que caem sobre a superfície terrestre. Quando as águas da chuva atingem um solo permeável, são absorvidas para as suas camadas mais profundas, acumulando-se nos lençóis subterrâneos.

Você consegue perceber que o caminho percorrido pela água é um ciclo? O processo começa com a evaporação da água dos rios e dos mares, produzindo vapor d'água para, em seguida, se condensar formando as nuvens, e depois precipitar em forma de chuva, de novo, água líquida.

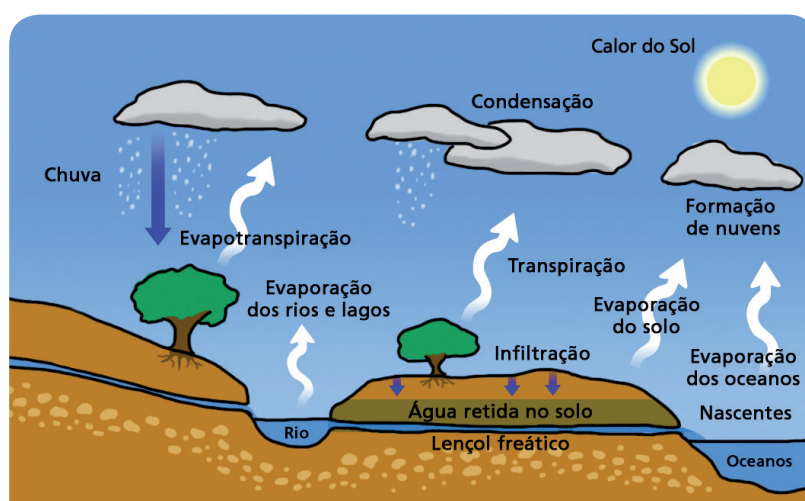


Figura 1: O ciclo da água na natureza é o caminho que ela percorre através de suas transformações físicas, do estado líquido, passando pelo gasoso e retornando ao líquido.

Você consegue perceber que há reversibilidade no ciclo da água? Então, vamos entender melhor o que significa ser reversível.

Seção 2

Reações reversíveis

Um exemplo clássico e importantíssimo ligado às reações reversíveis é aquele relacionado com o processo da respiração e da fotossíntese.



A fotossíntese inicia a maior parte das cadeias alimentares na Terra. Sem esse processo, os animais e muitos outros seres seriam incapazes de sobreviver porque a base da sua alimentação estará sempre nas substâncias orgânicas proporcionadas pelas plantas verdes, ou seja, plantas clorofiladas. Substâncias essas intimamente relacionadas com a respiração que ocorre dentro de nossas células. Ambos, fotossíntese e respiração celular, são processos importantíssimos para seus estudos. Para saber

um pouco mais sobre esses temas, assista aos vídeos disponíveis em:

<http://www.youtube.com/watch?v=-a3ljRaFbdo>

<http://www.youtube.com/watch?v=-xne3VWpBlg>

A respiração, do ponto de vista físico, é a simples inspiração de uma massa gasosa contendo gás oxigênio; nos pulmões, ela é convertida em gás carbônico, produto componente da expiração de outra massa gasosa.

Do ponto de vista químico-biológico, a respiração celular é um fenômeno que consiste basicamente no processo de extração da energia química acumulada nas moléculas, principalmente das substâncias orgânicas, ao se verificar a oxidação dessas substâncias de alto teor energético como, por exemplo, carboidratos (açúcares) e lipídios (gorduras). A **organela** responsável por essa respiração é a **mitocôndria**.

Organela

São estruturas subcelulares comuns a muitos tipos de células. Essas organelas desenvolvem funções distintas, que, no total, produzem características de vida associada à célula.

Mitocôndria

São organelas onde ocorre a respiração celular (geração de energia). Realiza uma oxidação biológica intracelular de compostos orgânicos (na presença de oxigênio) que resulta em gás carbônico e água, e este processo gera a liberação de energia, que é utilizada no metabolismo celular.

Essa respiração celular pode ser de dois tipos:

- Respiração anaeróbica: aquela que não utiliza o gás oxigênio, também chamada de fermentação.
- Respiração aeróbica: aquela que utiliza o gás oxigênio.

Nos organismos aeróbicos, a equação simplificada da respiração celular pode ser representada da seguinte maneira:



Em contrapartida, a fotossíntese é um processo físico-químico realizado pelos seres vivos clorofilados (plantas), em que eles utilizam o dióxido de carbono e a água para obter glicose utilizando a energia solar.

Este é um processo do **anabolismo**, em que a planta clorofilada acumula energia a partir da luz para uso no seu **metabolismo** formando o ATP, uma forma de energia apresentada pelos organismos vivos.

Metabolismo

É o conjunto de transformações que as substâncias químicas sofrem no interior dos organismos vivos.

Anabolismo

É a parte do metabolismo que conduz à síntese de moléculas complexas a partir de moléculas mais simples.

Catabolismo

É a parte do metabolismo que se refere ao processamento da matéria orgânica adquirida pelos seres vivos para fins de obtenção de energia.

A equação simplificada do processo da fotossíntese pode ser representada da seguinte maneira:



Pela análise das duas equações apresentadas anteriormente, percebe-se com facilidade que os processos da respiração e da fotossíntese são formados por reações *químicas reversíveis*. Observe que, na fórmula da respiração celular, a

glicose ($C_6H_{12}O_6$) é decomposta (está do lado esquerdo da fórmula); já na fotossíntese ocorre a formação dessa mesma molécula (ela está do lado direito da fórmula). É cíclico, assim como o percurso que é feito pela água, lembra?

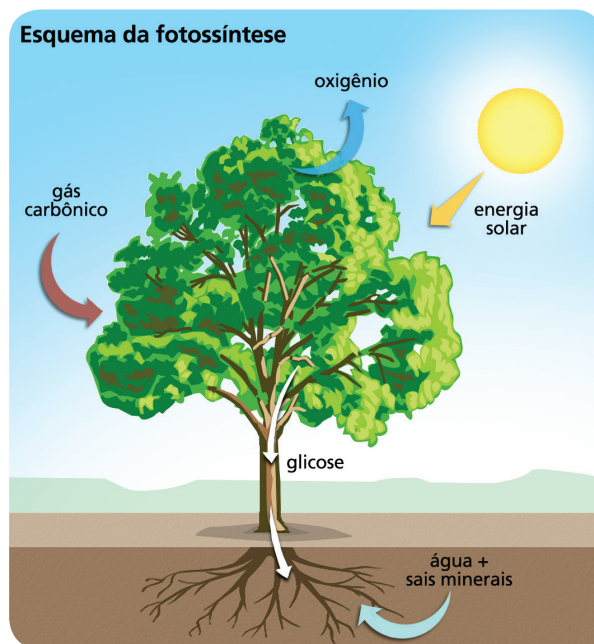


Figura 2: O esquema apresenta, de uma maneira simples, o processo da fotossíntese. Você já deve ter ouvido falar que de dia as plantas liberam gás oxigênio pela ação da energia solar. À noite, o processo é invertido e ocorre o consumo de gás oxigênio com formação de gás carbônico.

Agora que você entende o que significa um processo ser reversível, vamos conversar sobre equilíbrio químico e reações reversíveis.

Seção 3

O que é o equilíbrio químico?

Olhe para a **Figura 3** e responda: O que é necessário para que aquela pessoa se mantenha andando, sem cair, sobre a estreita superfície dos trilhos?

Acredito que você tenha pensado que ela precisa de equilíbrio, não é verdade?



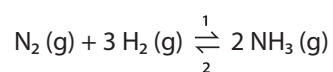
Figura 3: A definição física de equilíbrio diz que esse é o “estado de um corpo que se mantém sobre um apoio, sem se inclinar para nenhum dos lados” (Fonte: Dicionário Michaelis de Língua Portuguesa).

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/264116> – Autor: Eric Feldman

Em química, o que chamamos de equilíbrio tem suas peculiaridades, mas não é muito diferente da ideia de proporção e harmonia que a definição usual do termo carrega. Mas que peculiaridades são essas que o conceito de equilíbrio químico possui? É o que veremos, uma por uma, a seguir.

Reação direta e reação inversa

Para entender o que é uma reação direta e uma reação inversa, vamos analisar a produção de amônia (NH₃) a partir de gás nitrogênio (N₂) e gás hidrogênio (H₂).



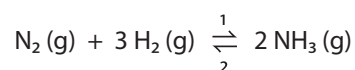
No início da transformação, as quantidades dos reagentes N₂ e H₂ são máximas e vão se reduzindo, com o passar do tempo, até formar o produto NH₃ (reação no sentido 1). Entretanto, ao mesmo tempo em que essa reação está ocorrendo, parte do produto que já foi formado vai se decompondo e produzindo os reagentes (reação no sentido 2). Acontece que a velocidade de transformação dos reagentes vai diminuindo e a do produto, aumentando, até que elas se tornam iguais. Ou seja, a reação está em equilíbrio, formando produto (reação direta) e reagentes (reação inversa) na mesma velocidade.

A reação reversível ocorre simultaneamente nos dois sentidos:

- no da formação dos produtos → sentido 1 ou reação direta.
- no da formação dos reagentes → sentido 2 ou reação inversa.

Equilíbrio químico – Cálculo da Constante de Equilíbrio

Como vimos anteriormente, as reações reversíveis permitem que as transformações químicas atinjam o equilíbrio químico. Voltando à reação de formação do gás amoníaco, teremos:



Para se aplicar o estudo referente ao equilíbrio químico e determinar a constante de equilíbrio correspondente, torna-se necessário aplicar a Lei de Guldberg-Waage ou Lei da Ação das Massas.

Importante

“A velocidade de uma reação química é diretamente proporcional ao produto das concentrações molares dos reagentes, elevados a expoentes que são os seus coeficientes na equação química correspondente devidamente ajustada” (Peter Waage & Cato Guldberg).

Outra lembrança importante é sobre concentração em quantidade de matéria cuja unidade é expressa em mol/L ou mol.L⁻¹. Você já viu isso, lembra?

- Para encontrar a taxa de reação ou velocidade da reação direta no sentido 1 (v_1), usamos a expressão:
 $v_1 = k_1 \times [\text{N}_2] \times [\text{H}_2]^3$.
- Para encontrar a taxa de reação ou velocidade da reação direta no sentido 2 (v_2), usamos a expressão:
 $v_2 = k_2 \times [\text{NH}_3]^2$.

Importante

As constantes “ k_1 ” e “ k_2 ” denominadas constantes de velocidades específicas, do ponto de vista matemático, são constantes que transformam proporcionalidades em igualdades.

No início do processo, a velocidade no sentido direto (v_1) é máxima, e a velocidade no sentido inverso (v_2) é igual a zero. Entretanto, à medida que o tempo passa, a v_1 vem diminuindo, enquanto a v_2 vai aumentando, até que elas se igualem.

$$v_1 = v_2$$

Ao igualarmos as velocidades, teremos:

$$k_1 \times [\text{N}_2] \times [\text{H}_2]^3 = k_2 \times [\text{NH}_3]^2$$

Deixando no primeiro membro da equação as constantes e no segundo membro as concentrações molares, teremos:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$

Matematicamente, tem-se que constante (k_1) sobre constante (k_2) leva à formação de uma nova constante (K_c) conhecida como constante de equilíbrio em função das concentrações molares.

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3}$$

A constante de equilíbrio (K_c) de uma reação química é muito útil porque ela indica se uma reação favorece a formação do produto ou favorece a formação do reagente, e pode ser usada para calcular a quantidade de reagente ou de produto presente no equilíbrio.

Quando o sistema atinge o equilíbrio, comporta-se, macroscopicamente, como se estivesse estático; porém, microscopicamente, as moléculas continuam reagindo. O equilíbrio químico alcançado é um *equilíbrio dinâmico*.

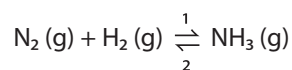
O equilíbrio na prática

Tão importante quanto entender o conceito de equilíbrio químico e de sua constante é saber usá-los para resolver problemas que envolvem as reações químicas. Para ficar mais fácil, vamos explicar a partir de um exemplo.

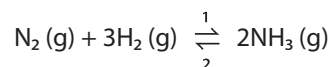
Num recipiente de volume igual a 1,0 litro foram colocados para reagir 3,0 mol de gás nitrogênio (N_2) e 8,0 mol de gás hidrogênio (H_2). A temperatura de todo o processo foi mantida constante. Quando o equilíbrio químico foi alcançado, verificou-se a presença de apenas 4,0 mol do produto amoníaco (NH_3).

Para entender melhor como a reação acontece, vamos analisá-la passo a passo:

- Inicialmente, devemos montar a equação química da reação correspondente.



- Em seguida, a equação deverá estar devidamente ajustada.



- Posteriormente, devemos apresentar as concentrações em mol/L das substâncias participantes, reagentes e produtos de reação. Lembrando que o volume do recipiente vale 1,0 litro. Então temos:

$$[\text{N}_2] = 3,0 \text{ mol/L}$$

$$[\text{H}_2] = 8,0 \text{ mol/L}$$

$$[\text{NH}_3] = 4,0 \text{ mol/L}$$

- Uma das maneiras mais simples de relacionar estes dados é pela tabela do início, meio e fim. Ou seja, no início, os reagentes são postos em contato e a reação ainda vai começar; no meio, tem-se a transformação química propriamente dita traduzida pela relação estequiométrica tirada da própria equação química devidamente balanceada; o fim significa o término do processo caracterizado pelo equilíbrio químico alcançado.

Mas como se monta essa tabela? Vejamos:

- 1) Na tabela devemos colocar primeiro os dados iniciais referentes aos reagentes.

Tempo	[N ₂]	[H ₂]	[NH ₃]
Início	3,0	8,0	
Transformação			
Equilíbrio			

- 2) Em seguida, devemos adicionar na tabela o dado referente ao produto de reação quando o equilíbrio químico foi alcançado.

Tempo	[N ₂]	[H ₂]	[NH ₃]
Início	3,0	8,0	0,0
Transformação			
Equilíbrio			4,0

Lembrando que no início do processo não havia ainda produto de reação, ou seja, a concentração de amoníaco era igual a zero.

- 3) Pela análise da tabela, percebe-se nitidamente que houve uma transformação de gás amoníaco igual a 4,0 mol/L. Era de concentração nula e passou a 4,0. Logo, temos:

Tempo	[N ₂]	[H ₂]	[NH ₃]
Início	3,0	8,0	0,0
Transformação			4,0
Equilíbrio			4,0

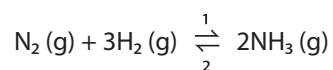
- 4) Recorrendo-se à relação estequiométrica, verifica-se que a proporção entre os compostos participantes é de **1:3:2**. Como houve uma transformação de 4,0 mol de amoníaco, a nova proporção a ser aplicada na tabela será igual a **2:6:4** (duas vezes maior).

Tempo	[N ₂]	[H ₂]	[NH ₃]
Início	3,0	8,0	0,0
Transformação	2,0	6,0	4,0
Equilíbrio			4,0

- 5) Finalmente devemos completar a tabela. Para os reagentes, devemos diminuir os valores encontrados para a transformação dos valores iniciais. Já no caso do produto devemos somar o valor da transformação com o valor inicial que, neste caso, já tinha ocorrido no passo "3".

Tempo	[N ₂]	[H ₂]	[NH ₃]
Início	3,0	8,0	0,0
Transformação	2,0 (-)	6,0 (-)	4,0 (+)
Equilíbrio	1,0	2,0	4,0

Com a tabela pronta, podemos processar o cálculo da constante de equilíbrio em função das concentrações molares (K_c). Lembre-se de que a equação ajustada é:



Sendo assim:

$$K_c = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]^3} \rightarrow K_c = \frac{(4,0)^2}{(1,0)(2,0)^3} \rightarrow K_c = \frac{(16)}{(1,0)(8,0)} \rightarrow K_c = 2,0 (\text{mol/L})^{-2}$$

Veja que, ao colocar as concentrações dos reagentes e dos produtos na equação, elas ficarão elevadas pelo coeficiente da respectiva substância na equação ajustada.

Agora, que tal fazer uma atividade sobre o que vimos até aqui para testar o que você aprendeu?

