

FEZ

ELITE
PRÉ-VESTIBULAR
c a m p i n a s

Aprovou!

Elite Resolve

UNICAMP 2011
2ª fase

CIÊNCIAS DA NATUREZA

www.elitecampinas.com.br

os melhores **gabaritos** da internet

CIÊNCIAS DA NATUREZA

QUESTÃO 01

Doenças graves como o botulismo, a lepra, a meningite, o tétano e a febre maculosa são causadas por bactérias. As bactérias, no entanto, podem ser úteis em tecnologias que empregam a manipulação de DNA, funcionando como verdadeiras “fábricas” de medicamentos como a insulina.

- a) Explique como a bactéria pode ser utilizada para a produção de medicamentos.
b) O botulismo e o tétano decorrem da ação de toxinas produzidas por bactérias que são adquiridas de diferentes formas pelos seres humanos. Como pode ocorrer a contaminação por essas bactérias?

Resolução

a) As bactérias são seres vivos que apresentam seu material genético disposto de duas maneiras: um cromossomo circular com genes que regulam seu metabolismo e um material genético extra cromossômico denominado plasmídeo, que pode conter genes para a produção de toxinas ou resistência a antibióticos. Estes plasmídios, que podem ser intercambiáveis entre as bactérias – inclusive entre espécies diferentes, têm estruturas simples e podem ser construídos em laboratório utilizando técnicas de engenharia genética. É possível, portanto, produzir plasmídios que contenham genes cuja expressão produza as substâncias de interesse, como por exemplo o hormônio de crescimento e a insulina. Portanto, como as bactérias podem incorporar fragmentos de DNA presentes no meio em que se encontram ou estes podem ser introduzidos por meio de vetores como vírus ou através da técnica denominada *shotgun*, os genes contidos nos plasmídios construídos passam a ser expressos, produzindo assim a proteínas de interesse em escala industrial, dada a alta capacidade reprodutiva da bactéria.

b) O *Clostridium botulinum*, bactéria causadora do botulismo, pode se reproduzir em ambientes anaeróbios, como latas e compotas, pois trata-se de um organismo anaeróbio estrito, liberando neste meio, por resultado do seu metabolismo, a toxina botulínica, que acaba sendo ingerida juntamente com o alimento causando intoxicação alimentar. O *Clostridium tetani*, bactéria causadora do tétano, é encontrado no meio ambiente em regiões onde a concentração de oxigênio é baixa, como no solo úmido e em ferros oxidados. Ao sofrer uma lesão de continuidade na pele (machucado), o *C. tetani* pode ser inoculado no ser humano, onde passa a se reproduzir no local da ferida, liberando suas toxinas (tetanospasmina e tetanolisina) na circulação.

QUESTÃO 02

Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a habitar o meio terrestre. Provavelmente surgiram de peixes crossopterígeos que eventualmente saíram da água à procura de insetos. Antes de ganharem o meio terrestre, esses ancestrais dos anfíbios passaram por modificações em sua estrutura e em sua fisiologia.

- a) Mencione duas modificações importantes nessa transição.
b) Os anfíbios são classificados em três ordens: Gymnophiona ou Apoda (cobras cegas), Urodela (salamandras) e Anura (sapos, rãs e pererecas). Mencione uma característica exclusiva de cada uma delas.

Resolução

a) Para esta questão, o candidato deveria ter em mente que a transição de vertebrados do ambiente aquático para o terrestre demanda a resolução de pelo menos dois problemas: a questão do deslocamento e sustentação do corpo e a desidratação durante as trocas gasosas com o meio externo.

No ambiente aquático, o empuxo existente e a viscosidade auxiliam na sustentação e na locomoção do corpo do animal. Já no ambiente terrestre, a redução do empuxo constitui um problema para a sustentação e a baixa viscosidade do ar é um dificultador do deslocamento. A **transformação de nadadeiras lobadas de peixes crossopterígeos em apêndices locomotores** permite que o apoio do animal no solo seja mais eficiente e torna possível o deslocamento, a partir desse apoio, no ambiente terrestre.

As trocas de O₂ e CO₂ entre o sangue e o meio em qualquer animal se dão através da difusão simples desses gases por uma superfície corporal permeável. A eventual perda de água por essa superfície pode ocorrer, mas não consiste em uma limitação para animais aquáticos. As brânquias, órgãos respiratórios destes animais, podem, portanto, ficar bastante expostas ao meio externo. Esta exposição, no entanto, consiste num problema para os vertebrados terrestres, dado o risco de desidratação que ela implica. Os primeiros Tetrapoda, derivados dos peixes mencionados no enunciado, apresentam **bexigas natatórias – órgãos originalmente relacionados à**

fluatuabilidade – modificadas em estruturas que permitem as trocas gasosas entre o ar e o sangue, chamadas de pulmões. Ao inflarem seus pulmões através da compressão do ar a partir da boca e faringe (ventilação por pressão positiva), os anfíbios colocam o ar ambiental em contato com uma superfície de trocas localizada no interior do corpo e, portanto, menos propícia à desidratação. Com o desenvolvimento de um mecanismo interno de trocas gasosas, um mecanismo de direcionamento do sangue oxigenado proveniente dos pulmões diretamente para o coração apareceu e, com isso, cria-se dois circuitos circulatórios: do coração para os pulmões e de volta ao coração e do coração para os outros órgãos e de volta para o coração. Temos, portanto, o surgimento da **circulação dupla**, que permite uma maior eficiência na oxigenação dos tecidos, atendendo às demandas energéticas da vida terrestre.