O K_c da reação de formação do ácido iodídrico

Uma mistura de H₂ e I₂ é levada a reagir a 488° C. O equilíbrio químico é alcançado quando as concentrações das substâncias participantes, no estado gasoso, são:

$$[\text{H}_2] = 0,46 \text{ mol/L}$$

$$[\text{I}_2] = 0,39 \text{ mol/L}$$

$$[\text{HI}] = 3,0 \text{ mol/L}$$

Dada a reação química: $\text{H}_2(\text{g}) + \text{I}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{HI}(\text{g})$, a constante de equilíbrio, em termos de concentrações (K_c), do sistema a 488° C é:

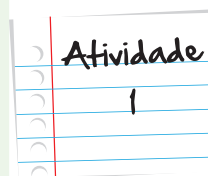
(A) 7,1

(B) 14,2

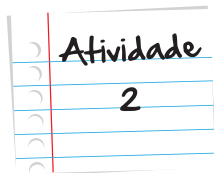
(C) 50,2

(D) 25,1

(E) 36,4



Anote suas respostas em seu caderno



Achando as concentrações a partir de K_c

Quando o sistema $A + B \rightarrow C$ atinge o equilíbrio, a concentração de C é 1 mol por litro. Sabendo-se que a constante de equilíbrio nas condições em que o sistema se encontra é igual a 4,0, pode-se afirmar que as concentrações, em mol/L, de A e B no equilíbrio valem:

- (A) 0,25 (B) 0,50 (C) 1,00 (D) 2,00 (E) 4,00

Anote suas respostas em seu caderno

Gráficos envolvendo equilíbrio químico

Além das equações que permitem calcular as constantes de equilíbrio ou encontrar as concentrações de reagentes ou produtos envolvidas em uma determinada reação, é possível também analisar o equilíbrio químico utilizando gráficos que, nesse caso, podem ser de duas categorias:

- Gráficos de velocidade x tempo
- Gráficos de concentração x tempo



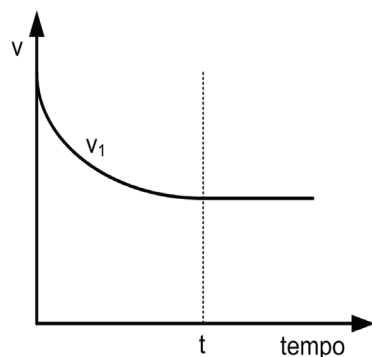
Figura 4: Gráficos facilitam a visualização dos resultados, a análise de comportamentos e a comparação entre duas ou mais variáveis. No caso do equilíbrio químico, as variáveis são velocidade ou concentração ao longo de um determinado período de tempo.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/889385> – Autor: g-point

1ª) Gráficos do tipo velocidade versus tempo

Os gráficos que envolvem a análise da velocidade da reação ao longo do tempo podem ser de três tipos:

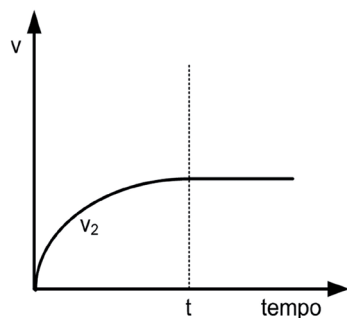
- O 1º gráfico é em função da velocidade de uma reação no sentido 1, isto é, a velocidade do consumo dos reagentes ao longo de determinado período de tempo.



v_1 : velocidade no sentido 1 que vem diminuindo e que ficará constante a partir do instante "t"

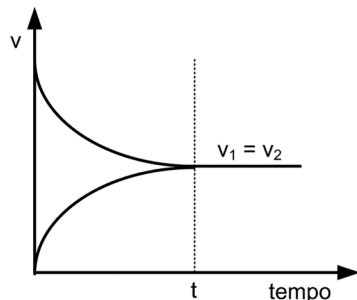
Deve-se ressaltar que a partir do instante "t" a taxa de reação (v_1) fica constante porque é a partir desse momento que a reação química entra em equilíbrio. Essa explicação também será válida para a taxa de reação (v_2) do próximo gráfico.

- O 2º gráfico também é em função da velocidade, só que, dessa vez, no sentido 2, isto é, a velocidade de formação dos produtos de reação ao longo do tempo.



v_2 : velocidade no sentido 2 que vem aumentando e que ficará constante a partir do instante "t"

- Já o 3º gráfico é uma junção dos dois gráficos anteriores com apresentação do equilíbrio químico.

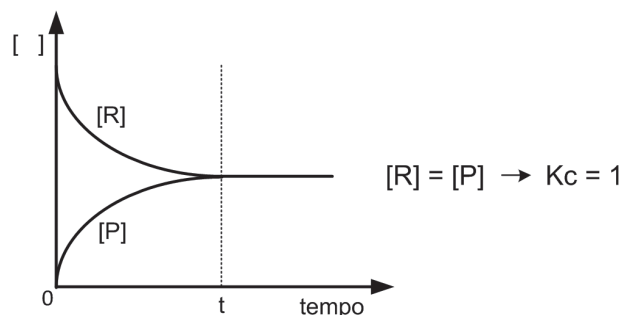


A partir do instante "t" as velocidades nos dois sentidos se igualam e alcança-se o equilíbrio químico

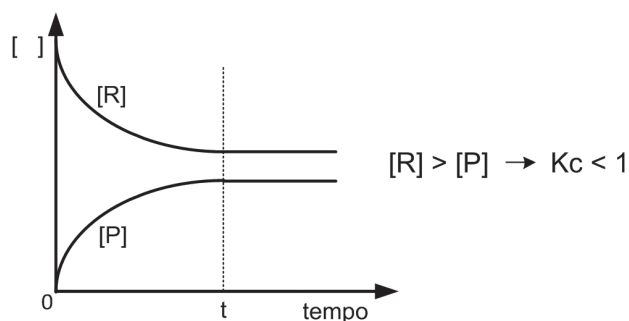
2ª) Gráficos do tipo concentração versus tempo

Os gráficos que permitem a análise da concentração de reagentes e produtos de uma reação ao longo do tempo também podem ser de três tipos:

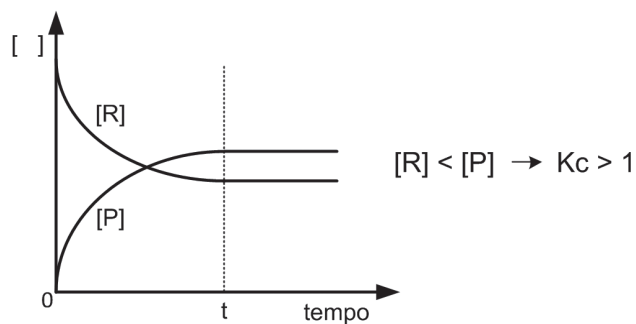
- O 1º gráfico é aquele em que o equilíbrio da reação apresenta-se com uma constante de equilíbrio igual a 1. Isso significa que no momento em que a reação chega ao equilíbrio (tempo "t") as concentrações de reagentes [R] e produtos [P] são iguais.



- O 2º gráfico representa o equilíbrio com uma constante de equilíbrio menor que 1. Ou seja, no momento t, em que a reação alcança o equilíbrio, a concentração dos reagentes é maior que a dos produtos.



- Por fim, o 3º gráfico é do equilíbrio com constante de equilíbrio maior que 1. Nesse caso, no momento t, em que a reação alcança o equilíbrio, a concentração dos reagentes é menor que a dos produtos.



Como resumo do que vimos, podemos dizer que, quando a reação química entra em estado de equilíbrio, as concentrações em mol por litro de reagentes e produtos permanecem constantes, enquanto as velocidades direta e inversa tornam-se e permanecem iguais. Essa situação tende a se manter indefinidamente, caso nenhum agente externo atue sobre o sistema. Mas que agentes são esses e de que forma podem interferir nos sistemas?

Seção 4

Será que o equilíbrio químico resiste às alterações externas?

Sim, o equilíbrio químico pode ser alterado. Para isso, basta que variem alguns agentes externos, como:

- a temperatura,
- a pressão e
- a concentração em mol por litro dos participantes (reagentes e produtos) da reação.

Esses agentes deslocam o equilíbrio químico da reação, ou seja, favorecem a produção das substâncias dos produtos ou dos reagentes.

Princípio de Le Chatelier

Os fatores que provocam o deslocamento do equilíbrio químico foram estudados por Henri Louis Le Châtelier, em 1884. Esse cientista enunciou o princípio geral conhecido como “Princípio da fuga ante a força” ou “Princípio de Le Châtelier”, que diz o seguinte: *“Quando uma força age sobre um sistema em equilíbrio, com modificação de temperatura, de pressão ou de concentração, este se desloca no sentido de anular a ação da força aplicada.”*

Saiba Mais



Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Lechatelier.jpg> – Autor: Domínio Público

Henri Louis Le Châtelier

Foi um químico e metalurgista francês, nascido no dia 8 de outubro de 1850, em Paris. Contribuiu significativamente para o desenvolvimento da termodinâmica e ficou conhecido pela descoberta da lei do equilíbrio químico em 1888.

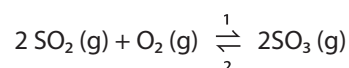
Trabalhou ainda com calor específico em gases a altas temperaturas e métodos de medição de temperaturas. Promoveu a aplicação de química na indústria francesa, especialmente na produção de amoníaco, cimento, aço e cerâmica. Entre os livros que publicou, destacaram-se *Science and Industry* (1925) e *Method in the Experimental Sciences* (1936).

Mas, afinal, de que forma cada um desses fatores interfere no sistema e qual sua influência sobre o equilíbrio de uma reação? É o que veremos!

A influência da concentração

O aumento da concentração de qualquer um dos componentes de um sistema desloca o equilíbrio no sentido da reação que irá consumir parte da quantidade extra-adicionada. O aumento da concentração de qualquer um dos participantes da reação desloca o equilíbrio para o lado oposto, e a diminuição desloca para o mesmo lado. Veja o exemplo a seguir para ficar mais claro.

Considerando-se a seguinte reação química em equilíbrio:



O aumento da concentração em mol/L de um dos reagentes, SO_2 ou O_2 , deslocará o equilíbrio para a direita, ou sentido 1, que é o sentido oposto ao do participante que teve a sua concentração aumentada. E o aumento da concentração em mol/L do produto SO_3 produzirá um deslocamento para a esquerda, ou sentido 2, o sentido oposto ao do participante que teve alteração na sua concentração.

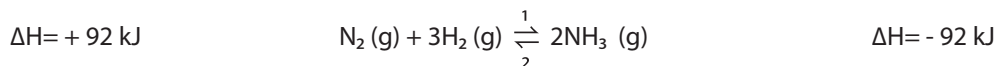
O que ocorre no interior do sistema quando é aumentada a concentração de um dos participantes?

Adicionando-se, por exemplo, quantidade extra de SO_2 , o número de colisões entre as moléculas de O_2 e SO_2 aumenta, provocando elevação da velocidade da reação para a direita, o que favorece a formação do SO_3 . Logo, o sistema tende a readquirir o seu equilíbrio de tal maneira que o valor da K_c seja retomado.

Já a decomposição do NH_3 nos gases H_2 e N_2 , reação inversa a anterior, é um processo endotérmico representado pela seguinte equação química:



As duas reações químicas em equilíbrio serão representadas da seguinte maneira:



O aumento da temperatura de um sistema desloca o equilíbrio no sentido do processo endotérmico ($\Delta H > 0$) porque o calor absorvido em uma reação endotérmica ajuda a compensar o aumento da temperatura. Já a diminuição da temperatura de um sistema desloca o equilíbrio no sentido do processo exotérmico ($\Delta H < 0$) porque o aquecimento gerado na reação exotérmica ajuda a compensar o abaixamento da temperatura.

A temperatura é o único fator externo capaz de alterar o valor da constante de equilíbrio em função das concentrações (K_c), já que, para cada reação, haverá um valor de K_c , a cada temperatura.



Lembre-se de que o valor da constante de equilíbrio não varia, mesmo existindo alterações no volume e na concentração dos participantes do sistema, ou mesmo na pressão exercida sobre ele. A única variável capaz de mudar o valor da constante é a temperatura.

No caso específico da reação de formação do gás amoníaco, um aumento de temperatura irá deslocar o equilíbrio no sentido "2", exatamente o sentido da reação endotérmica ($\Delta H > 0$), favorecendo o aumento das concentrações dos gases reagentes N_2 e H_2 e a diminuição da concentração do produto gasoso NH_3 .

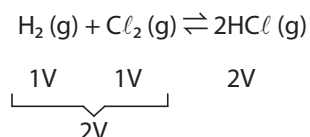
Por sua vez, as alterações nas concentrações dos reagentes e do produto interferem na expressão do K_c , pois o valor do numerador (produto) diminui, enquanto os valores no denominador (reagentes) aumentam, ou seja, a constante de equilíbrio será menor.



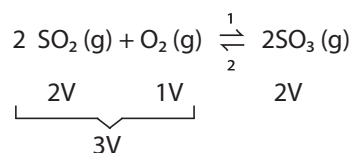
O aumento da temperatura desloca o equilíbrio químico no sentido da reação endotérmica.

A influência da pressão

Existem reações químicas que se processam sem que ocorra alteração do volume (V), ou seja, o volume referente aos reagentes é igual ao volume relacionado aos produtos de reação. Serve de exemplo a formação do cloreto de hidrogênio (HCl) a partir das substâncias simples que o compõem (H₂ e Cl₂).



Outras reações químicas se processam com alteração de volume, umas com contração e outras com expansão de volume. Um exemplo com contração de volume seria a formação do anidrido sulfúrico (SO₃) a partir da combustão do anidrido sulfuroso (SO₂) em presença do gás oxigênio (O₂).



O aumento da pressão total sobre um sistema desloca seu equilíbrio no sentido do menor volume, ou seja, no sentido da reação que ocorre com contração de volume. Esse deslocamento se deve à necessidade de o sistema minimizar os efeitos do aumento da pressão. Se ocorrer a diminuição da pressão total, o sistema desloca o equilíbrio para o lado do maior volume, isto é, no sentido da reação que ocorre com expansão de volume.

Convém ressaltar que nas reações em que não ocorrer variação de volume a pressão não exercerá nenhuma influência no deslocamento do equilíbrio.

A influência do catalisador

Catalisadores são substâncias que, mesmo em pequenas quantidades, são capazes de aumentar a velocidade de uma reação química, normalmente fazendo diminuir a energia de ativação.

A energia de ativação é a energia mínima necessária para alcançar o chamado complexo ativado (Figura 5) e dar início à reação química.

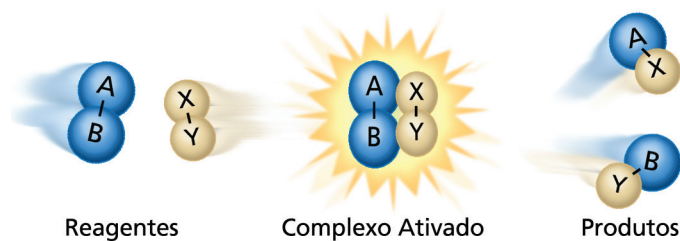


Figura 5: A ocorrência de uma reação química está obrigatoriamente relacionada com o contato entre as moléculas reagentes e a energia de ativação. A formação dos produtos a partir dos reagentes é um processo gradual em que as ligações dos reagentes são quebradas, ao mesmo tempo em que as ligações dos produtos são formadas. O estado de transição no qual coexistem ligações enfraquecidas entre os reagentes e formação de novas ligações nos produtos é chamado de complexo ativado.

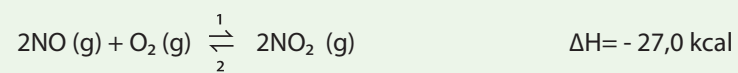
O uso do catalisador aumenta a velocidade da reação, entretanto, não altera o ponto de equilíbrio – não desloca o equilíbrio e nem altera o valor de K_c . O catalisador somente diminui o tempo para que o equilíbrio seja alcançado.



O catalisador não provoca deslocamento no equilíbrio químico.

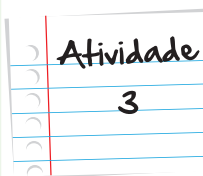
Os efeitos da temperatura

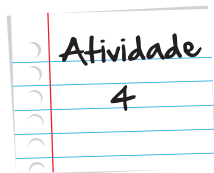
Qual a alteração provocada pelo aumento de temperatura nesse sistema químico em equilíbrio?



- (A) Aumento da concentração de NO_2 .
- (B) Diminuição da concentração de NO .
- (C) Diminuição da concentração de O_2 .
- (D) Diminuição da concentração de NO_2 .

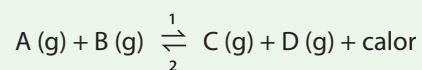
Anote suas
respostas em
seu caderno





O que afeta a concentração?

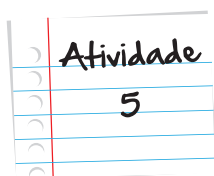
Observe a equação química da reação genérica ajustada abaixo:



O rendimento (a concentração) da substância D é aumentado pela (o):

- (A) remoção da substância A.
- (B) remoção da substância C.
- (C) aumento da temperatura.
- (D) adição de um catalisador.
- (E) aumento da pressão.

Anote suas respostas em seu caderno



Qual a influência do catalisador?

Em uma reação química em equilíbrio, a adição de um catalisador no início da reação pode:

- (A) modificar as concentrações de equilíbrio.
- (B) alterar a constante de equilíbrio.
- (C) modificar a natureza dos produtos.
- (D) alterar o tempo para que o equilíbrio seja alcançado.
- (E) modificar todas as variáveis do sistema.

Anote suas respostas em seu caderno

Seção 5

Como o pH determina se um sistema é ácido ou básico?

Você já ouviu falar em equilíbrio iônico? Não? É um tipo particular de equilíbrio químico em que a reação, além das moléculas, também apresenta íons. São, na verdade, reações envolvendo soluções aquosas com ácidos fracos e bases fracas.

Assim como aqueles fatores externos que já estudamos (concentração, temperatura e pressão) interferem no equilíbrio químico, também as concentrações dos íons H^+ e OH^- interferem nos sistemas iônicos.

Os ácidos têm sabor azedo, já as bases possuem um sabor que chamamos adstringente. Mas você não precisa provar as substâncias para saber se são ácidas ou básicas. Ainda bem, porque muitas delas são extremamente perigosas para nossa saúde!

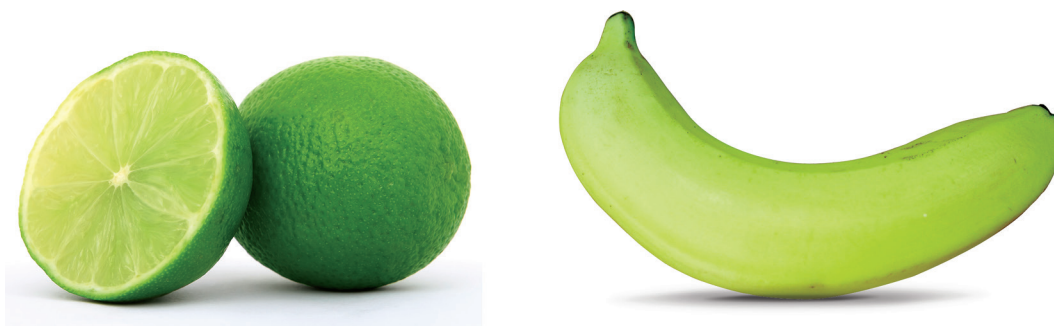


Figura 6: Se você já colocou um limão na boca, sabe que essa é uma fruta com um sabor azedo, não é verdade? E se já comeu uma banana verde sabe que tem gosto de cica, que é um sabor adstringente.

Fonte imagem limão: <http://www.sxc.hu/photo/1091635> – Autor: lockstockb

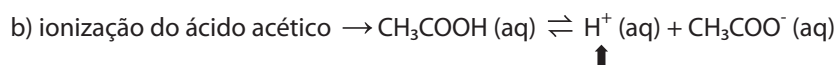
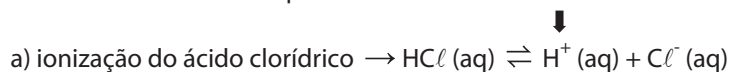
Fonte banana: <http://www.sxc.hu/photo/1252810> – Autor: Thorpe Obazee

Um jeito seguro de identificar substâncias ácidas e básicas é medindo o seu pH. Vamos entender o que é isso.

Ionização dos ácidos – pH

Lembra que falamos um pouco sobre pH lá na unidade "Funções inorgânicas"? Agora, vamos estudar um pouco mais sobre esse conceito importante da química. Os ácidos em soluções se ionizam produzindo o cátion hidrogênio (H^+) e um ânion. E é exatamente pela concentração deste cátion (H^+), conhecida como concentração hidrogeniônica, que se consegue determinar a acidez ou a basicidade de uma solução.

Observe esses dois exemplos:



A concentração hidrogeniônica ($[\text{H}^+]$) depende fundamentalmente:

- do número de hidrogênios ionizáveis por molécula (n),
- da concentração, em mol/L, da solução (\mathcal{M}) e
- do grau de ionização (α).

Sendo assim, temos a seguinte fórmula para essa concentração:

$$[\text{H}^+] = n \times \mathcal{M} \times \alpha$$

Como as concentrações do cátion hidrogênio normalmente apresentam valores muito pequenos, principalmente nos ácidos fracos, um cientista chamado Sørensen idealizou uma escala numérica que simplificava esses valores, transformando-os em números inteiros ou decimais maiores que 1. Para isso, o cientista usou o conceito de logaritmo.

Saiba Mais



Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:SPL_Sorensen.jpg

Soren Peter Lauritz Sorensen

Foi um bioquímico dinamarquês nascido em 9 de janeiro de 1868. Sørensen começou a estudar Medicina na Universidade de Copenhaga, mudando, posteriormente, para Química. Realizou trabalhos sobre enzimas e proteínas e, em 1909, introduziu o conceito de pH para exprimir a concentração de íons de hidrogênio. A escala de pH rapidamente foi aceita pela comunidade científica e, em 1935, foi desenvolvido e comercializado por Arnold Beckman o primeiro medidor portátil de pH. As letras pH são as abreviaturas de pondus hydrogenii, traduzido como potencial de hidrogênio.

Adaptado de: <http://quimica-deribeiraopreto.blogspot.com.br/2009/07/soren-sorensen-historia-do-ph.html>

Na escala de Sørensen, caracteriza-se pH como sendo o logaritmo do inverso da concentração hidrogeniônica ou o negativo do logaritmo da concentração do cátion H^+ :

$$\text{pH} = \log 1/[\text{H}^+] \quad \text{ou} \quad \text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

Conceito de logaritmo (log)

Não temos o objetivo de ensinar logaritmo, pois essa é uma aula de química, certo? Você encontrará aqui um resumo para as principais operações. Caso queira se aprofundar ou relembrar, disponibilizamos, na seção *Veja Ainda*, indicações de material para isso.

É preciso lembrar que $\log_a b = x$ e $a^x = b$. A partir daí veja como aplicar logaritmos em algumas operações aritméticas:

- Multiplicação → operação com números: $a \cdot b$

$$\text{Identidade logarítmica: } \log(a \cdot b) = \log(a) + \log(b)$$

$$\text{Exemplo: } \log(2 \cdot 3) = \log(2) + \log(3)$$

- Divisão → operação com números: a/b

$$\text{Identidade logarítmica: } \log(a/b) = \log(a) - \log(b)$$

$$\text{Exemplo: } \log(2/3) = \log(2) - \log(3)$$

- Potenciação → operação com números: a^b

$$\text{Identidade logarítmica: } \log(a^b) = b \times \log(a)$$

$$\text{Exemplo: } \log 2^3 = 3 \times \log(2)$$

- Radiciação → operação com números: ${}^b\sqrt{a}$

$$\text{Identidade logarítmica: } \log {}^b\sqrt{a} = \frac{\log(a)}{b}$$

Exemplo:

$$\log {}^3\sqrt{2} = \log 2^{1/3} = \frac{1}{3} \log 2 = \frac{\log 2}{3}$$

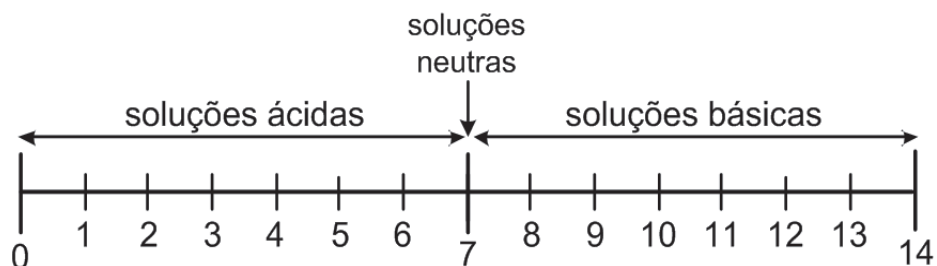
Alguns exemplos de logaritmo:

$$\log 1 = 0,00 \quad \log 2 = 0,30 \quad \log 3 = 0,47 \quad \log 4 = 0,60 \quad \log 5 = 0,70$$

$$\log 6 = 0,78 \quad \log 7 = 0,84 \quad \log 8 = 0,90 \quad \log 9 = 0,95 \quad \log 10 = 1,0$$



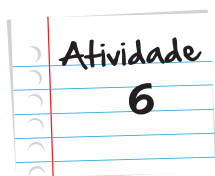
A escala de Sørensen ou escala de pH apresenta uma variação de 0 a 14, segundo o seguinte esquema:



Analisando a escala, percebemos que as soluções neutras (ou água pura) apresentam um pH igual a sete ($\text{pH} = 7$). As soluções ácidas terão um valor de pH menor do que sete ($\text{pH} < 7$), enquanto as soluções básicas serão aquelas com pH maior que sete ($\text{pH} > 7$).

Resumindo, para encontrar o valor do pH, você usará a fórmula que envolve o cálculo de logaritmo. Mas, para usar essa fórmula, você precisará saber o valor da concentração hidrogeniônica ($[\text{H}^+]$). Caso o problema não informe esse valor, será preciso encontrá-lo a partir da sua fórmula, que permitirá também encontrar o valor das variáveis que fazem parte dela.

Por fim, quando achar o valor do pH, use a escala de Sørensen para determinar se a solução é ácida ou básica. Faça as atividades a seguir para ver se você entendeu.



Determinando o pH

Um suco de laranja possui concentração de íons H^+ igual a $0,0001 \text{ mol/L}$. Determine o valor do pH para esse suco.

Anote suas respostas em seu caderno

Vamos encontrar a concentração de H^+ ?

Uma solução de água sanitária foi preparada e, no controle de qualidade, foi detectado um $pH = 13$. Determine a concentração hidrogeniônica dessa solução.

Anote suas respostas em seu caderno

Atividade

7

Complicando os cálculos

Determine o pH de uma solução de HCl $0,1 \text{ mol/L}$, considerando a ionização total do ácido.

Anote suas respostas em seu caderno

Atividade

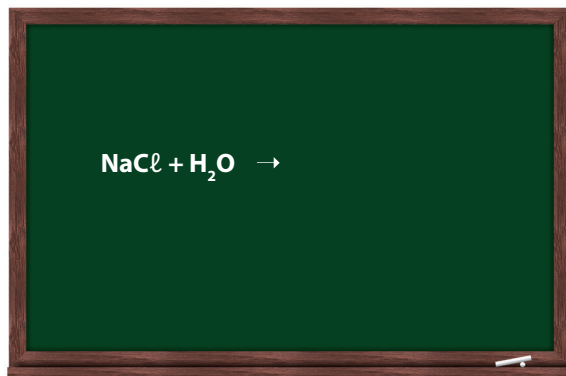
8

Seção 6

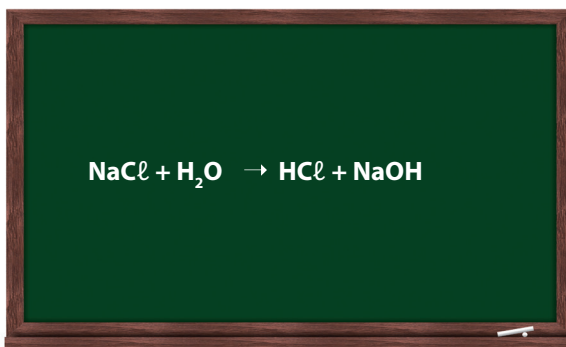
Uma solução salina apresenta caráter neutro, ácido ou básico?

Em uma de suas aulas, um professor de química do ensino médio perguntou a seus alunos: “Quais os produtos da reação de hidrólise do cloreto de sódio?”

Em seguida, ele escreveu na lousa o seguinte:



Os alunos responderam ácido clorídrico e hidróxido de sódio, e completaram a reação:



Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1206710> – Autor: Ilker

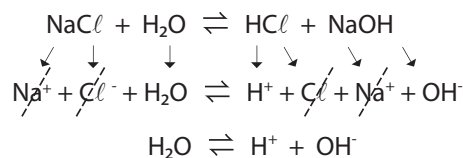
O professor se dirigiu à turma e disse: “Quer dizer, então, que a reação do sal de cozinha com a água tem esses produtos? Por favor, não me convidem para jantar uma sopa na casa de vocês porque eu não estou a fim de tomar ácido muriático (HCl) e soda cáustica (NaOH)”.

Claro que os alunos acharam o fato engraçado, mas pediram ao mestre uma explicação do motivo de não serem aqueles os produtos da reação. Então vamos lá!

Primeiro, é importante que você relembre o que aprendeu sobre ácidos, bases e sais. Para entender o que acontece nesse tipo de sistema, é preciso, também, ter em mente que se um dos reagentes é um sal, temos que saber se o ácido e a base são fortes ou fracos. Isso fará toda a diferença. Vejamos cada uma das possibilidades:

- Hidrólise de sal de ácido forte + base forte \rightarrow sal de reação neutra

Vamos começar com o exemplo do professor de nossa história: a hidrólise do cloreto de sódio.



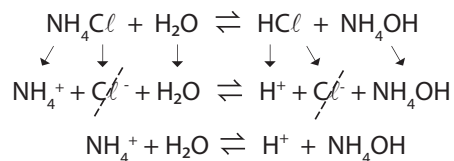
Nesse caso, não há hidrólise do cloreto de sódio (NaCl); a solução permanece neutra, com quantidades iguais de íons H^+ e OH^- , isto é, a solução tem $\text{pH} = 7$. O cloreto de sódio é um sal de reação neutra, e por isso podemos colocá-lo sem medo em nossa comida.

Para melhor esclarecimento sobre esse processo produzir uma solução neutra, devemos recordar que os sais e as bases são compostos iônicos que, em solução, se dissociam, e os ácidos são compostos moleculares que se ionizam. Portanto, os compostos NaCl , HCl e NaOH estão dissociados ou ionizados, enquanto a água (H_2O) é um composto molecular que não se ioniza.

Percebe-se que o cátion Na^+ e o ânion Cl^- estão presentes nos dois lados da reação e, portanto, podem ser simplificados de maneira análoga a uma operação algébrica, como se não houvesse a participação deles na hidrólise propriamente dita.

- Hidrólise de sal de ácido forte + base fraca \rightarrow sal de reação ácida

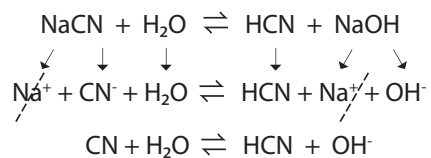
Usaremos como exemplo desse tipo de reação a hidrólise do cloreto de amônio.



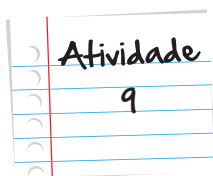
Nesse caso, ocorre hidrólise do cátion amônio (NH_4^+) com liberação do cátion hidrogênio (H^+), significando que a solução deste sal tem caráter ácido, isto é, a solução apresenta $\text{pH} < 7$. O cloreto de amônio é um sal de reação ácida.

- Hidrólise de sal de ácido fraco + base forte \rightarrow sal de reação básica

Nosso exemplo de reação agora será a hidrólise do cianeto de sódio.



Nesse caso, ocorre hidrólise do ânion cianeto (CN^-) com formação do ânion hidroxila (OH^-), caracterizando que a solução desse sal tem caráter básico, isto é, a solução apresenta $\text{pH} > 7$. O cianeto de sódio é um sal de reação básica.



Ácida ou básica?

Na dissolução de bicarbonato de sódio em água, ocorre hidrólise apenas do ânion, resultando em uma solução com:

- (A) $\text{pH} = 7$, pois o NaHCO_3 é um sal de ácido e base fortes.
- (B) $\text{pH} < 7$, pois o NaHCO_3 é um sal de ácido forte e base fraca.
- (C) $\text{pH} > 7$, pois o NaHCO_3 é um sal de ácido fraco e base forte.
- (D) $\text{pH} < 7$, pois o NaHCO_3 é um sal de ácido e base fracos.
- (E) $\text{pH} > 7$, pois o NaHCO_3 é um sal de base fraca e ácido forte.

Anote suas
respostas em
seu caderno

Quantos conceitos novos vimos nesta unidade, não é verdade? Você deve estar se perguntando por que precisamos saber tanto sobre essas tais reações químicas! A resposta é simples: elas são essenciais à vida na Terra e envolvem praticamente tudo que nos cerca. Que ver um exemplo?

Imagine que você precisa fazer uma ligação urgente. No meio da ligação seu celular desliga. Você pensa: "Puxa, acabou a bateria!"

Será que foi isso mesmo que aconteceu? Pense comigo, se a bateria tivesse acabado você deveria jogá-la fora e comprar outra, certo? Mas o que você faz quando isso acontece? Sim, você a recarrega! Já parou para pensar o que está acontecendo dentro deste dispositivo tão imprescindível para nós?

Pois saiba que pilhas e baterias dependem de reações químicas para produzir corrente elétrica e fazer nossos aparelhos eletroeletrônicos funcionarem. Essas reações possuem um nome especial e são tão importantes que dedicaremos a próxima unidade ao seu estudo. Ficou curioso? Então não perca.