É necessário mencionar que os pulmões de anfíbios são pouco eficazes, uma vez que são lisos e, portanto, apresentam baixa superfície de trocas gasosas. Conseguem, no entanto, suplantá-la através da **respiração cutânea**. No entanto, uma vez que a superfície do corpo, permeável para a troca de gases, fica exposta, surge uma nova restrição à ocupação do ambiente terrestre para os anfíbios, que lhes permite apenas a vida em ambientes de alta umidade.

- b) Para os Apoda ou Gymnophiona, o candidato poderia mencionar a ausência de apêndices locomotores, a presença de escamas de calcita e o corpo alongado, com anéis ao longo do seu eixo antero-posterior. Ocorre ainda a presença, no macho, do falódeo, órgão copulador.



Um ápode (*Gymnopsis syntrema*). Retirado de <http://www.uta.edu/biology/campbell/herpetology/Gymnophiona.html>

Para os Urodela (salamandras e tritões), podem ser mencionadas a presença de uma cauda diferenciada do corpo e a ocorrência de pedomorfose que resulta na retenção da respiração branquial no adulto.



Salamandra-de-fogo (*Salamandra salamandra terrestris*). Retirado de <http://www.saudeanimal.com.br/salamandra.htm>

Para os Anura, podem ser mencionadas a ausência de cauda e a ocorrência de um comportamento social mais complexo.



Perereca (*Pseudis* spp.). Retirado de <http://cougarbiology.pbworks.com/w/page/9016284/Tropical-Rainforest-Group-G>

QUESTÃO 03

As aves migratórias voam muitas vezes a grandes altitudes e por longas distâncias sem parar. Para isso, elas apresentam adaptações estruturais e também fisiológicas, como a maior afinidade da hemoglobina pelo oxigênio.

- a) Explique a importância da maior afinidade da hemoglobina pelo oxigênio nas aves migratórias.
b) Indique duas adaptações estruturais que as aves em geral apresentam para o voo e qual a importância dessas adaptações.

Resolução

a) As aves migratórias, como afirma o enunciado, voam em altas altitudes, percorrendo grandes distâncias em seus ciclos anuais de vida. Sob elevadas altitudes encontraremos uma pressão atmosférica mais baixa do que a encontrada ao nível do mar, o que se reflete em uma pressão parcial do oxigênio também menor. Do ponto de vista biológico, isso pode ser entendido como uma menor disponibilidade de oxigênio no meio em que a ave respira, durante um esforço físico intenso (o voo), que exigiria uma boa oxigenação dos tecidos. Para resolver esse dilema a natureza selecionou as aves que possuíam hemoglobinas com alta afinidade pelo oxigênio, maximizando a capacidade que essa proteína terá de retirar esse gás em um meio relativamente pobre em oxigênio - o gás atmosférico contido no interior dos alvéolos pulmonares das aves durante o voo - e transportá-lo para os músculos.

b) Há nas aves uma série de adaptações anatômicas que são essenciais para o voo. Citando algumas delas:

1) Coração tetracavitário: adaptação presente tanto em aves como em mamíferos que possibilita a homeotermia, ou seja, a capacidade de manter a temperatura corporal constante independentemente da temperatura do meio. Isso é fundamental para um aproveitamento energético maximizado, como o necessário para o voo.

2) Ossos pneumáticos: as aves apresentam ossos mais leves do que a maioria dos vertebrados, pois parte da sua estrutura é preenchida por sacos aéreos, que substitui parte da matriz óssea a base de fosfato de cálcio. Essa substituição, além de tornar o osso mais leve, permite uma maior troca de calor entre o músculo (que o produz em grande quantidade por sua alta taxa metabólica durante o voo) e o meio, pois o ar contido nos sacos aéreos no interior do osso se comunica com o sistema respiratório, sendo constantemente trocado, auxiliando na manutenção da homeotermia.

3) Ausência de bexiga urinária. O metabolismo protéico das aves produz ácido úrico, substância pouco solúvel em água que é excretado juntamente com as fezes da ave. Isso tornou desnecessária a presença de uma bexiga urinária, órgão que, nos outros vertebrados, tem como única função armazenar a urina. Com isso, a ave pode tornar-se mais leve com a eliminação de um "peso morto", a urina.

4) A presença da quilha, uma adaptação do osso externo que permite a inserção dos poderosos músculos peitorais da aves, músculos esses responsáveis pelo bater de asas, fundamentais ao voo.

5) Penas: além de ajudar na manutenção da temperatura da ave, ajudam na formação da força de sustentação que é exercida pelo ar nas asas durante o voo.

6) Ausência de dentes, que tornam o crânio mais leve, facilitando o voo.

7) Presença de moela, um órgão muscular que auxilia no processamento mecânico dos alimentos, que compensa a ausência dos dentes, com um peso menor, além de melhorar a distribuição de peso na ave.

8) A ovoposição: como o filhote se desenvolve fora do corpo da mãe há uma diminuição do peso do animal mesmo quando ele está se reproduzindo.

9) Alterações esqueléticas: alguns ossos, como as últimas vértebras da coluna se fundiram e outros, como algumas vértebras cervicais, estão ausentes, deixando o esqueleto mais leve.

10) Corpo aerodinâmico, que facilita o voo pela diminuição do atrito com o ar.

11) Glândula uropigiana, cujo produto de secreção – um óleo – é distribuído pela ave, com o auxílio do bico, por suas penas e evita seu encharcamento, diminuindo, assim, a massa carregada pelo animal durante um voo na chuva ou após um mergulho.

QUESTÃO 04

A polinização geralmente ocorre entre as flores da mesma planta ou entre flores de plantas diferentes da mesma espécie, caracterizando a polinização ou fecundação cruzada. Como a maioria das flores é hermafrodita (monóclina), há mecanismos que evitam a autopolinização (autofecundação).

a) Explique um dos mecanismos que dificultam ou evitam a autopolinização.

b) Qual a importância dos mecanismos que evitam a autopolinização.