Resumo

- Reações irreversíveis são aquelas em que pelo menos um dos reagentes é completamente consumido, não permitindo que o processo se reverta. É o caso, por exemplo, da combustão, onde as cinzas, um dos produtos da reação, não voltam a ser um dos reagentes que foi queimado.
- Nas reações reversíveis os reagentes são transformados em produtos (reação direta) que, por sua vez, podem ser convertidos em reagentes novamente (reação inversa). As reações direta e inversa acontecem de maneira dinâmica e simultânea.
- O equilíbrio químico só é alcançado em reações reversíveis, e isso acontece quando a velocidade da reação direta é igual a da reação inversa.
- O equilíbrio químico pode ser alterado pela variação da temperatura, da pressão ou da concentração dos participantes da reação.
- O aumento da concentração de um dos componentes de uma reação química em equilíbrio desloca o equilíbrio para o lado oposto da substância que sofreu alteração.
- Ao aumentar a temperatura de uma reação em equilíbrio químico, ele é deslocado no sentido da reação endotérmica.
- O aumento da pressão sobre uma reação química em equilíbrio desloca-o no sentido da contração do volume.
- Catalisadores não interferem no equilíbrio químico de uma reação.
- A única variável externa capaz de mudar o valor de K_c é a temperatura.
- O *pH* (potencial hidrogeniônico ou potencial hidrogênio iônico) é um índice que indica a acidez, basicidade ou neutralidade de um determinado meio.
- Para determinar o *pH*, é importante determinar a concentração de íons hidrogênio ($[H^+]$) em uma solução.
- Para calcular o *pH*, usamos: $pH = \log 1/[H^+]$ ou $pH = -\log [H^+]$.
- A escala de Sørensen determina que soluções com $pH = 7$ são neutras. Já as com $pH < 7$ são ácidas, e as soluções com $pH > 7$ são básicas.
- As soluções salinas podem ser neutras, ácidas ou básicas. O que determina essa característica é o caráter forte ou fraco do ácido e da base que reagem entre si.

- Quando ocorre a hidrólise de um sal de ácido forte com uma base forte, teremos como produto um sal de reação neutra.
- Quando a hidrólise é de sal de ácido forte com uma base fraca, teremos a formação de um sal de reação ácida.
- Quando a reação de hidrólise se dá entre um sal de ácido fraco com uma base forte, o resultado é um sal de reação básica.

Veja ainda..

Quer saber mais sobre equilíbrio químico? Então acesse: <http://www.lce.esalq.usp.br/arquimedes/Atividade03.pdf>

Se tiver curiosidade, entre neste endereço e veja uma experiência mostrando como o gás carbônico interfere no equilíbrio químico do íon bicarbonato:

<http://www.pontociencia.org.br/experimentos-interna.php?experimento=301&EQUILIBRIO+QUIMICO+DO+ION+BICARBONATO+EFEITO+DA+CONCENTRACAO#top>

Se você sentiu dificuldades com o tema logaritmos e precisa revê-lo, ou quer se aprofundar, sugerimos que assista às três aulas indicadas a seguir:

Aula 1: <http://www.youtube.com/watch?v=Q8Q6wQnTZTo>

Aula 2: http://www.youtube.com/watch?v=pN_tK6fGMzM&feature=relmfu

Aula 3: <http://www.youtube.com/watch?v=nvTw3R03T6c&feature=relmfu>

Referências

- CHANG, R. **Química**. 5 ed. Lisboa: McGraw-Hill, 1994.
- FELTRE, R. **Fundamentos da Química**. 4 ed. São Paulo: Editora Moderna, 2005.
- JONES, L.; ATKINS, P. W. **Chemistry: molecules, matter and change**. 4 ed. New York: Freeman, 2000.
- KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. **Química Geral e Reações Químicas**. 6 ed., São Paulo: Cengage Learning, 2009. Vol. 1.

- KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M. **Química Geral e Reações Químicas**. 5 ed., volume 2, São Paulo: Cengage Learning, 2009.
- LEE, J. D. **Química Inorgânica não tão concisa**. 4 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.
- RUSSEL, J. B. **Química Geral**. 2 ed. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1994. Vols. 1 e 2.
- SOUZA, A. C.; GONÇALVES, A. **Química Geral e Inorgânica** – Coleção Química Hoje. 3 ed., Rio de Janeiro: Produção Independente, 2008. Vol. 1.

Atividade 1

O primeiro passo é montar a equação da constante de equilíbrio e calcular:

$$K_c = \frac{[HI]^2}{[H_2] \cdot [I_2]} \rightarrow K_c = \frac{(3,0)^2}{(0,46) \cdot (0,39)} \rightarrow K_c = 50,2$$

Resposta: C

Atividade 2

Quando a reação $A + B \rightleftharpoons C$ está em equilíbrio, temos:

$[A] = x$ mol/L (o problema não nos dá esse valor).

$[B] = x$ mol/L (o problema não nos dá esse valor).

$[C] = 1,0$ mol/L (valor fornecido pelo problema).

Agora, montamos a equação com a concentração que sabemos e o valor de K_c que é informado e calculamos as concentrações de A e B.

$$K_c = \frac{[C]}{[A][B]} \rightarrow K_c = \frac{(1,0)}{(x)(x)} \rightarrow x^2 = \frac{1,0}{4,0} \rightarrow x = 0,5$$

Resposta: B

Atividade 3

A reação em questão é do tipo exotérmica (sentido 1) e um aumento de temperatura deslocará o equilíbrio no sentido 2, que é endotérmica. Sendo assim, vamos avaliar cada um dos itens:

(A) NÃO. Com o equilíbrio sendo deslocado no sentido 2, haverá diminuição da concentração de NO_2 .

(B) NÃO. No sentido 2 haverá aumento da concentração de NO.

(C) NÃO. Pelo mesmo motivo da letra B, haverá aumento da concentração de O₂.

(D) SIM. O equilíbrio será deslocado no sentido 2, consumindo maior quantidade de NO₂.

Resposta: D

Respostas
das
Atividades

Atividade 4

A reação em questão é do tipo exotérmica no sentido 1. Observe que há liberação de calor durante a formação dos produtos C e D. As alterações que podem levar ao aumento no rendimento da substância D (aumento da concentração), um dos produtos da reação, são:

- aumento da concentração de um dos reagentes (A e B);
- retirada do produto C (essa retirada leva a diminuição sua concentração e provoca a formação de mais produto C. Como consequência do aumento de formação de C, temos maior concentração do produto D);
- diminuição da temperatura, pois desloca o equilíbrio no sentido 1, aumentando a concentração dos produtos.

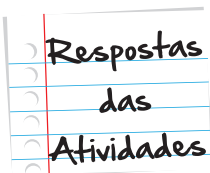
Já a pressão não exerce influência porque a reação ocorre com conservação de volume, e o catalisador não exerce influência sobre o equilíbrio.

Resposta: B

Atividade 05

Um catalisador não exerce influência no equilíbrio; ele apenas poderia fazer com que o equilíbrio fosse alcançado mais rapidamente, desde que adicionado antes de a reação ter sido iniciada.

Resposta: D



Atividade 06

Dados do problema: $[H^+] = 0,0001 \text{ mol/L} \rightarrow [H^+] = 10^{-4} \text{ mol/L}$

Pergunta do problema: $\text{pH} = ?$

Como o problema nos dá o valor de $[H^+]$, basta usar a fórmula do pH:

$$\text{pH} = -\log [H^+] \rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-4} \rightarrow \text{pH} = -(-4) \times \log 10$$

$$\text{pH} = 4 \times \log 10 \rightarrow \text{pH} = 4 \times 1 \rightarrow \text{pH} = 4$$

Resposta: $\text{pH} = 4$

Atividade 07

Dados do problema: $\text{pH} = 13$

Pergunta do problema: $[H^+] = ?$

Dessa vez nós temos o valor do pH e queremos encontrar o valor da concentração de íons hidrogênio. Novamente podemos usar direto a fórmula do pH:

$$\text{pH} = -\log [H^+] \rightarrow 13 = -\log [H^+] \rightarrow -13 = \log [H^+] \rightarrow [H^+] = 10^{-13} \text{ mol/L}$$

Resposta: $[H^+] = 10^{-13} \text{ mol/L}$

Atividade 08

Dados fornecidos pelo problema: $\% \text{ do HCl} = 0,1 \text{ mol/L}$.

Ácido 100% ionizado $\rightarrow \alpha = 1$

Pergunta do problema: pH = ?

Veja que dessa vez queremos encontrar o pH, mas não temos o valor de $[H^+]$, portanto, temos que encontrá-lo. Para isso, vamos usar a fórmula da determinação da concentração hidrogeniônica primeiro:

$$[H^+] = n \times M \times \alpha \rightarrow [H^+] = 1 \times 0,1 \times 1 \rightarrow [H^+] = 0,1 \text{ mol/L} \rightarrow [H^+] = 10^{-1} \text{ mol/L}$$

Agora que sabemos o valor de $[H^+]$, podemos usar uma das fórmulas do pH:

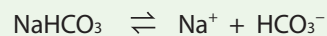
$$\text{pH} = -\log [H^+] \rightarrow \text{pH} = -\log 10^{-1} \rightarrow \text{pH} = -(-1) \times \log 10$$

$$\text{pH} = 1 \times \log 10 \rightarrow \text{pH} = 1$$

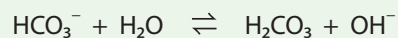
Resposta: pH = 1

Atividade 09

A primeira coisa a fazer é montar a reação do bicarbonato:



Lembre-se de que o problema disse que ocorre hidrólise apenas do ânion:

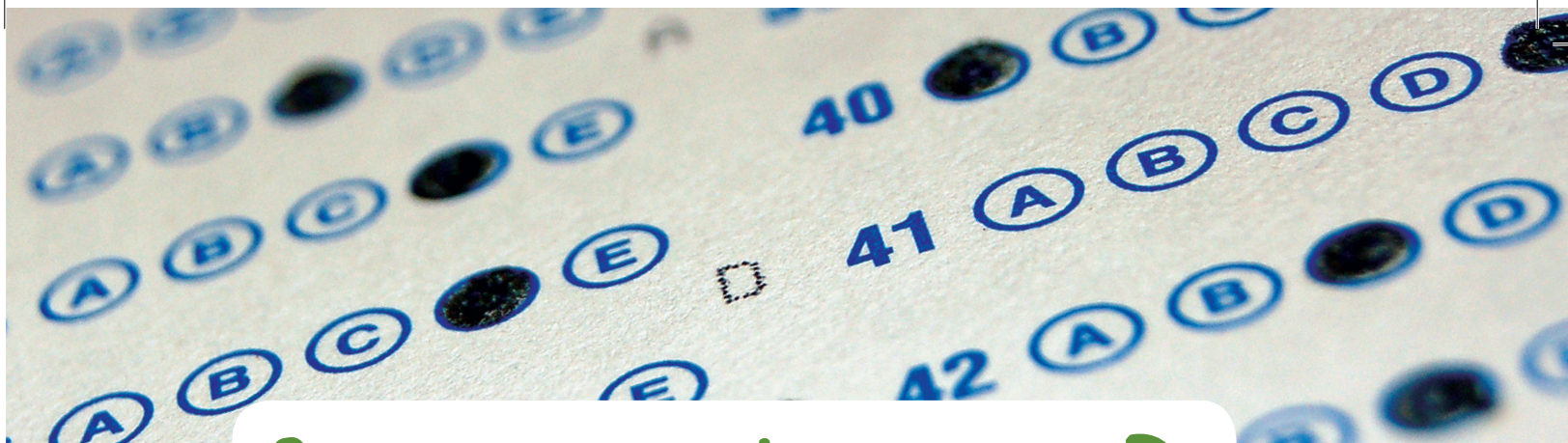


Na hidrólise apenas do ânion (HCO_3^-) verifica-se a formação do ânion hidroxila (OH^-) identificando o caráter básico do sal bicarbonato de sódio. O pH dessa solução será maior que 7, e o bicarbonato de sódio é um sal proveniente da reação de um ácido fraco (H_2CO_3) com uma base forte (NaOH).

Resposta: C

Respostas
das
Atividades

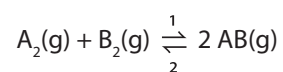




O que perguntam por aí?

Questão 1 (Uel/2008)

Em um recipiente fechado, misturam-se 2,0 mol de $A_2(g)$ com 3,0 mol de $B_2(g)$. Ocorrem as reações:



Se v_1 e v_2 velocidades das reações indicadas, $[A_2]$ e $[B_2]$ as concentrações dos reagentes em mol/L, pode-se afirmar que o sistema atinge o equilíbrio quando:

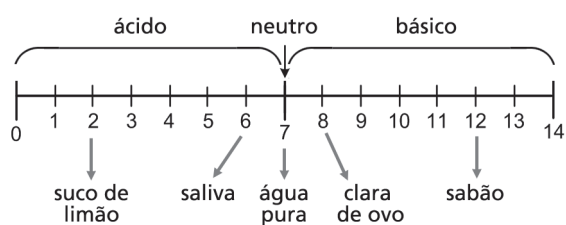
- a) $v_1 = v_2$
- b) $v_1 = 2v_2$
- c) $[A_2] = 0$
- d) $[B_2] = 0$
- e) $[A_2] = [B_2]$

Resposta: A

Comentário: O sistema atinge o equilíbrio quando as velocidades se igualam.

Questão 2 (ENEM/1998)

O pH informa a acidez ou a basicidade de uma solução. A escala abaixo apresenta a natureza e o pH de algumas soluções e da água pura, a 25°C.



Uma solução desconhecida estava sendo testada no laboratório por um grupo de alunos. Esses alunos decidiram que deveriam medir o pH dessa solução com um dos parâmetros escolhidos na identificação da solução. Os resultados obtidos estão na tabela a seguir.

Aluno	Valor de pH
Carlos	4,5
Gustavo	5,5
Simone	5,0
Valéria	6,0
Paulo	4,5
Wagner	5,0
Renata	5,0
Rodrigo	5,5
Augusta	5,0
Eliane	5,5

Da solução testada pelos alunos, o professor retirou 100 mL e adicionou água até completar 200 mL de solução diluída. O próximo grupo de alunos a medir o pH deverá encontrar para o mesmo:

- a) valores inferiores a 1,0.
- b) os mesmos valores.
- c) valores entre 5 e 7.
- d) valores entre 5 e 3.
- e) sempre o valor 7.

Resposta: C

Comentário:

Após a diluição, continuaremos tendo a presença de íons $[H^+]$, fato que continuará dando à solução final um caráter ácido, e o esperado serão valores compreendidos entre 5 e 7.

Colocando “uma pilha” na nossa conversa

Para início de conversa..

Uma alternativa viável aos combustíveis fósseis que você estudou nas unidades anteriores são as células combustíveis. Você já escutou falar delas?

As células combustíveis são dispositivos que utilizam o hidrogênio para gerar a energia que movimenta o motor elétrico do veículo, em um processo parecido com o que ocorre dentro de uma pilha comum.

A grande diferença é que, nessas células, os reagentes são continuamente repostos a partir de um reservatório externo, diferente das pilhas e baterias comuns, que quando os reagentes terminam, param de funcionar, restando apenas o seu descarte.

E as baterias recarregáveis como as de celular e de computadores portáteis? Qual a diferença?

As baterias recarregáveis são formadas por reações reversíveis, ou seja, reações que ocorrem nos dois sentidos, como você estudou na unidade anterior.

Dentro dessas baterias, os reagentes são consumidos, gerando corrente elétrica para o funcionamento do celular, por exemplo. Quando a recarregamos, precisamos ligá-la a uma fonte de eletricidade para que a reação reversa ocorra, regenerando os reagentes necessários ao seu funcionamento. Assim, podemos utilizá-las novamente para a produção de energia.

A invenção da pilha foi muito importante para a sociedade. Você já imaginou como as baterias são importantes para o uso da tecnologia ao nosso redor? É o avanço da ciência que descobre artefatos que facilitam muito o nosso cotidiano. Imagine o mundo sem as pilhas e baterias.



Figura 1: Você já imaginou como o mundo seria sem o uso de pilhas e baterias?

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Batteries.jpg> – Autor: Brianiac

O objetivo desta unidade é apresentar a você o funcionamento das pilhas e baterias e como uma reação química pode gerar corrente elétrica para o funcionamento de rádios, celulares, computadores e outros equipamentos eletrônicos.

Seja bem-vindo!

Objetivos de aprendizagem

- Identificar os processos de oxidação e redução em reações químicas.
- Compreender o funcionamento de uma pilha.
- Calcular a voltagem de uma pilha, utilizando uma tabela de potenciais de redução/oxidação.
- Identificar fenômenos eletroquímicos que ocorrem em seu cotidiano.

Seção 1

Alguns perdem, outros ganham... as reações de oxirredução

Você sabe o que ocorre dentro de uma pilha?

Uma reação química! Isso mesmo, quando você conecta uma pilha em um despertador, por exemplo, uma reação química ocorre, gerando uma transferência de elétrons que permite o seu funcionamento.

Importante

Uma pilha ou bateria constitui um sistema no qual, por meio de uma transformação da matéria, há produção de energia elétrica.

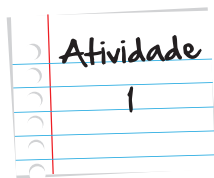


Figura 2: Despertando... Dentro da pilha que você coloca em um despertador como esse, ocorre uma transformação química que gera corrente elétrica e o faz funcionar.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/577651> – Autor: Mateusz Zdanko

Mas você deve estar se perguntando: Mas para gerar corrente elétrica, significa que há transferência de elétrons, certo? Mas como uma reação química é capaz de transferir elétrons?

Para descobrir como ocorre, vamos fazer uma atividade?



Transferindo elétrons de um para outro

Esta atividade envolve a realização de um experimento, e, para realizá-lo, você precisará de:

- Água.
- Um frasco transparente ou um tubo de ensaio.
- Sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) que pode ser comprado em loja de material de piscina.
- Um pedaço de esponja de aço ou um prego.
- Um bastão de vidro ou plástico, ou um canudo plástico.



Figura 3: Esse é o material que você necessitará para realizar a atividade 1.

Fonte da imagem: Andrea Borges

Observação importante:

O sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) é utilizado como pesticida, germicida e aditivo para solo, entre outras coisas. Também é conhecido como azul de vitríolo e pode ser encontrado em casas de produtos agropecuários ou em lojas de material de piscina. Cuidado ao manuseá-lo! Ele pode ser tóxico em determinadas concentrações. Use luvas, óculos de proteção e máscara contra pó.

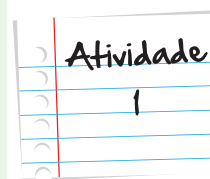
Realizando o experimento:

Dissolva um pouco de sulfato de cobre em água até a obtenção de uma coloração azulada e anote o aspecto inicial da solução. Em seguida, mergulhe a palha de aço na solução preparada. Se tiver dificuldade, use o bastão.

Preste bastante atenção durante a realização desse experimento e relate, na tabela abaixo, as modificações ocorridas durante a transformação química:

Material	Aspecto inicial	Aspecto final
Solução de sulfato de cobre		
Palha de aço		

Anote suas respostas em seu caderno



Ao realizar a atividade 1, você deve ter percebido as seguintes ocorrências, durante o experimento:

- Sobre o pedaço de palha de aço se deposita um material sólido castanho avermelhado.
- A intensidade da cor da solução diminui depois de um tempo.
- A palha de aço vai se “desmanchando”.

Mas por que essas alterações ocorrem? Pare um pouco para pensar antes de ler as respostas abaixo.

Resposta 1:

- A intensidade da cor azulada da solução de sulfato de cobre é devido à presença de íons cobre II (Cu^{2+}). Então, se a coloração diminui, significa que esses íons “desaparecem” da solução.

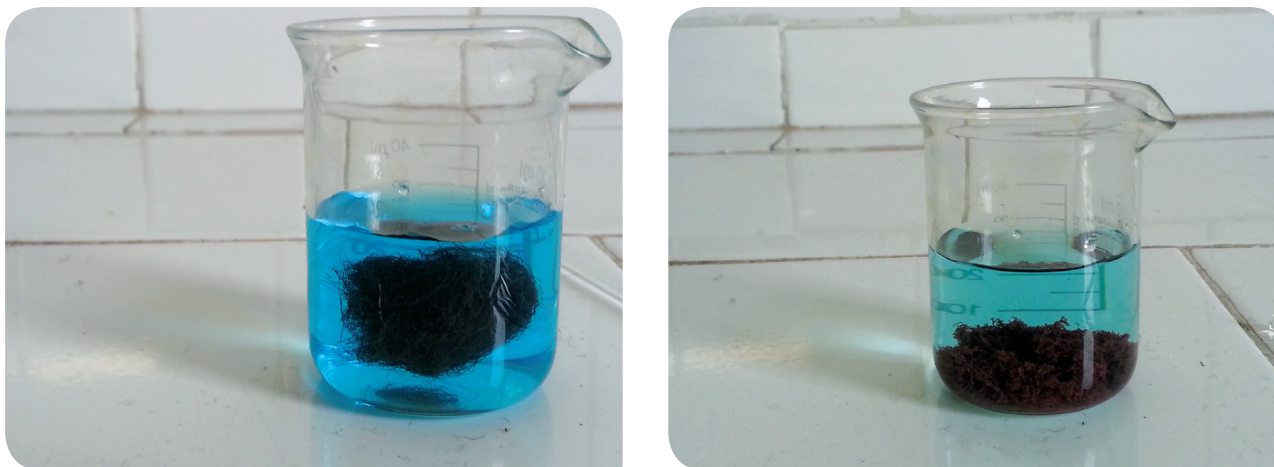


Figura 4: A solução de sulfato de cobre (CuSO_4) possui coloração azul característica devido à presença de íons Cu^{2+} (foto da esquerda). Ao final do experimento a cor da solução foi alterada (foto da direita).

Fonte da imagem: Andrea Borges

- Ao mesmo tempo, ocorre a deposição de um sólido castanho-avermelhado sobre o pedaço da palha de aço, essa cor é característica de materiais formados por átomos de cobre.

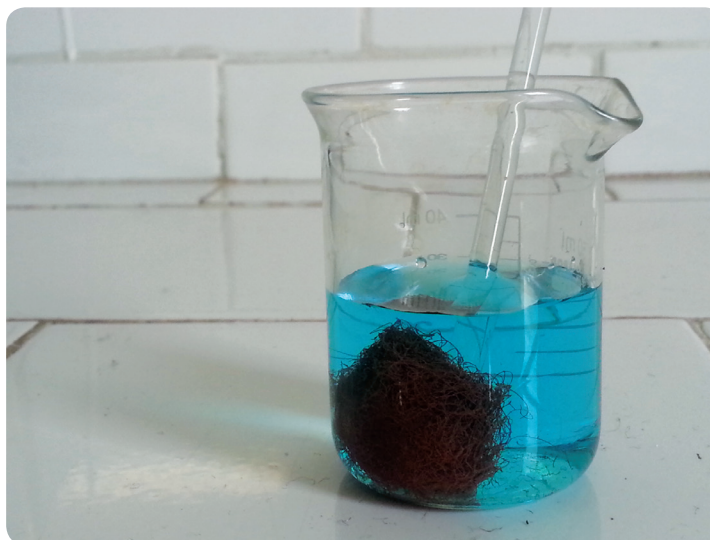


Figura 5: Observe a formação do depósito castanho-avermelhado, sobre a superfície da palha de aço.

Fonte da imagem: Andrea Borges

Logo, pode-se concluir que átomos de cobre que estavam na solução na forma de íons, depositaram-se sobre a palha de aço na forma de cobre metálico (Cu).

Esquematicamente, pode-se dizer que: $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$

Resposta 2:

- A palha de aço desmancha-se, pois o ferro metálico, que compõe a palha de aço, se dissolve, diminuindo a sua quantidade. O que pode ter acontecido? De certa forma, os átomos de ferro metálico (Fe) foram para a solução na forma de íons Fe^{2+} .

Esquemáticamente, pode-se dizer que: $\text{Fe(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$



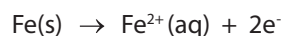
Figura 6: Resultado final da atividade 1. Durante a transformação química, ocorre a formação de um depósito castanho-avermelhado sobre a superfície da palha de aço, e a solução perde a sua coloração azulada. Com o passar do tempo, a palha de aço se dissolverá, restando apenas o depósito formado.

Fonte da imagem: Andrea Borges

Mas por que essa reação ocorre de forma tão espontânea?

Transferindo elétrons...

Perceba que o íon ferro II tem carga +2, o que significa que ele possui dois elétrons a menos que o átomo de ferro (Fe). Assim, para que o ferro metálico se transforme em íon, deve perder elétrons, o que pode ser representado pela seguinte equação química:



Interprete assim: um átomo de ferro, ao perder 2 elétrons, transforma-se no íon Fe^{2+} .

Isso quer dizer que a carga do ferro aumenta em duas unidades (Fe^{2+}). Esse processo é chamado de oxidação.

Importante

No processo de oxidação, por envolver perda de elétrons, há aumento do valor relativo da carga elétrica.

Note também que para haver a transformação de íons cobre II (Cu^{2+}) em cobre metálico, deve ocorrer o ganho de elétrons.



Interprete assim: um íon Cu^{2+} , ao ganhar 2 elétrons, transforma-se no átomo de cobre, com carga zero.

O processo de ganho de elétrons recebe o nome de redução.

Importante

No processo de redução, por envolver ganho de elétrons, há diminuição do valor relativo da carga elétrica.

Percebeu por que a reação ocorre? Os íons Cu^{2+} ganham os elétrons perdidos pelos átomos de Fe metálico. Essa transferência de elétrons ocorre de forma espontânea, pois o ferro é um metal mais reativo do que o cobre.

Multimídia

Você se lembra da Fila de Reatividade que aprendeu na unidade 6? Alguns metais são mais reativos que os outros, podendo deslocá-lo em reações de simples troca ou deslocamento.

Para lembrar esse assunto, acesse o link abaixo do site do Projeto Condigital da Puc-RJ e veja a diferença na reatividade de diferentes metais:

<http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/software/objetos/T1-06/T1-06-sw-s3/Condigital.html>

Essas reações de transferência de elétrons são chamadas de reações de oxirredução.

Reações de oxirredução ocorrem devido à transferência de elétrons entre os reagentes, ocorrendo simultaneamente um processo de oxidação e um de redução.



Mas vamos retornar à nossa atividade 1? Que tal representarmos essa transformação química por meio de uma equação química?

Repare que a equação global do processo envolve a transferência de elétrons. Ela é o somatório das duas **semirreações** que representam a oxidação (a perda de elétrons) dos átomos de ferro (Fe) e a redução (ganho de elétrons) dos íons cobre II (Cu^{2+}).

Semirreações

As equações químicas que representam separadamente o processo de oxidação e de redução são chamadas de semirreações, pois representam parte do processo global.



Você reparou na reação global obtida? Os elétrons não estão presentes. Isso ocorre porque a quantidade de elétrons cedida é igual à quantidade de elétrons recebida. Na reação da atividade 1, um átomo de ferro cedeu dois elétrons para os íons cobre.

Além disso, tanto as semirreações quanto a equação global, estão escritas na forma iônica, não havendo necessidade de representarmos o íon sulfato (lembra que a solução é de sulfato de cobre?), pois é um **íon espectador**.

Íon espectador

É um íon que não participa da reação química.

Estudando outros exemplos

Você já deve imaginar que a reação do ferro com o cobre não é a única oxirredução que existe, não é mesmo? Que tal vermos outros exemplos?

Vamos, então, mergulhar um fio do metal cobre (Cu(s)) em uma solução de íons prata (Ag⁺(aq)).

Nessa reação de oxirredução, ocorre a deposição de prata metálica no fio de cobre e o aparecimento de uma solução azul.

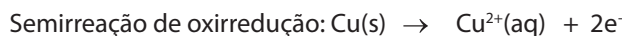
Vamos entender por que isso ocorre?

- O depósito de prata metálica (Ag(s)) ocorre porque os íons Ag⁺ recebem elétrons, sofrendo redução:



Interprete assim: um íon Ag⁺, ao ganhar 1 elétron, transforma-se no átomo de prata.

- Os íons cobre II (Cu²⁺), que são responsáveis pela coloração azul da solução, são formados porque átomos de cobre perdem elétrons, sofrendo oxidação.



Interprete assim: um átomo de cobre, ao perder 2 elétrons, transforma-se no íon Cu²⁺ em meio aquoso.

Perceba nas semirreações descritas anteriormente, que cada átomo de cobre doa dois elétrons, mas cada íon prata recebe somente um elétron. Nesse caso, para que a quantidade de elétrons seja a mesma, os dois elétrons cedidos pelo átomo de cobre devem ser recebidos por dois íons prata.

Veja como fica a equação global:



Repare que, neste exemplo, o cobre sofre oxidação. Já na reação da atividade 1, o cobre sofre redução.

Dizemos que a espécie que sofre redução é o agente oxidante (ou apenas oxidante), pois provoca a oxidação do outro reagente. Da mesma forma, a espécie que sofre oxidação é o agente redutor (ou apenas redutor), pois provoca a redução do outro reagente.

Veja na **figura 7** um esquema representando um resumo sobre o processo de oxirredução.

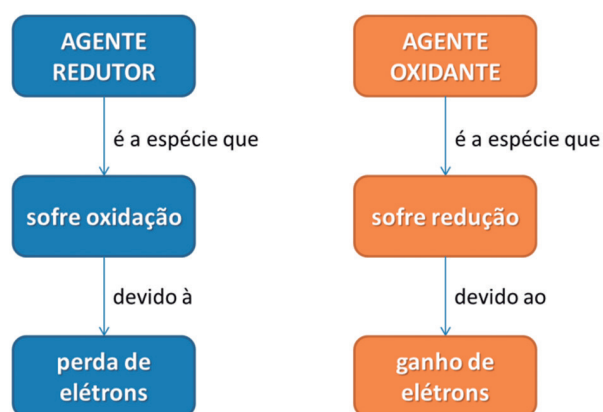


Figura 7: Não esqueça! Em um processo de oxirredução, o agente redutor é a espécie que sofre oxidação, devido à perda de elétrons. Já o agente oxidante é a espécie que sofre redução, devido ao ganho de elétrons.



Se você estiver curioso para ver a reação do cobre metálico (Cu(s)) com a solução de nitrato de prata (AgNO₃(aq)), acesse o seguinte endereço eletrônico: <http://www.youtube.com/watch?v=C4MUGIXzREY&feature=related>

Apesar de o vídeo ser em língua inglesa, você não terá dificuldades de entender o que está acontecendo, pois as imagens dizem tudo! Veja se não é exatamente o que foi descrito na aula?

Falamos até aqui de reações de metais e íons em soluções, mas outras reações de oxirredução ocorrem em nosso cotidiano e não estão, necessariamente, em solução. Como exemplo, temos a queima de magnésio, que ocorre nos fogos de artifício, ou a transformação do minério de ferro em ferro metálico, que ocorre na indústria siderúrgica.



Saiba Mais

Evitando uma oxidação indesejável...

Você já deve ter cortado uma maçã ou uma banana e verificado que ela escurece após certo tempo. E como já estudou em outras aulas, variações de cor e de aspecto evidenciam uma transformação química.

Esse escurecimento é resultado da oxidação de algumas substâncias presentes na fruta pelo oxigênio do ar atmosférico. Mas, você sabe como evitar que isso ocorra? Não?! Então experimente o que vou ensinar.

Vá até a sua cozinha, corte uma maçã em pedaços. Em um deles, adicione gotas de suco de limão. Passe um outro pedaço em açúcar. E deixe um terceiro pedaço sem nada. Coloque os três pedaços expostos ao ar, durante uma hora.

Se você fez o experimento, deve ter percebido a diferença do que aconteceu nos três pedaços. Na verdade, o limão e o açúcar, colocados sobre a poupa, previnem a oxidação, evitando o escurecimento da maçã. Isso ocorre porque existem substâncias no limão (o ácido ascórbico) e no açúcar (sacarose) que se oxidam, na presença do oxigênio do ar, no lugar da substância da polpa.



Figura 8: Para evitar o escurecimento de determinadas frutas em uma salada, você pode adicionar o suco de alguma fruta ácida, como laranja ou limão, ou simplesmente, adicionar açúcar.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1345290> - Autor: Liz West

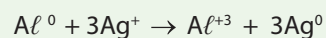
Então, agora você já sabe! Para preparar aquela salada de frutas deliciosa e permitir que algumas frutas não escureçam, basta adicionar suco de limão ou de laranja, ou açúcar.

Recuperando objetos de prata

Você já deve ter reparado que alguns objetos de prata ficam escuros com o tempo. Isso ocorre devido a uma reação de oxirredução.

Quer aprender uma receita caseira para deixá-las brilhando novamente? Basta cortar algumas tiras de papel-alumínio e colocá-las em uma bacia de plástico com as bijuterias ou os talheres por cima. Em seguida, cubra tudo com água fervente e acrescente 3 colheres de sopa de bicarbonato de sódio. Deixe de molho por 10 minutos. Retire as peças, enxágue-as em água limpa e enxugue-as com um pano macio.

O alumínio, por ser mais reativo, regenera a prata, segundo a equação esquematizada:



E seu objeto de prata fica como novo!

Para a reação acima, identifique:

- Quem sofre oxidação?
- Quem sofre redução?
- Quem é o agente redutor?
- Quem é o agente oxidante?

Anote suas
respostas em
seu caderno

Atividade

2

Seção 2

Ligando a pilha!

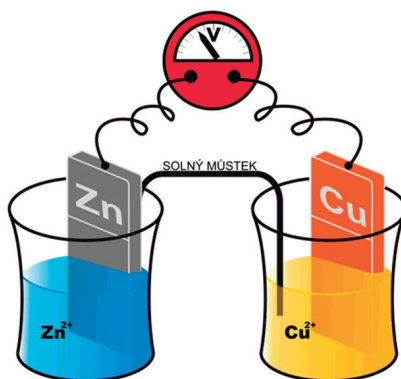
Mas você deve estar se perguntando: Qual é a relação entre uma reação de transferência de elétrons e o funcionamento de uma pilha ou bateria?

As pilhas e as baterias funcionam quando os elétrons que passam de um reagente para outro percorrem um **condutor**, gerando uma corrente elétrica que pode ser aproveitada como energia elétrica.

Condutor

Material que permite que os elétrons se desloquem através dele. Os metais são ótimos condutores de eletricidade, por isso são utilizados na produção de fios.

Saiba Mais



Em 1836, um químico inglês chamado Jon Frederic Daniell (1790-1845, construiu o primeiro dispositivo que gerava energia elétrica, interligando eletrodos constituídos por um metal imerso em uma solução de seus íons.

Esse mecanismo é a base das pilhas usadas atualmente, por isso, quando são constituídas apenas por metais e seus íons em solução, elas são chamadas de pilhas de Daniell.