Resolução

a) Poderíamos citar:

- **auto-incompatibilidade:** por esse mecanismo, uma planta perde a capacidade de tornar uma semente fértil quando essa é formada pela fecundação da oosfera por um grão de pólen da própria planta;

- **auto-esterilidade:** quando o estigma da flor é polinizado pelo próprio pólen produzido nos seus estames, mas não ocorre a fecundação entre os gametas;

- **dicogamia:** este mecanismo faz com que ocorra um amadurecimento da parte feminina (que irá originar a oosfera) e a parte masculina (que originará o grão de pólen) em épocas distintas;

- **heterostilia:** essa é uma interessante adaptação anatômica da parte feminina da flor. O estilete (parte feminina da flor) desenvolve-se muito, tornando-se muito maior que o filete (parte masculina). Desse modo o estigma (área que irá receber o grão de pólen e que se situa no ápice do estilete) fica acima da antera (parte masculina da flor situada no ápice do filete responsável pela produção do pólen);

- **hercogamia:** nesse mecanismo há o desenvolvimento de alguma barreira física que impede o pólen de uma flor cair sobre o estigma da mesma flor;

- **dioiccia:** não ocorrem, numa única flor, os dois sexos ao mesmo tempo, forçando, portanto, a polinização cruzada (alogamia).

b) Ao dificultar a endogamia decorrente da autopolinização, esses processos promovem uma maior diversidade genética, pois levam a um encontro de genes que estavam em indivíduos diferentes. A diversidade genética é a base sobre a qual irá atuar a seleção natural, favorecendo características que tornem a planta mais bem adaptada ao ambiente no qual se encontra.

QUESTÃO 05

As substâncias orgânicas que nutrem as plantas são produzidas por meio da fotossíntese em células dotadas de cloroplastos, localizadas principalmente nas folhas. Nesse processo, que tem a luz como fonte de energia, moléculas de água (H₂O) e de gás carbônico (CO₂) reagem, originando moléculas orgânicas. As moléculas de água são absorvidas principalmente através da raiz, e o CO₂, através dos estômatos.

a) A abertura dos estômatos depende de diversos fatores ambientais. Cite um fator ambiental que afeta a abertura estomática e explique como isso ocorre.

b) Que processo permite que a planta utilize parte das substâncias orgânicas produzidas na fotossíntese como fonte de energia para suas células? Em que consiste esse processo?

Resolução

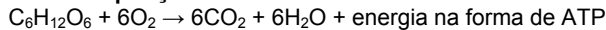
a) Os estômatos são anexos epidérmicos constituídos por um poro estomático (ostíolo) envolto por duas células-guarda (ou estomáticas), sendo estas clorofiladas. Essas células possuem espessamentos na parede celular que, quando túrgidas, promovem a abertura do ostíolo e, quando flácidas, promovem seu fechamento. O suprimento de água (mecanismo hidroativo), portanto, é um dos principais mecanismos de controle da abertura estomática. Quando a planta dispõe de água no solo, as células-guarda tornam-se túrgidas (cheias de água), promovendo a abertura dos estômatos, e quando não há água no solo, as células tornam-se flácidas, promovendo o fechamento do estômato, justamente pela disposição particular do espessamento na parede celular (mecanismo hidroativo).

A concentração de potássio é um outro mecanismo que determina o fechamento dos estômatos. O hormônio vegetal ácido abscísico participa diretamente deste controle, pois na sua presença, há um bombeamento do íon potássio de dentro da célula-guarda para fora, o que diminui sua concentração osmótica e, conseqüentemente, determina a saída de água e o fechamento estomático.

A luz também é considerada um fator determinante na abertura e fechamento estomático. Em sua presença, a intensidade de fotossíntese nas células-guarda aumenta e, com isso, a concentração de glicose aumenta. Sendo a glicose uma partícula osmoticamente ativa, o aumento de sua concentração promove um influxo de água para o interior das células-guarda, promovendo a abertura do estômato, enquanto que sua diminuição promove o efeito contrário.

A concentração de CO₂ também participa deste processo fisiológico. O aumento de CO₂ diminui o pH, do meio que fica ácido. Em ambiente ácido, as enzimas envolvidas na degradação de amido são inativadas, e assim diminui a concentração de glicose nas células-guarda. Esta diminuição de solutos solúveis torna a célula flácida promovendo o fechamento estomático.

b) Parte das substâncias orgânicas produzidas na fotossíntese é utilizada como fonte de energia para as células pelo processo denominado **respiração celular aeróbia**:

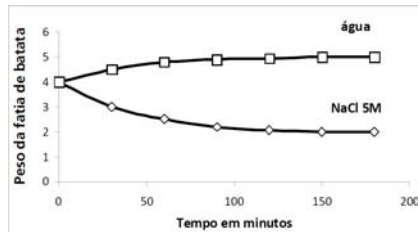


Este processo consiste na oxidação de moléculas orgânicas na presença de oxigênio, com produção de gás carbônico, água e moléculas de ATP (trifosfato de adenosina), sendo estes utilizados pelas células para suas atividades vitais. A organela responsável pelo processo em questão é a mitocôndria e o processo todo se divide em três etapas:

- 1 – Glicólise – ocorre no citosol da célula;
- 2 – Ciclo de Krebs ou Ciclo do citrato – ocorre na matriz mitocondrial;
- 3 – Cadeia respiratória ou Cadeia transportadora de elétrons – ocorre nas cristas mitocondriais.