Para saber mais sobre como foi inventada a pilha, leia o artigo "O bicentenário da invenção da pilha elétrica" na Revista Química Nova na Escola, número 11, de maio de 2000. Você pode acessá-lo em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a08.pdf>

Então, vamos aprender a montar uma pilha?

Montando uma pilha

Para montar uma pilha de Daniell, você precisará de um sistema adequado para a ocorrência de uma reação de oxirredução. Iremos chamá-lo de **célula eletroquímica**.

Célula eletroquímica

É um sistema no qual ocorre, simultaneamente, uma reação de oxidação e outra de redução.

Além disso, serão necessários dois eletrodos imersos em soluções eletrolíticas para permitir a passagem de corrente elétrica. Como exemplo, utilizaremos um eletrodo de zinco, imerso em uma solução de íons Zn^{2+} e um eletrodo de cobre, também imerso em uma solução, mas agora de íons Cu^{2+} . Acompanhe a montagem na **Figura 9**.

Para finalizarmos, devemos ligar os dois eletrodos por um fio metálico e as duas soluções com uma ponte salina.

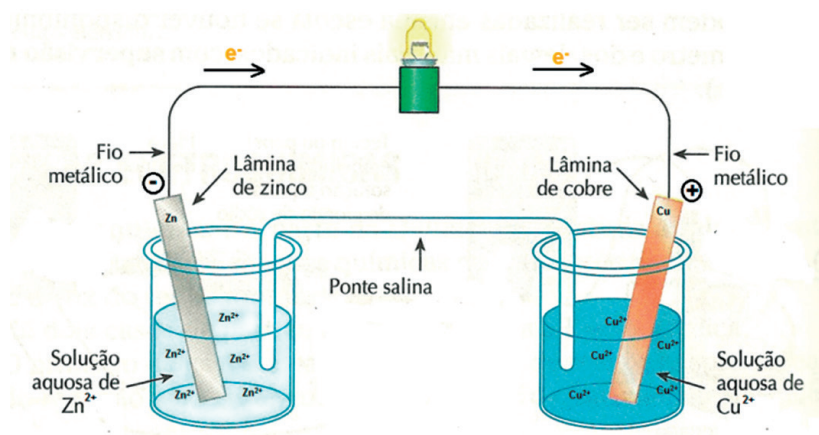


Figura 9: A montagem de uma pilha de Daniell. São necessárias duas placas metálicas (lâminas), imersas em soluções de sais de seus respectivos íons. Em seguida, liga-se com um fio metálico os dois eletrodos (as lâminas) e as soluções com uma ponte salina.

Fonte: http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Daniell%C5%AFv_%C4%8D%C3%A1nek_001.png – Autor: Malmstajn

Você já deve ter reparado que em uma pilha temos o sinal “+” e do outro lado o sinal “-”. Convencionou-se que o polo negativo (sinal “-”) é aquele constituído pelo reagente que cede os elétrons, ou seja, pelo eletrodo que ocorre a oxidação. Ele é denominado anodo ou eletrodo negativo. Simultaneamente, no outro eletrodo (sinal “+”) ocorre o processo de redução a partir dos elétrons recebidos. Esse é chamado de catodo ou de polo positivo.

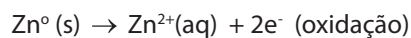
Mas o que ocorre durante o funcionamento de uma pilha de Daniell?

Vamos analisar cada um dos eletrodos antes e após o funcionamento da pilha. Acompanhe a descrição a seguir observando a **Figura 10**.

O eletrodo de Zinco

O eletrodo de zinco é um sistema constituído por uma placa de zinco metálico (Zn), mergulhada em uma solução aquosa de íons Zn^{2+} , como o sulfato de zinco (ZnSO_4).

Durante o funcionamento da pilha, átomos de zinco metálico (Zn(s)) perdem elétrons, formando íons Zn^{2+} (aq). Essa transformação é representada pela seguinte equação:

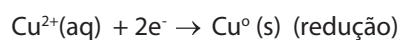


Olhando atentamente a reação química, pode-se deduzir que a placa de zinco sofre um desgaste, ou seja, a sua massa diminui. Por outro lado, aumenta-se a concentração de íons Zn^{2+} na solução. Os elétrons perdidos seguem pelo fio condutor até o eletrodo de cobre.

O eletrodo de cobre

O eletrodo de cobre é um sistema constituído por uma placa de cobre metálico (Cu), mergulhada em uma solução aquosa de íons Cu^{2+} , como o sulfato de cobre II (CuSO_4).

Com o funcionamento da pilha, cada cátion Cu^{2+} que se aproxima dessa lâmina de cobre recebe dois elétrons, transformando-se em cobre metálico [$\text{Cu}^{\circ}(\text{s})$]. Podemos representar esse processo pela seguinte equação química:



Olhando atentamente a reação acima, podemos concluir que a concentração de íons Cu^{2+} na solução diminui, o que pode ser observado, experimentalmente, pela diminuição da coloração azul. Por outro lado, o cobre metálico (Cu°), que vai sendo formado, se deposita na lâmina, ocasionando o aumento de sua massa.

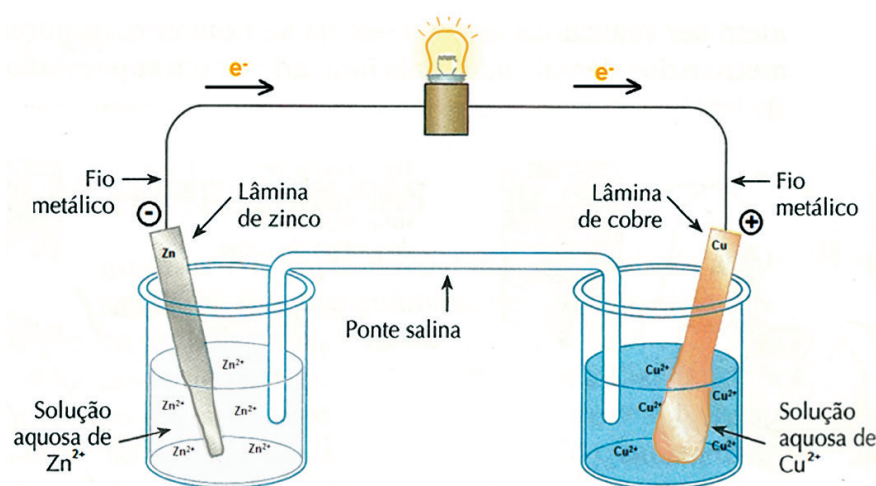


Figura 10: O funcionamento de uma pilha de Daniell: no polo negativo ocorre a oxidação do $Zn(s)$, por isso, a massa da placa diminui. Já o polo positivo recebe os elétrons que provocam a redução dos íons Cu^{2+} , acarretando o descoloramento da solução e o aumento da massa da placa de cobre.

Por essas observações, pode-se concluir que, no caso de uma pilha, a reação de oxirredução é espontânea, pois os elétrons cedidos durante a oxidação percorrem o fio condutor, provocando a redução do outro eletrodo.

Mas e a ponte salina? Por que precisamos dela?

Como foi dito acima, a concentração de cátions zinco (Zn^{2+}) na solução aumenta, provocando um excesso de carga positiva. No outro eletrodo, com a diminuição dos cátions cobre II (Cu^{2+}), a solução fica com um excesso de íons negativos.

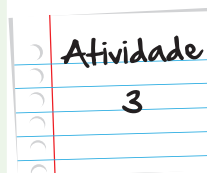
A função da ponte salina é permitir a passagem de íons de uma solução para outra, equilibrando o número de íons positivos e negativos na solução de cada eletrodo. Sem esse equilíbrio, a pilha não funciona.

Vamos trocar as pilhas?

Para montarmos uma nova pilha, utilizaremos eletrodos de chumbo e alumínio, ou seja, uma placa de chumbo (Pb^0) imersa em uma solução de íons Pb^{2+} e uma placa de alumínio (Al^0) imersa em uma solução de íons Al^{3+} .

Veja o que ocorre durante o funcionamento dessa pilha:

- O acúmulo de chumbo metálico na placa de chumbo.
- O desgaste da placa de alumínio.



Atividade
3

Diante dessas observações, tente responder às seguintes questões:

- Usando equações químicas, represente o que ocorre em cada eletrodo.
- Indique o polo positivo (catodo) e o polo negativo (anodo) da pilha formada.
- Diante das suas respostas anteriores, diga qual o sentido do fluxo de elétrons no fio condutor?
- Para terminar, desenvolva a equação global da pilha.

Anote suas
respostas em
seu caderno

Multimídia

Pilhas caseiras ... que tal usar limão ou água salgada?!



Assista ao vídeo, disponível no endereço eletrônico a seguir, e aprenda como montar um brinquedo bem diferente e fazê-lo funcionar com a montagem de uma pilha caseira.

Endereço eletrônico:
<http://www.youtube.com/watch?v=AZ1GN70fa6E&feature=related>

Potenciais de redução

Na seção 1, vimos que uma mesma substância pode se comportar como oxidante ou como redutora, dependendo da outra substância com a qual ela reage. Será que existe uma forma de prever o seu comportamento?

Os cientistas criaram uma importante ferramenta que pode ser usada para fazer esse tipo de previsão: a tabela de potenciais de redução.

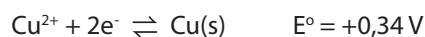
Essas tabelas podem trazer, além da simples ordenação da reatividade dos metais, um valor para cada espécie listada. Esses valores (em volts) são conhecidos como potencial-padrão de redução, ou como potencial de oxidação, se a tabela é de potenciais-padrão de oxidação.

Tabela 1: Potencial padrão de redução (soluções 1 mol/L, 100kPa de pressão e a 25°C). Perceba que no topo da tabela encontram-se espécies que doam elétrons com facilidade, por isso possuem baixos potenciais de redução. Já na parte de baixo, encontramos espécies que recebem elétrons com maior facilidade; logo, com maiores potenciais de redução.

	Equação de semirreação	E° (V)	
Aumenta o potencial de receber elétrons	$\text{Na}^+(\text{aq}) + 1 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Na}(\text{s})$	- 2,71	Aumenta o potencial de doar elétrons
	$\text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Mg}(\text{s})$	- 2,37	
	$\text{Al}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}(\text{s})$	- 1,68	
	$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{s})$	- 0,76	
	$\text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{s})$	- 0,44	
	$\text{Co}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Co}(\text{s})$	- 0,28	
	$\text{Pb}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Pb}(\text{s})$	- 0,13	
	$2\text{H}^+(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{H}_2(\text{g})$	0,00	
	$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s})$	+ 0,34	
	$\text{Ag}^+(\text{aq}) + 1 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s})$	+ 0,80	
	$\text{Hg}_2^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Hg}(\text{s})$	+ 0,85	
	$\text{Cl}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$	+ 1,36	
	$\text{Au}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{Au}(\text{s})$	+ 1,42	
	$\text{F}_2(\text{g}) + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \text{F}^-(\text{aq})$	+ 2,87	

Mas como calcular a voltagem de uma pilha?

Vamos voltar à primeira pilha que nós montamos, a de zinco e cobre. Verifique na tabela 1 o valor para o potencial de semirreação que ocorre no catodo (processo de redução):



Agora, verifique na tabela 1 o valor para o potencial da semirreação para o eletrodo de zinco:



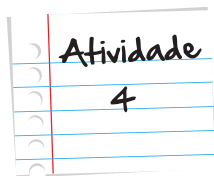
Repare que o sinal do valor do E_{red} para o Zn foi trocado, pois ele sofre oxidação.

Para obter a diferença de potencial entre os eletrodos (ΔE ou ddp), deve-se somar o potencial de redução do catodo e o potencial de oxidação do anodo.

$$\Delta E = 0,34 + (+ 0,76) = + 1,10 \text{ V}$$

Esse valor encontrado entre os potenciais é chamada de força eletromotriz (*fem*) de uma pilha. Quanto maior o valor dessa grandeza, maior a capacidade da pilha gerar corrente elétrica.

Além disso, você pode utilizar os valores de potenciais para prever se uma reação de oxirredução ocorre ou não espontaneamente. Se o resultado do cálculo da diferença de potencial for positivo, a reação ocorre espontaneamente, podendo ser utilizada para a construção de uma pilha. Caso contrário (sinal "-"), a reação não é espontânea e a reação não pode ser utilizada para a construção de uma pilha.



O dente obturado e o talher de alumínio

Algumas pessoas sentem um “choque” ao encostar um talher de alumínio em um dente com obturação com amalgama de mercúrio. Qual será o motivo?

Amálgama de mercúrio

É um material, utilizado na odontologia, feito de uma liga de mercúrio, prata e estanho que, por ser resistente a oxidação, tem a finalidade de proporcionar a restauração dos dentes.

Fonte: <http://www.brasilecola.com/odontologia/amalgama.htm>

O choque elétrico é causado pela passagem da corrente elétrica (movimento de elétrons) que passa pelo nosso corpo. E então, já descobriu por que isso acontece?

É isso mesmo! O alumínio do talher e o mercúrio do amálgama formam uma pilha.

A partir dessa interessante constatação, descreva o funcionamento dessa pilha, justificando a sua formação por meio do cálculo da diferença de potencial. Para isso, use os valores de potenciais-padrão da **tabela 1**.

Anote suas respostas em seu caderno

A tabela de potenciais é uma ferramenta essencial para a construção de uma pilha. A partir dela, é possível prever qual a força eletromotriz que uma pilha pode produzir. Vejamos agora como a eletroquímica pode estar presente em nosso dia a dia.

Seção 4

Aplicação da eletroquímica no cotidiano

Como você acabou de estudar, as pilhas e baterias são exemplos de transformações químicas que geram energia elétrica. No entanto, existem transformações que só ocorrem com o consumo de energia elétrica. Esse processo é chamado de eletrólise.

A eletrólise é um processo químico, não espontâneo, que ocorre graças ao fornecimento de energia elétrica.

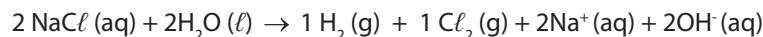


Vários produtos que utilizamos no nosso cotidiano são produzidos por eletrólise. É o caso do alumínio utilizado em portas, janelas, tampinhas de iogurte e, principalmente, latinhas de refrigerante.

Nesse caso, realiza-se a eletrólise da bauxita fundida, uma mistura de óxidos de alumínio que, quando separados das impurezas, recebem o nome de alumina. Para produzir uma tonelada de alumínio, são necessárias de 4 a 5 toneladas de bauxita, além de um gasto enorme de energia elétrica. Por isso, a reciclagem das latinhas de refrigerante é um processo muito importante para a economia industrial.

Outros produtos industriais muito importantes são produzidos através da eletrólise. É o caso do gás cloro, do hidróxido de sódio, do gás hidrogênio, do ácido clorídrico e do hipoclorito de sódio. E todos esses produtos são obtidos a partir da eletrólise de uma solução saturada de cloreto de sódio (NaCl).

Veja a equação global do processo de eletrólise:



Perceba que o gás cloro (Cl_2), o gás hidrogênio (H_2) e o hidróxido de sódio (NaOH), são produtos diretos da reação química.

Para a produção do ácido clorídrico (HCl), reage-se o gás cloro (produzido no polo positivo) com o gás hidrogênio (produzido no polo negativo) que, em seguida, é borbulhado em água, originando o ácido clorídrico ($\text{HCl} (\text{aq})$).

Já o hipoclorito de sódio (NaClO) é produzido através da reação do hidróxido de sódio com o gás cloro produzido. Veja a equação química abaixo:





Figura 11: O hidróxido de sódio é uma importante matéria-prima industrial, utilizada na fabricação do papel, tecidos, biodiesel, entre outras, obtida por meio da eletrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio. Além dele, são obtidos o gás cloro (usado no tratamento de água e de outros produtos como o PVC), o ácido clorídrico (utilizado para limpar e galvanizar metais e no refino de uma grande variedade de produtos) e o hipoclorito de sódio (usado como desinfetante e alvejante, sendo o princípio ativo da água sanitária).

Fonte: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:SodiumHydroxide.jpg> – Autor: Walkerma

Pode-se citar como outro exemplo de eletrólise, o processo de **galvanoplastia**, ou seja, a aplicação de camadas de metais, como prata, ouro, cobre, níquel e cromo, em objetos metálicos.

Galvanoplastia

É uma técnica que permite revestir com um metal específico uma peça metálica, colocando-a como cátodo (no caso da eletrólise, o polo negativo) em uma célula eletrolítica.

Esse processo também é utilizado na proteção contra a **corrosão** do ferro presente no aço de pontes, barcos, vigas e automóveis, por exemplo.

Corrosão

É um termo genérico, aplicado aos processos de oxidação dos metais, que são transformados em óxidos ou outros compostos.

Mas você sabe por que o ferro enferruja?

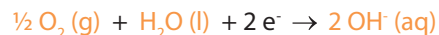
O ferro exposto ao ar atmosférico (gás oxigênio) e à umidade (vapor d'água) sofre um processo de oxirredução, já que a própria superfície do metal age como o anodo e como catodo de uma célula eletroquímica, e a água presente como o meio aquoso eletrolítico, meios necessários ao processo espontâneo de oxirredução.

Perceba, nas equações químicas a seguir, o processo que ocorre durante a oxidação ferro:

Semirreação de oxidação do ferro:



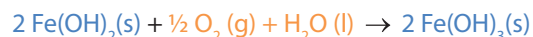
Semirreação de redução do gás oxigênio:



Equação global da formação de $\text{Fe}(\text{OH})_2$:



Oxidação do hidróxido de ferro II a hidróxido de ferro III:



Na realidade, a ferrugem é uma mistura de hidróxido de ferro II ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) e hidróxido de ferro III ($\text{Fe}(\text{OH})_3$), formando uma mistura de um sólido avermelhado e quebradiço.



Figura 12: A ferrugem é resultado da oxidação do ferro que tem como um dos seus produtos o óxido de ferro, é ele o responsável pela cor avermelhada.

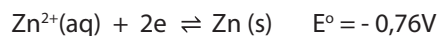
Fonte: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Rust.rust.JPG> – Autor: Kiko Correia

Um processo simples para a proteção de peças metálicas é o seu revestimento com uma película de tinta, evitando o seu contato com o gás oxigênio e a umidade presentes no ar atmosférico. Mas qualquer trinca na superfície provoca uma corrosão severa no metal exposto.

Outra forma de proteção é a galvanização da peça com um metal de sacrifício.

Metal de sacrifício?!?! Como assim?

Veja, como exemplo, o metal zinco. Repare nos seguintes valores:



Veja que o zinco possui um potencial de redução menor; logo, possui maior facilidade para se oxidar que o ferro.

Sendo assim, mesmo que a película de zinco fosse danificada e o ferro ficasse exposto, o zinco sofreria, preferencialmente, o processo de oxidação; logo, dizemos que o zinco agiu como metal de sacrifício.



Saiba Mais

Você já escutou falar em folha de flandres?

Elas são muito utilizadas na produção de latas para armazenagem de conservas, carnes enlatadas e óleos comestíveis.

Consiste em um laminado de aço, envolvido em uma película de estanho, que tem a função de aumentar a sua vida útil, já que evita a ferrugem da chapa metálica de aço, além de aumentar a sua maleabilidade.

Esse revestimento pode ser realizado, mergulhando-se a lâmina de aço em recipientes, contendo estanho fundido, ou pelo processo eletrolítico. Esse último garante uma deposição mais homogênea e perfeita, produzindo uma folha de flandres mais resistente e duradoura.



Figura 13: Por sua grande resistência a corrosão, a folha de flandres é utilizada na produção de utensílios como latas de tinta, de alimentos e de produtos químicos, por exemplo.

Fonte: <http://www.sxc.hu/photo/1083203> – Autor: ilker.

Evite a corrosão do ferro!

Imagine que você tenha de proteger da corrosão o portão de ferro da sua casa que você acabou de comprar. Para isso, você tem disponíveis três tipos diferentes de tinta:

Tinta 1 – Revestimento protetor, contendo magnésio metálico.

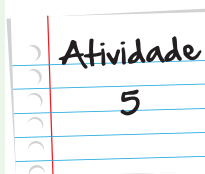
Tinta 2 – Revestimento protetor, contendo zinco metálico.

Tinta 3 – Revestimento protetor, contendo cobre metálico.

Quais as tintas que você pode usar para proteger o seu portão? Justifique a sua escolha.

Observação: Para escolhê-la, será necessário que você consulte o potencial de redução dos metais, na tabela 1, que compõem a tinta: magnésio (Mg), zinco (Zn) e Cobre (Cu) e compare-os com o do ferro (Fe).

Anote suas
respostas em
seu caderno



Como você acabou de estudar, os processos eletroquímicos são muito importantes em nosso cotidiano. Mas eles também acarretam um sério problema ambiental. As pilhas e, principalmente, as baterias de celulares, quando descartados no lixo comum, vão parar em lixões ou em aterros sanitários e acabam sofrendo um processo de oxidação, que rompe o invólucro, acarretando o vazamento de vários metais pesados para o Meio Ambiente.

Esses metais podem causar sérios danos ambientais, já que muitos deles se acumulam nos lençóis freáticos, contaminando a água que muitas vezes é utilizada na irrigação de alimentos.

Por isso, pesquise em sua região o local que recebe esse lixo eletrônico para reciclagem. E não esqueça de divulgá-lo para os seus amigos e familiares. Afinal, a química também serve para proteger o planeta!

Fechamos aqui mais uma etapa, mas ainda não acabamos nossa viagem pela química! Na próxima unidade você será apresentado a um ramo chamado de Química Orgânica, conhecerá sua história e entenderá por que ela recebeu esse nome e, ainda, o que ela tem de diferente do que aprendemos até aqui. Nos encontraremos por lá, certo?

Resumo

- As pilhas e baterias são processos espontâneos que utilizam a transferência de elétrons de uma reação de oxirredução para gerar corrente elétrica.
- Nessas reações, a espécie que perde elétrons sofre um processo denominado oxidação. Já a espécie que ganha elétrons sofre a redução.
- Para a montagem de uma pilha, necessitamos de dois eletrodos imersos em soluções eletrolíticas. A união dos eletrodos com um fio metálico e das soluções, com uma ponte salina, gera a transferência espontânea de elétrons.
- Esse fluxo de elétrons ocorre do polo negativo (polo em que ocorre a oxidação, ou seja, o anodo) para o polo positivo (polo em que ocorre a redução, ou seja, o catodo).
- A diferença de potencial entre os eletrodos escolhidos para a montagem de uma pilha gera uma força eletromotriz que é calculada a partir dos potenciais dos eletrodos.
- Já a eletrólise é um processo não espontâneo, onde a passagem de uma corrente elétrica gera a ocorrência de uma reação química. É um processo muito utilizado na obtenção de várias matérias-primas industriais, como o alumínio, a soda cáustica e o ácido clorídrico.
- Além disso, o processo de eletrólise, chamado galvanização, é muito importante na prevenção da corrosão de diversos metais, principalmente o ferro.

Veja ainda

A revista Química Nova na Escola apresenta artigos bem interessantes sobre o tema da nossa aula. Destaco para você os seguintes textos:

- Pilhas e baterias: funcionamento e impacto ambiental: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a01.pdf>
- Corrosão: um exemplo usual de fenômeno químico. <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a04.pdf>

O portal PontoCiência.org apresenta vários experimentos interessantes sobre eletroquímica. Sugiro uma visita:

- Funcionamento de uma bateria de carro: <http://pontociencia.org.br/gerarpdf/index.php?experiencia=71>
- Construção de um candelabro de uma latinha de alumínio: <http://pontociencia.org.br/gerarpdf/index.php?experiencia=849>

Referências

- ATKINS, Peter W., Loretta Jones. **Princípios de Química Questionando a vida moderna e o meio**. 5th Edição. Porto Alegre: Bookman, 2012. 1030 p.
- FONSECA, Martha R. M. da. **Química: físico-química, textos e atividades complementares**. São Paulo: FTD, 2007. 144 p.
- FONSECA, Martha R. M. da. **Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia; v.2**. São Paulo: FTD, 2010. 400p.
- LEVORATO, Anselmo et al. **Química – Ensino Médio**. Curitiba: SEED-PR, 2006. P. 248.
- MORTIMER, Eduardo Fleury, MACHADO, Andréa Horta. **Química, 2: Ensino Médio**. São Paulo: Scipione, 2010. 256 p.
- NARCISO, Jr., JORDÃO M. Projeto Escola e Cidadania – **Química: Pilhas e Baterias: energia empacotada**. São Paulo: Editora do Brasil, 2000. 24 p.
- PERUZZO, Francisco M., CANTO, Eduardo L. **Química na abordagem do cotidiano V.2**. São Paulo: Moderna, 2006. 376 p.
- SILVA, E. Roberto. NÓBREGA, O. Salgado. SILVA, R. R. Hashimoto. **Química – transformações e energia**. São Paulo: Ed. Ática. 2001. 408 p.

Atividade 1

Material	Aspecto inicial	Aspecto final
Solução de sulfato de cobre	Coloração azul	A coloração azul diminui de intensidade.
Palha de aço	Sólido de coloração cinza escuro.	Formação de um sólido de coloração castanho-avermelhado. Com o passar do tempo, a palha de aço se desmancha.

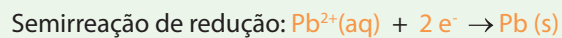
Respostas
das
Atividades

Atividade 2

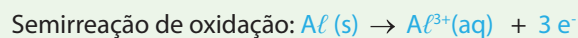
- O alumínio metálico: Al^0
- Os íons prata: Ag^+
- O alumínio metálico, já que provoca a redução dos íons Ag^+ .
- O Ag^+ pois provoca a oxidação do alumínio metálico.

Atividade 3

- O acúmulo de chumbo indica que íons Pb^{2+} ganham elétrons, produzindo chumbo metálico (Pb^0):



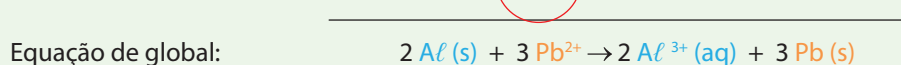
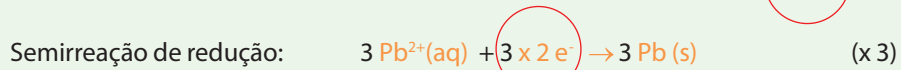
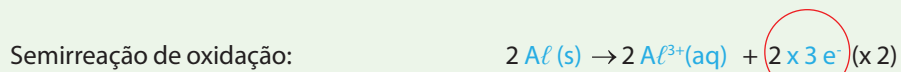
E o desgaste da placa de alumínio indica que átomos de alumínio metálico (Al^0) perdem elétrons, produzindo íons Al^{3+} .



- O polo positivo (catodo) é o eletrodo de chumbo, pois esse sofre redução. Já o polo negativo (anodo) é o eletrodo de alumínio, pois esse sofre oxidação.

Respostas
das
Atividades

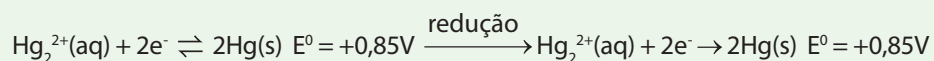
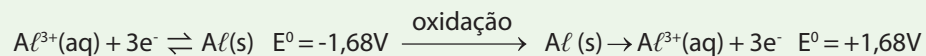
- c. Os elétrons são emitidos pela placa de alumínio e fluem para a placa de chumbo.
- d. Você lembra que o número de elétrons cedidos e recebidos deve ser igual, por isso, não se esqueça de multiplicar as equações químicas. Veja como fica a equação global:



Atividade 4

O alumínio metálico tem o potencial de redução menor que o mercúrio, logo, sofre oxidação. Isso significa que o alumínio perde elétrons com mais facilidade, sendo o ânodo da pilha formada. Já o mercúrio do amálgama recebe elétrons, sofrendo redução e atuando como o catodo. A saliva, por sua vez, atua como solução eletrolítica.

Para o cálculo da ddp, precisamos recorrer à tabela de potenciais:

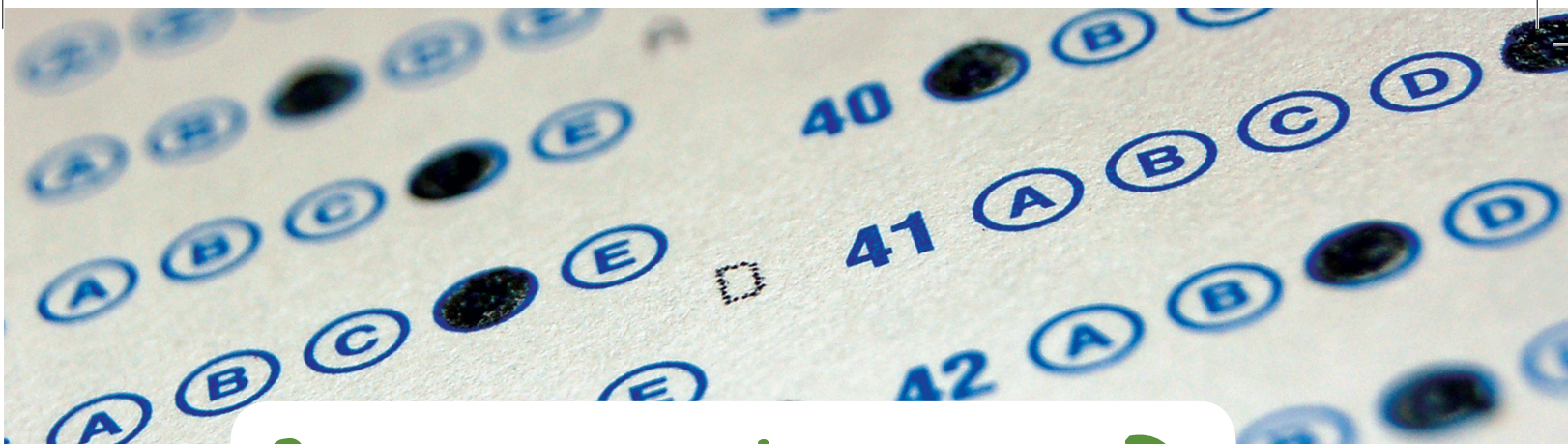


$$\Delta E = 0,85 + (+1,68) = +2,53 \text{ V}$$

Como o valor encontrado é positivo, o processo é espontâneo e a pilha ocorre.

Atividade 5

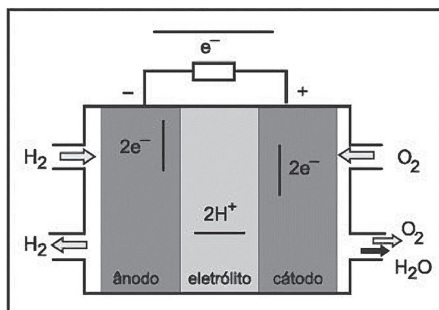
Para evitar a corrosão (oxidação) do ferro, é necessária a presença de um metal que possua um potencial de redução menor que o dele. No caso, podemos proteger o portão de ferro da corrosão, usando os metais magnésio e zinco como metais de sacrifício.



O que perguntam por aí?

Questão 1 (Enem 2010)

O crescimento da produção de energia elétrica ao longo do tempo tem influenciado decisivamente o progresso da humanidade, mas também tem criado uma séria preocupação: o prejuízo ao Meio Ambiente. Nos próximos anos, uma nova tecnologia de geração de energia elétrica deverá ganhar espaço: as células a combustível hidrogênio/oxigênio.



VILLULLAS, H. M.; TICIANELLI, E. A.; GONZÁLEZ, E. R. *Química Nova Na Escola*. Nº15, maio 2002.

Com base no texto e na figura, a produção de energia elétrica por meio da célula a combustível hidrogênio/oxigênio diferencia-se dos processos convencionais porque:

- Transforma energia química em energia elétrica, sem causar danos ao Meio Ambiente, porque o principal subproduto formado é a água.
- Converte a energia química contida nas moléculas dos componentes em energia térmica, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao Meio Ambiente.
- Transforma energia química em energia elétrica, porém emite gases poluentes da mesma forma que a produção de energia a partir dos combustíveis fósseis.

- d. Converte energia elétrica proveniente dos combustíveis fósseis em energia química, retendo os gases poluentes produzidos no processo sem alterar a qualidade do Meio Ambiente.
- e. Converte a energia potencial acumulada nas moléculas de água contidas no sistema em energia química, sem que ocorra a produção de gases poluentes nocivos ao Meio Ambiente.

Resposta: letra A

Comentários

A energia produzida a partir da célula combustível hidrogênio/oxigênio é uma energia limpa, produzindo como subproduto principal a água, o que diferencia dos processos convencionais, mais poluentes.

Anexo 1 • Volume 1 • Módulo 4 • Química

Lista de exercícios

Aqui estamos disponibilizando uma lista com exercícios para você testar seus novos conhecimentos. Os exercícios foram retirados do ENEM e de outros vestibulares.

Lembre-se, praticar é uma das melhores maneiras de aprender. As respostas você encontrará ao final, mas deixe para consultá-las apenas depois de resolver os desafios. Mas não deixe de tentar, ok? Mãos à obra!

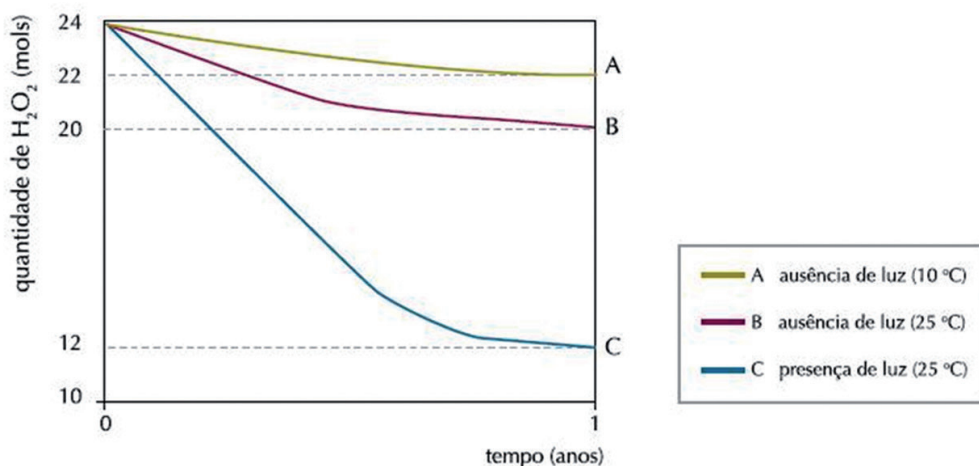
1 - ENEM 2008

A água oxigenada consiste em uma solução aquosa de peróxido de hidrogênio que se decompõe sob a ação da luz e do calor, segundo a equação química:



Em um experimento, foi monitorada a quantidade de peróxido de hidrogênio em três frascos idênticos - A, B e C - de 1 L de água oxigenada mantidos em diferentes condições de luminosidade e temperatura.