QUESTÃO 06

Duas fatias iguais de batata, rica em amido, foram colocadas em dois recipientes, um com NaCl 5M e outro com H₂O. A cada 30 minutos as fatias eram retiradas da solução de NaCl 5M e da água, enxugadas e pesadas. A variação de peso dessas fatias é mostrada no gráfico abaixo.



- a) Explique a variação de peso observada na fatia de batata colocada em NaCl 5M e a observada na fatia de batata colocada em água.
- b) Hemácias colocadas em água teriam o mesmo comportamento das células da fatia da batata em água? Justifique.

Resolução

a) As fatias de batata foram colocadas em dois recipientes com ambientes distintos:

Ambiente contendo NaCl 5M – É um ambiente hipertônico, isto é, apresenta uma maior concentração de soluto (NaCl) em relação a fatia de batata.

Ambiente contendo apenas H₂O – É um ambiente hipotônico, isto é, apresenta uma menor concentração de soluto em relação à fatia de batata.

Chama-se soluto à substância que pode ser dissolvida, por exemplo, em água.

Destá forma, as fatias de batata que foram colocadas em ambiente hipertônico, tendem a perder água por osmose para o meio na tentativa de equilibrar a concentração das duas soluções, ficando, portanto mais leves, como observado no gráfico. Se a perda de água for muito intensa, devido a uma grande diferença de concentração entre batata e meio, a membrana plasmática das células da batata poderá desgrudar da parede celular celulósica, processo denominado plasmólise. A célula nesta situação denomina-se plasmolisada.

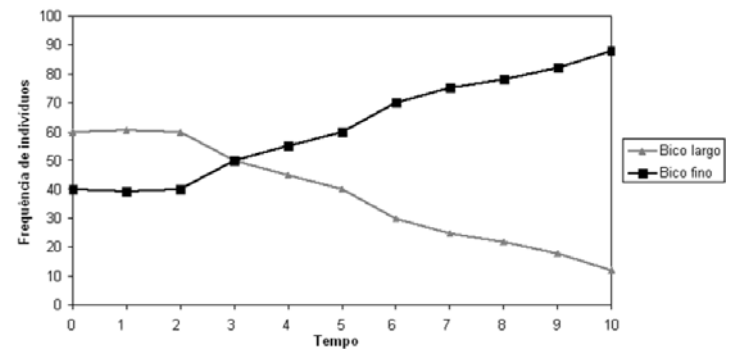
Já as fatias de batata que foram colocadas em ambiente hipotônico, tendem a ganhar água do meio por osmose, pois apresentam uma pressão osmótica superior à pressão osmótica do meio, aumentando assim o seu peso, conforme também observado no gráfico. Essas células cheias de água denominam-se túrgidas.

b) As hemácias colocadas em água não teriam o mesmo comportamento das células da fatia da batata, pois tratam-se de células animais, enquanto que as células da batata são células vegetais, caracterizadas por apresentar plastos – sendo o cloroplasto o mais significativo pela função fotossintética, grandes vacúolos – com função de armazenamento e parede celular celulósica, que é um revestimento externo à membrana plasmática que confere rigidez e sustentação à célula. Portanto, como as hemácias não possuem parede celular celulósica, ao serem colocadas em ambiente hipotônico, ganhariam água por osmose até a ruptura de sua membrana celular, caso a diferença de concentração fosse suficientemente grande entre as duas soluções. Este processo denomina-se hemólise. Este evento não se verifica em células vegetais justamente pela presença da parede celular celulósica, que evita a ruptura da membrana.

QUESTÃO 07

O gráfico abaixo mostra a variação ao longo do tempo na frequência de dois fenótipos, relativos à forma do bico de uma espécie de ave. Os pesquisadores notaram uma relação dessa variação fenotípica com

uma alteração na disponibilidade de diferentes tipos de organismos predados por essas aves e atribuíram a variação observada à seleção natural.



- a) Explique como a variação em populações de presas pode causar as mudanças nas frequências dos fenótipos mostradas no gráfico.
- b) Como o darwinismo explica o mecanismo de adaptação como parte do processo evolutivo?

Resolução

a) A capacidade de um animal de conseguir capturar sua presa influencia diretamente a sua taxa de sobrevivência e a capacidade reprodutiva dos mesmos. Se em um dado meio existe uma tendência a um determinado fenótipo sobressair-se em relação a outro, os indivíduos com essa característica teriam uma clara vantagem, melhorando suas chances de sobrevivência e a consequente capacidade de mandar essa característica às próximas gerações.

Se no meio estudado na questão houve uma mudança na população das presas, que favoreceu as aves com o bico fino, estas passaram a ter uma sobrevivência e uma taxa de reprodução maior do que aquelas com o bico largo, o que explica a variação da frequência fenotípica destas aves ao longo do tempo.

b) Para entendermos corretamente o pensamento Darwiniano precisamos pensar que na natureza existe uma desproporção entre o número de indivíduos que nascem e a quantidade de itens vitais (como alimentos, tocas, água) disponíveis. Assim, ocorre uma disputa entre os indivíduos por esses recursos, uma verdadeira luta pela sobrevivência. Os indivíduos que apresentam pequenas vantagens adaptativas, como um bico que facilita a apreensão da presa, teriam melhores chances de se destacarem nesta disputa, o que levaria a uma mudança do fenótipo da população ao longo do tempo, como o fenômeno representado no gráfico da questão. Este mecanismo denomina-se seleção natural.

Uma mesma população que se separasse por alguma razão em dois grupos distintos, que vivessem sem contato em ambientes com características ligeiramente diferentes, tenderia, ao longo do tempo, a privilegiar variações anatômicas distintas, transformando o que era um grupo homogêneo no passado em dois grupos diferentes. O acúmulo de diferenças pode se tornar tão importante que, com o passar das gerações, esses dois grupos se tornem duas espécies distintas.