Observe os resultados no gráfico:



Na condição em que ocorreu a menor taxa de decomposição do peróxido de hidrogênio, a velocidade média de formação de O₂, em mol.ano⁻¹, foi igual a:

- (A) 1
- (B) 2
- (C) 6
- (D) 12

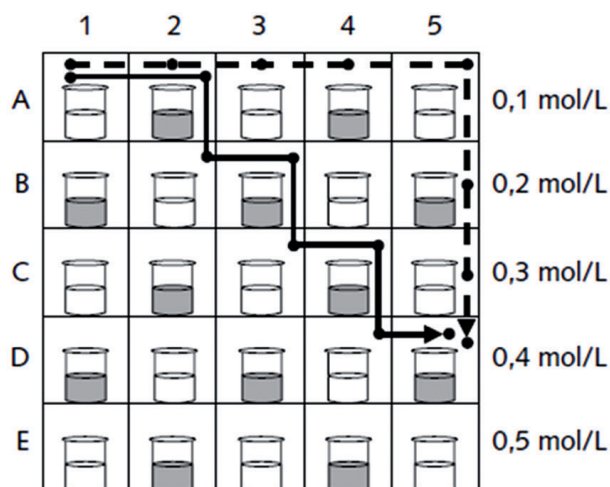
2 - UNICAMP 1999

"O JOGO DAS SOLUÇÕES"

O quadro abaixo representa uma estante onde há béqueres que contêm o mesmo volume V de solução de HCl ou de NaOH (solução diferenciada pela tonalidade cinza, no desenho). As concentrações, em mol/L, são as mesmas em uma mesma linha e estão indicadas ao lado do quadro.

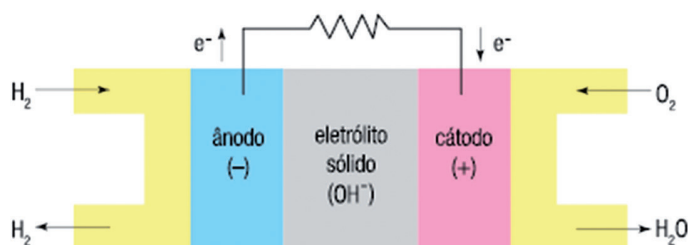
Usando um béquer de volume suficientemente grande, pode-se nele misturar os conteúdos de vários béqueres do quadro.

- a. Misturando-se todas as soluções que estão no caminho indicado pela linha tracejada, indo da posição A1 até a D5, inclusive, a solução final será ácida ou básica? Explique.
- b. Qual será a concentração do ácido ou da base na solução final do item a?
- c. Misturando-se todas as soluções que estão na sequência indicada pela linha contínua, indo da A1 até a D5 inclusive, qual será o pH da solução final?

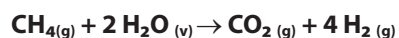


3 - UERJ 2009

A célula a combustível é um tipo de pilha que gera energia elétrica a partir da reação química entre os gases hidrogênio e oxigênio, como mostra o esquema:



Para seu funcionamento ininterrupto, a célula precisa ser continuamente alimentada com o oxigênio do ar e com o gás hidrogênio proveniente da seguinte reação química:



Considere os valores abaixo, relativos ao funcionamento da célula sob condições padrão:

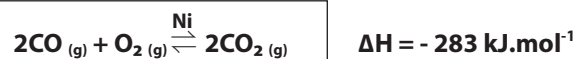
Potenciais de redução dos eletrodos (V)		Entalpias de formação (kJ.mol ⁻¹)	
$2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2(\text{g}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq})$	- 0,83	$\text{CH}_4(\text{g})$	- 75
$\text{O}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-(\text{aq})$	0,40	$\text{H}_2\text{O}(\text{v})$	- 241
		$\text{CO}_2(\text{g})$	- 394

Calcule a força eletromotriz, em volts, da célula a combustível e a variação de entalpia, em kJ, da reação de obtenção do hidrogênio.

4 - UERJ 2012

O monóxido de carbono formado na combustão incompleta em motores automotivos é um gás extremamente tóxico. A fim de reduzir sua descarga na atmosfera, as fábricas de automóveis passaram a instalar catalisadores contendo metais de transição, como o níquel, na saída dos motores.

Observe a equação química que descreve o processo de degradação catalítica do monóxido de carbono:



Com o objetivo de deslocar o equilíbrio dessa reação, visando a intensificar a degradação catalítica do monóxido de carbono, a alteração mais eficiente é:

- a. reduzir a quantidade de catalisador
- b. reduzir a concentração de oxigênio
- c. aumentar a temperatura
- d. aumentar a pressão

5 - UERJ 2012

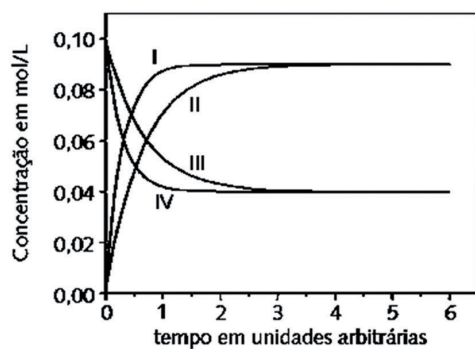
Um laboratório realiza a análise de células utilizando uma solução fisiológica salina com pH neutro. O laboratório dispõe de apenas quatro substâncias que poderiam ser usadas no preparo dessa solução: HCl, NaCl, NaOH e NaHCO₃.

Dentre elas, a que deve ser escolhida para uso na análise está indicada em:

- a. HCl
- b. NaCl
- c. NaOH
- d. NaHCO₃

6 - UNICAMP 1999

A figura abaixo representa, sob o ponto de vista cinético, a evolução de uma reação química hipotética na qual o reagente A se transforma no produto B. Das curvas I, II, III e IV, duas dizem respeito à reação catalisada, e, duas, à reação não catalisada.



a) Quais das curvas representam as concentrações de A e de B, em função do tempo, para a reação não catalisada? Indique a curva que se refere à concentração de A e a curva que se refere à concentração de B.

b) Calcule o valor da constante de equilíbrio para a reação de transformação de A em B.

7 - ITA 2010

Sabe-se que a 25°C as entalpias de combustão (em kJ mol⁻¹) de grafita, gás hidrogênio e gás metano são, respectivamente: -393,5; -285,9 e -890,5. Assinale a alternativa que apresenta o valor CORRETO da entalpia da seguinte reação:



- a. -211,1 kJ mol⁻¹
- b. -74,8 kJ mol⁻¹
- c. 74,8 kJ mol⁻¹
- d. 136,3 kJ mol⁻¹
- e. 211,1 kJ mol⁻¹

8 - UERJ 2010

Compostos de enxofre são usados em diversos processos biológicos. Existem algumas bactérias que utilizam, na fase da captação de luz, o H₂S em vez de água, produzindo enxofre no lugar de oxigênio, conforme a equação química:

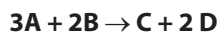


O elemento reduzido na equação química está indicado em:

- (A) enxofre
- (B) carbono
- (C) oxigênio
- (D) hidrogênio

9 - EsPCex 2011

Os dados da tabela abaixo, obtidos experimentalmente em idênticas condições, referem-se à reação:



Experiência	Concentração de A [A] em mol.L ⁻¹	Concentração de B [B] em mol.L ⁻¹	Velocidade v em mol.L ⁻¹ .min ⁻¹
1	2,5	5,0	5,0
2	5,0	5,0	20,0
3	5,0	10,0	20,0

Baseando-se na tabela, são feitas as seguintes afirmações:

I - A reação é elementar.

II - A expressão da velocidade da reação é $v = k \cdot [A]^3 \cdot [B]^2$.

III - A expressão da velocidade da reação é $v = k \cdot [A]^2 \cdot [B]^0$.

IV - Dobrando-se a concentração de B, o valor da velocidade da reação não se altera.

V - A ordem da reação em relação a B é 1 (1ª ordem).

Das afirmações feitas, utilizando os dados acima, estão corretas apenas:

- a. I e II.
- b. I, II e III.
- c. II e III.
- d. III e IV.
- e. III, IV e V.

10 - UERJ 2013

Substâncias que contêm um metal de transição podem ser oxidantes. Quanto maior o número de oxidação desse metal, maior o caráter oxidante da substância. Em um processo industrial, no qual é necessário o uso de um

agente oxidante, estão disponíveis apenas quatro substâncias: FeO , Cu_2O , Cr_2O_3 e KMnO_4 . A substância que deve ser utilizada nesse processo, por apresentar maior caráter oxidante, é:

- (A) FeO
- (B) Cu_2O
- (C) Cr_2O_3
- (D) KMnO_4





Anexo 2 • Volume 1 • Módulo 4 • Química

Resposta dos exercícios do Anexo II

Questão 1

Gabarito: A

Comentário: Como se observa no gráfico, o experimento A foi o que apresentou a menor variação na quantidade de H_2O_2 ($24 - 22 = 2$ mols), com uma taxa de decomposição de $2 \text{ mol}\cdot\text{ano}^{-1}$.

De acordo com a equação, 2 mols de H_2O_2 formam 1 mol de O_2 . Logo, a velocidade média de formação de O_2 é igual a $1 \text{ mol}\cdot\text{ano}^{-1}$.

Questão 2

Comentário:

a) O resultado da mistura das soluções indicadas pelo caminho tracejado será básico. Supondo que cada béquer contém 1 L de solução, a mistura resultará em 8 litros de solução; de acordo com as concentrações do quadro nos 8 litros, encontraremos 0,8 mol de NaOH e 0,6 mol de HCl, portanto, a solução será básica.

b) Volume final = $8 \times V$

Excesso de base = $0,2 \text{ mol} \times V/L$

$C = 0,1 \text{ V/L} \quad 8 \text{ V} = 0,2 / 8 \text{ mol/L} = 0,025 \text{ mol/L}$

A concentração final de NaOH é de 0,1 M, e a de HCl é de 0,075 M; as duas substâncias reagem de acordo com a equação $1 \text{ NaOH} + 1 \text{ HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2$

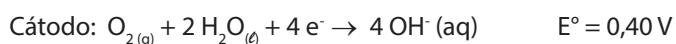
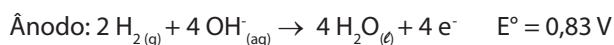
O, haverá excesso de NaOH, então a concentração de base na solução final é 0,025 M NaOH. ($0,1 \text{ M} - 0,075 \text{ M}$ (reage) = $0,025 \text{ M}$ (final))

c) O pH será básico. Misturando as soluções obteremos concentrações iguais de NaOH e HCl (0,125 M cada). Como não há excesso de nenhum dos dois reagentes, a solução é neutra, portanto o pH = 7.

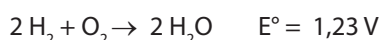
Questão 3

Comentários:

As semirreações que ocorrem na célula a combustível são:



A reação global e a força eletromotriz são obtidas a partir da soma dessas duas semirreações:



A variação de entalpia da reação de formação de hidrogênio é a diferença entre a entalpia dos produtos e a entalpia dos reagentes:

$$\Delta H = H_f - H_i = H_{\text{CO}_2} + 4 \times H_{\text{H}_2} - H_{\text{CH}_4} - 2 \times H_{\text{H}_2\text{O}} = -394 + 4 \times 0 + 75 + 2 \times 241 = 163 \text{ kJ}$$

Questão 4

Gabarito: D

Comentários: Analisando a reação, vemos que os reagentes estão no estado gasoso, assim como o produto. Temos ainda a presença de um catalisador e vemos que a variação de entalpia é negativa, ou seja, libera calor.

Para descobrir como aumentar o consumo de monóxido de carbono e assim também aumentar a produção de dióxido de carbono, vamos analisar as alternativas:

A opção A sugere reduzir a quantidade de catalisador. Isso não faz sentido, pois só tornaria a reação mais lenta e menos eficiente.

A opção B sugere reduzir a concentração de oxigênio, um dos reagentes dessa reação. Para que o monóxido de carbono seja consumido, ele precisa reagir com oxigênio; se reduzirmos a quantidade de oxigênio, reduzimos a taxa de reação.

A opção C sugere um aumento de temperatura. Isso não geraria um bom resultado, pois a reação é exotérmica e gera calor. No entanto, seria bom se conseguíssemos baixar a temperatura, pois, à medida que a reação libera calor, mais calor é necessário, aumentando a taxa de reação e o consumo de monóxido de carbono, por sua vez.

A opção D faz sentido, já que, ao passo que ambos os reagentes são gasosos, ao aumentarmos a pressão forçamos as duas moléculas de reagente a reagirem e formarem apenas uma. Com isso, o equilíbrio é deslocado, fazendo com que mais monóxido de carbono seja necessário.

Questão 5

Gabarito: B

Comentários: Para que a solução tenha pH neutro, o composto não pode alterar a concentração de íons H^+ no meio aquoso. Analisando os compostos:

HCl - ácido forte, ao colocarmos em água, gera íons hidrônio que baixam o pH;

NaOH - base forte, ao colocarmos em água, gera íons hidroxila que aumentam o pH;

$NaHCO_3$ - sal básico, ao adicionarmos em água, aumenta o pH;

NaCl - sal neutro, em água gera íons Na^+ e Cl^- . Não altera o pH da solução.

Questão 6

Comentários:

a) A curva II representa a concentração de B, e a III representa a concentração de A para uma reação não catalisada (As duas ascendentes representam B e as descendentes, A).

b) $2 A = 3 B$

[A] final = 0,04

[A] inicial = 0,10

diferença [A] = 0,03

$K = (0,09)^3 / (0,02)^2 = 0,456$

Questão 7

Gabarito: B

Comentários: No enunciado, nos foram fornecidos os calores de combustão. No entanto, nos interessam os calores de formação.

Assim sendo, podemos considerar que os calores de formação são numericamente iguais aos módulos dos calores de combustão. Logo, pela equação padrão da entalpia, temos que:

$$\Delta H = H_{\text{produtos}} - H_{\text{reagentes}}$$

$$\Delta H = (\text{CH}_4) - (\text{H}_2 + \text{C}(\text{grafita}))$$

$$\Delta H = (+890,5) - [(2x + 285,9) + (+393,5)]$$

$$\Delta H = (+890,5) - [(+571,8) + (+393,5)]$$

$$\Delta H = (+890,5) - 965,3$$

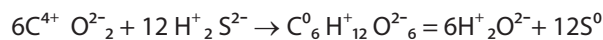
$$\Delta H = -74,8$$

Questão 8

Gabarito: B

Comentários:

Identificam-se os números de oxidação de cada elemento na equação química:



Na equação, os elementos que apresentam variação em seus números de oxidação são:

Carbono: $+4 \rightarrow 0$ (há ganho de 4 elétrons)

Enxofre: $-2 \rightarrow 0$ (há perda de 2 elétrons)

Como o processo de redução consiste no ganho de elétrons, o elemento que está sendo reduzido é o carbono.

Questão 9

Gabarito: D

Comentários: Comparando os dados da tabela, temos:

i) comparando os valores na experiência 1 e 2, vemos que a concentração de B não se alterou, e, quando [A] dobrou, a velocidade quadruplicou, logo, a ordem parcial em relação a A é 2.

ii) comparando os valores na experiência 2 e 3, vemos que a concentração de A não se alterou, e, quando [B] dobrou, a velocidade da reação não se alterou. Logo, a ordem parcial em relação a B é zero.

Equação da velocidade: $V = K.[A]^2.[B]^0$.

Portanto:

Afirmção I: FALSA

Afirmção II: FALSA

Afirmção III: VERDADEIRA

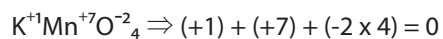
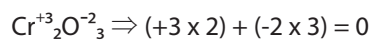
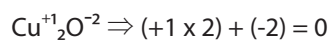
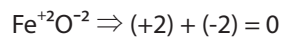
Afirmção IV: VERDADEIRA

Afirmção V: FALSA

Questão 10

Gabarito: D

Comentários: Com base na Classificação Periódica dos Elementos, os números de oxidação do O e do K são -2 e +1, respectivamente. Sabendo que a soma das cargas nas substâncias é igual a zero, calculam-se os números de oxidação dos demais elementos em cada substância:



O metal de transição de maior número de oxidação é o Mn (+7). Assim, a substância de maior caráter oxidante é o KMnO_4 .