QUESTÃO 08

No início do século XX, o austríaco Karl Landsteiner, misturando o sangue de indivíduos diferentes, verificou que apenas algumas combinações eram compatíveis. Descobriu, assim, a existência do chamado sistema ABO em humanos. No quadro abaixo são mostrados os genótipos possíveis e os aglutinogênios correspondentes a cada tipo sanguíneo.

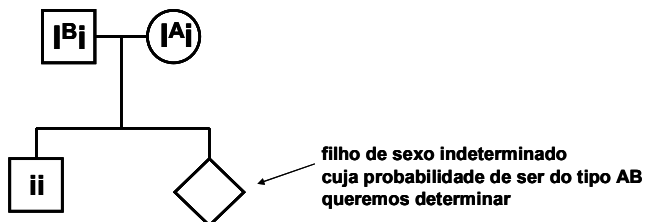
Tipo sanguíneo	Genótipo	Agglutinogênio
A	I ^A I ^A ou I ^A i	A
B	I ^B I ^B ou I ^B i	B
AB	I ^A I ^B	A e B
O	ii	Nenhum

- a) Que tipo ou tipos sanguíneos poderiam ser utilizados em transfusão de sangue para indivíduos de sangue tipo A? Justifique.
- b) Uma mulher com tipo sanguíneo A, casada com um homem com tipo sanguíneo B, tem um filho considerado doador de sangue universal. Qual a probabilidade de esse casal ter um(a) filho(a) com tipo sanguíneo AB? Justifique sua resposta.

Resolução

a) O tipo sanguíneo A apresenta em suas hemácias uma proteína denominada **aglutinogênio** (antígeno) **A** e em seu plasma (soro sanguíneo) **aglutininas** (anticorpos ou imunoglobulinas) **anti-B**. Portanto, um indivíduo do tipo A poderá receber sangue do mesmo tipo sanguíneo, pois este apresentará os mesmos aglutinogênios e aglutininas, sendo assim, a transfusão possível e, inclusive, preferível. Este indivíduo também poderá receber sangue de pessoas do tipo O, conhecidos por doadores universais justamente pelo fato de não apresentarem em suas hemácias nenhum aglutinogênio. Desta forma, suas hemácias não serão reconhecidas como hemácias estranhas, pois não apresentam proteínas estranhas para o sistema ABO em sua membrana. Vale a pena salientar, que não é a transfusão preferível, pois no plasma sanguíneo dos indivíduos do tipo O existem aglutininas anti-A e anti-B, sendo assim, algumas hemácias do receptor (A) são destruídas por estas aglutininas.

b) Para o cruzamento proposto, deve-se lembrar que o filho considerado doador universal é do tipo sanguíneo O e, portanto, tem genótipo ii. Decorre daí que ambos os pais são heterozigotos para i e, portanto, apresentam os genótipos I^Bi (pai) e I^Ai (mãe). Com isso, teríamos o seguinte heredograma:



Ao analisarmos os resultados possíveis para o cruzamento dos pais, teremos o seguinte quadro de Punnett:

		Gametas do pai	
		I ^B	i
Gametas da mãe	I ^A	I ^A I ^B	I ^A i
	i	I ^B i	ii

Pela análise do quadro, podemos chegar à conclusão de que a probabilidade de ocorrência, na prole deste casal, de indivíduos com o tipo sanguíneo AB (genótipo I^AI^B) é de 1/4.

QUESTÃO 09

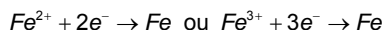
Uma maneira de se produzir ferro metálico de uma forma “mais amigável ao meio ambiente” foi desenvolvida por dois cientistas, um norte-americano e um chinês, que constataram a surpreendente solubilidade dos minérios de ferro em carbonato de lítio líquido, em temperaturas ao redor de 800 °C. No processo, a eletrólise dessa solução, realizada com uma corrente elétrica de alta intensidade, leva à separação dos elementos que compõem os minérios e à produção do produto desejado.

a) O artigo que relata a descoberta informa que os elementos que formam o minério são produzidos separadamente em dois compartimentos, na forma de substâncias elementares. Que substâncias são essas? Dê os nomes e as fórmulas correspondentes.
b) O processo atual de obtenção de ferro consiste na utilização de alto forno, que funciona a uma temperatura entre 1300 e 1500 °C, com adição de carbono para a reação de transformação do minério. Considerando todas as informações dadas, apresente duas diferenças entre o processo atual e o novo. Explique, separadamente, como essas diferenças justificam que o novo processo seja caracterizado como “mais amigável ao meio ambiente”.

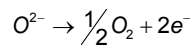
Resolução

a) A solução dos minérios de ferro (que pode ser de Fe²⁺ ou Fe³⁺) em carbonato de lítio líquido sofrerá eletrólise, ocorrendo redução dos íons Fe²⁺ ou Fe³⁺ e oxidação dos íons O²⁻.

Redução:



Oxidação:



As substâncias elementares (simples) formadas são: ferro (Fe) e gás oxigênio (O₂).

b) As diferenças, a partir do enunciado, são:
– O processo atual tem como produto, além do ferro, os gases CO e CO₂, que são poluentes enquanto que no novo processo ocorre formação de O₂, que não é poluente;
– O processo atual consome maior quantidade de energia já que necessita de maior aquecimento (1300 a 1500 °C) enquanto que o novo processo é realizado em temperaturas ao redor de 800 °C.

Observação: Podemos citar ainda, a partir dos conhecimentos químicos, que o processo atual tem como fonte de energia a queima de combustíveis fósseis enquanto que o novo processo utiliza corrente elétrica de alta intensidade.

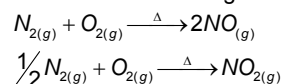
QUESTÃO 10

Dentro do programa europeu NR2C (New Road Constructions Concepts), um tipo de cimento que contém TiO₂ foi desenvolvido e aplicado em pavimentos de cidades como Hengelo (Holanda) e Antuérpia (Bélgica). Esse TiO₂ presente na superfície do pavimento promove a transformação dos compostos NO_x emitidos pelos automóveis. Simplificadamente, os NO_x, ao entrarem em contato com o TiO₂ da superfície e na presença de luz, são transformados em nitrato, que é absorvido pelo pavimento. Resultados recentes mostraram que houve uma redução desses poluentes no ar próximo ao pavimento em até 45%, em comparação com o ar sobre o pavimento onde não houve a adição do TiO₂.

a) Dê a fórmula das substâncias que compõem esses NO_x e explique como eles se formam no caso dos automóveis.
b) De acordo com as informações do texto e o conhecimento químico, cite dois aspectos que poderiam diminuir a eficiência do dispositivo, quando ele estiver sendo utilizado na redução dos NO_x emitidos. Explique cada caso.

Resolução

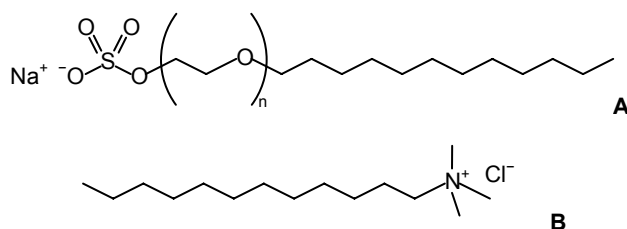
a) As substâncias que compõem esses NO_x são: NO e NO₂. Esses gases são formados, nos automóveis, na combustão do gás N₂ proveniente do ar, conforme mostrado a seguir:



b) A partir da passagem “em contato com o TiO₂ da superfície e na presença de luz, são transformados em nitrato” pode-se concluir que os dois fatores que influenciam a eficiência do dispositivo são: luz (catalisador) e superfície de contato do TiO₂. Assim, a diminuição da eficiência ocorreria na deficiência de luz, à noite ou num dia nublado, enquanto a baixa superfície de contato poderia ocorrer no caso de algum depósito sobre a superfície como tinta ou sujeira.

QUESTÃO 11

Xampus e condicionadores utilizam as propriedades químicas de surfatantes para aumentar a molhabilidade do cabelo. Um xampu típico utiliza um surfatante aniônico, como o lauril éter sulfato de sódio (A), que ajuda a remover a sujeira e os materiais oleosos dos cabelos. Um condicionador, por sua vez, utiliza um surfatante catiônico, como o cloreto de lauril trimetil amônio (B), que é depositado no cabelo e ajuda a diminuir a repulsão entre os fios limpos dos cabelos, facilitando o pentear.

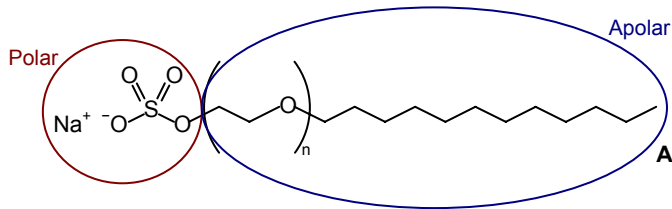


a) Considerando a estrutura do xampu típico apresentado, explique como ele funciona, do ponto de vista das interações intermoleculares, na remoção dos materiais oleosos.

b) Considerando-se as informações dadas e levando-se em conta a estrutura química desses dois surfatantes, a simples mistura dessas duas substâncias levaria a um “produto final ineficiente, que não limparia nem condicionaria”. Justifique essa afirmação.

Resolução

a) O xampu remove materiais oleosos dos cabelos por possuir uma parte apolar extensa que interage com a gordura, também apolar, por interações do tipo dipolo induzido-dipolo instantâneo.

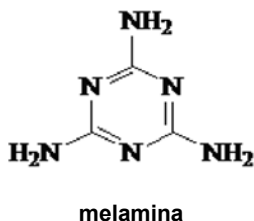


Obs: A Unicamp utiliza o termo Força de van der Waals para esse tipo de interação.

b) A mistura desses dois surfactantes levará a um produto final ineficiente já que ambos farão uma interação iônica, o que leva à formação de um sal insolúvel em água, o que diminui a molhabilidade e prejudica suas propriedades individuais como a de remover a sujeira e a de diminuir a repulsão entre os fios limpos dos cabelos.

QUESTÃO 12

Em 2008, uma contaminação de leite na China afetou a saúde de mais de 300 mil crianças. O leite, um importante alimento infantil, estava contaminado com uma substância denominada melamina (ver fórmula estrutural abaixo). A legislação, em geral, admite 2,5 ppm como uma concentração segura de melamina em alimentos, mas no leite em pó chinês foi encontrada uma concentração de até 6000 ppm dessa substância. Revelou-se que a contaminação foi proposital. Pequenos e grandes produtores, além de uma grande empresa, foram responsabilizados.

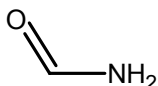


a) Sabendo que o leite é uma emulsão que contém água, açúcares, proteínas, sais minerais e lipídeos, explique por que o nitrogênio é o único elemento químico que permite determinar o teor de proteínas no leite.

b) Suponha que um dos produtores condenados tivesse adicionado 1000 litros de água a 9000 litros de leite puro e sem melamina. Quantos gramas de melamina ele deveria adicionar à mistura resultante para que a análise indicasse o teor de proteína igual ao do leite sem adulteração? Considere que um litro de leite puro contém 0,50 gramas de nitrogênio.

Resolução

a) Dos compostos citados (água, açúcares, proteínas, sais minerais e lipídeos), as proteínas são as únicas que contêm nitrogênio por serem poliamidas, formadas pela ligação de nitrogênio à carbonila, conforme mostrado abaixo:



Assim, todo o nitrogênio no leite é proveniente das proteínas, por isso esse elemento é utilizado na determinação da quantidade de proteínas.

b) A resolução pode ser feita de duas formas distintas:

Resolução 1:

Cálculo da massa de nitrogênio em 9000L de leite puro:

1 L leite puro	_____	0,5 g de N
9000 L leite puro	_____	X

$$X = 4500 \text{ g de N}$$

Cálculo da concentração de nitrogênio após a adição de água:

$$C = \frac{4500 \text{ g}}{10000 \text{ L}} = 0,45 \text{ g/L}$$

Sabendo-se que a concentração de nitrogênio no leite puro é de 0,50 g/L, para que a mistura atinja essa concentração são necessários 0,05 g/L de nitrogênio. Assim, para o volume de 10000 L, pode-se calcular a massa de nitrogênio necessária:

1 L solução	_____	0,05 g de N
10000 L solução	_____	X

$$X = 500 \text{ g de N}$$

Cálculo da massa de melamina que deve ser adicionada:

$MM_{\text{melamina}} = 126 \text{ g/mol}$, sendo que 84g/mol corresponde à quantidade de nitrogênio.

126 g melamina	_____	84 g de N
X	_____	500 g de N

$$X = 750 \text{ g de melamina}$$

Resolução 2:

A solução foi preparada misturando-se 9000 L de leite a 1000 L de água. Para que essa mistura tenha a mesma concentração do leite puro, deve-se acrescentar 500 g de nitrogênio aos 1000 L de água, assim a concentração de nitrogênio na água será de 0,5 g/L.

Cálculo da massa de melamina que deve ser adicionada:

$MM_{\text{melamina}} = 126 \text{ g/mol}$, sendo que 84g/mol corresponde à quantidade de nitrogênio.

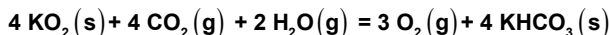
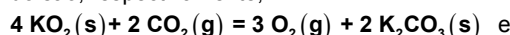
126 g melamina	_____	84 g de N
X	_____	500 g de N

$$X = 750 \text{ g de melamina}$$

QUESTÃO 13

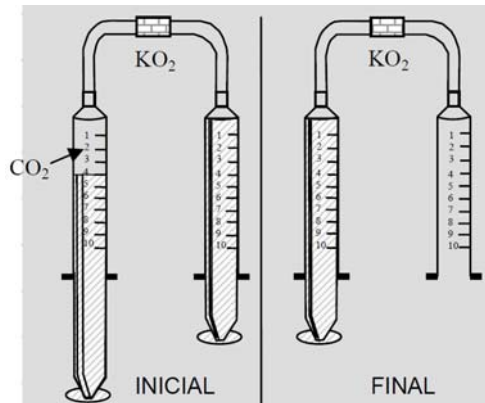
Em toda situação de confinamento, prevista ou acidental, como no recente desastre na mina de cobre do Chile, sempre há grande preocupação com a revitalização do ar ambiente. O superóxido de potássio (KO_2) pode ser utilizado em dispositivos para revitalização do ar ambiente, já que ele reage com o gás carbônico, eliminando-o, e formando oxigênio gasoso como produto.

a) As equações das reações que ocorrem com o KO_2 em ambiente seco e úmido são, respectivamente,



Em qual dos casos (ambiente seco ou úmido) um dispositivo contendo dióxido de potássio seria mais eficiente para o propósito a que se destina? Justifique.

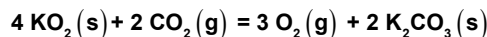
b) O esquema abaixo é de um experimento que simula a situação de confinamento. À esquerda encontra-se a fase inicial e à direita a final. No experimento, o êmbolo contendo CO_2 é pressionado, fazendo esse gás reagir com KO_2 . Levando em conta a estequiometria da reação, complete a situação final, desenhando e posicionando corretamente o êmbolo que falta. Justifique sua resposta, considerando que a reação é completa e só ocorre enquanto o êmbolo é empurrado, que a temperatura é constante e que não há atrito no movimento dos êmbolos.



Resolução

a) Analisando-se a estequiometria das duas equações observa-se que em ambiente seco são consumidos 2 mols de CO₂ para cada 4 mols de KO₂, enquanto que em ambiente úmido são consumidos 4 mols de CO₂ para a mesma quantidade de KO₂. Como a quantidade de O₂ formada é a mesma nos dois casos (3 mols), conclui-se que o processo feito em ambiente úmido é mais eficiente pois retira o dobro de CO₂ em relação ao processo realizado em ambiente seco.

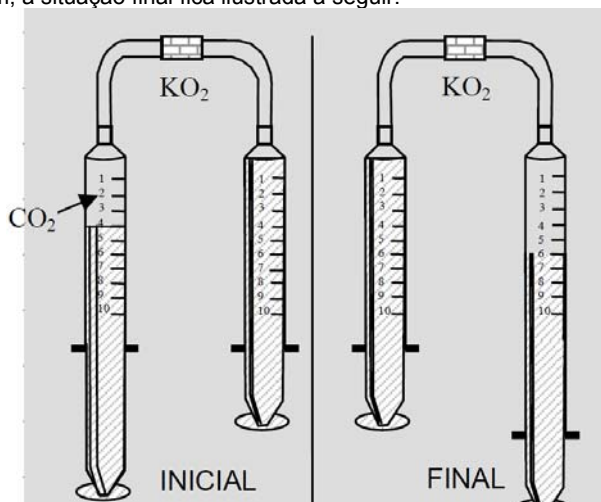
b) A reação descrita ocorre em ambiente seco, conforme a equação a seguir:



A figura mostra que o volume inicial de CO₂ é 4V. Sabendo-se que o volume de um gás é diretamente proporcional à quantidade em mols, pode-se calcular a quantidade de O₂ formada, utilizando-se a estequiometria da equação:

$$\begin{array}{ccc} 2 \text{ mols CO}_2 & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & 3 \text{ mols O}_2 \\ 4V & & X \\ \Rightarrow X = 6V & & \end{array}$$

Assim, a situação final fica ilustrada a seguir:



QUESTÃO 14

A obesidade está se tornando um problema endêmico no mundo todo. Calcula-se que em 2050 um terço de todos os homens e a metade das mulheres serão obesos. Considere a promoção de uma lancheonete, composta de um lanche, uma porção de fritas, uma torta de maçã e 500 mL de refrigerante. A tabela abaixo resume as quantidades (em gramas) de alguns grupos de substâncias ingeridas, conforme aparecem nas embalagens dos produtos.

grupo/produto	lanche	Porção de batata	Torta de maçã
carboidratos	36	35	33
proteínas	31	4,1	2,2
gorduras totais	32	15	11
cálcio	0,28	0,11	0,33
sódio	1,22	0,31	0,18

a) Considerando-se um valor diário de referência em termos de energia (VDE) de 8.400 kJ, que percentual desse VDE foi atingido apenas com essa refeição? Considere a energia por grama de lipídeos igual a 38 kJ e a de açúcares e proteínas igual a 17 kJ. Considere também que cada 100 mL de refrigerante contém 11 gramas de açúcar.

b) Considerando-se que o consumo diário máximo de sal comum (recomendado pela OMS) é de 5,0 gramas por dia, esse limite teria sido atingido apenas com essa refeição? Responda sim ou não e justifique.

Resolução

a) Cálculo da quantidade de calorías no lanche:

$$(36 \cdot 17) + (31 \cdot 17) + (32 \cdot 38) = 2355 \text{ kJ}$$

Cálculo da quantidade de calorías na porção de batata:

$$(35 \cdot 17) + (4,1 \cdot 17) + (15 \cdot 38) = 1234,7 \text{ kJ}$$

Cálculo da quantidade de calorías na torta de maçã:

$$(33 \cdot 17) + (2,2 \cdot 17) + (11 \cdot 38) = 1016,4 \text{ kJ}$$

Cálculo da quantidade de açúcar nos 500 mL de refrigerante:

$$\begin{array}{ccc} 100 \text{ mL refrigerante} & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & 11 \text{ g açúcar} \\ 500 \text{ mL refrigerante} & & X \\ X = 55 \text{ g de açúcar} & & \end{array}$$

Cálculo da quantidade de calorías no refrigerante:

$$55 \text{ g} \cdot 38 \text{ kJ} \cdot \text{g}^{-1} = 935 \text{ kJ}$$

Cálculo da quantidade total de energia:

$$2355 + 1234,7 + 1016,4 + 935 = 5541,1 \text{ kJ}$$

Cálculo do percentual do VDE atingido com a refeição:

$$\begin{array}{ccc} 8400 \text{ kJ} & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & 100\% \\ 5541,1 \text{ kJ} & & X \\ X \approx 66\% & & \end{array}$$

Assim, com a ingestão dessa refeição foram atingidos 66% do VDE.

b) Não. Conforme mostrado a seguir, a ingestão máxima de sódio recomendada pela OMS é de 1,97 g e a quantidade total ingerida foi de 1,71 g.

Cálculo da quantidade máxima de sódio recomendada pela OMS:

$$\begin{array}{ccc} 58,5 \text{ g NaCl} & \xrightarrow{\quad\quad\quad} & 23 \text{ g Na} \\ 5 \text{ g NaCl} & & X \\ X \approx 1,97 \text{ g de Na} & & \end{array}$$

Cálculo da quantidade de sódio consumida na refeição:

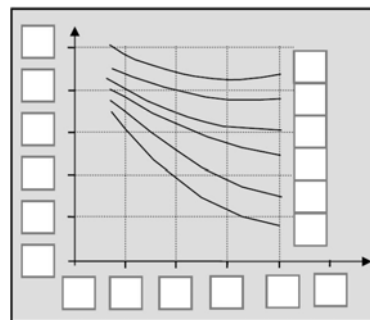
$$1,22 + 0,31 + 0,18 = 1,71 \text{ g}$$

QUESTÃO 15

A questão do aquecimento global está intimamente ligada à atividade humana e também ao funcionamento da natureza. A emissão de metano na produção de carnes e a emissão de dióxido de carbono em processos de combustão de carvão e derivados do petróleo são as mais importantes fontes de gases de origem antrópica. O aquecimento global tem vários efeitos, sendo um deles o aquecimento da água dos oceanos, o que, conseqüentemente, altera a solubilidade de CO₂ nela dissolvido. Este processo torna-se cíclico e, por isso mesmo, preocupante. A figura abaixo, preenchida de forma adequada, dá informações quantitativas da dependência da solubilidade do CO₂ na água do mar, em relação à pressão e à temperatura.

a) De acordo com o conhecimento químico, escolha adequadamente e escreva em cada quadrado da figura o valor correto, de modo que a figura fique completa e correta: solubilidade em gramas de CO₂/100 g água: 2, 3, 4, 5, 6, 7; temperatura/°C: 20, 40, 60, 80, 100 e 120; pressão/atm: 50, 100, 150, 200, 300, 400. Justifique sua resposta.

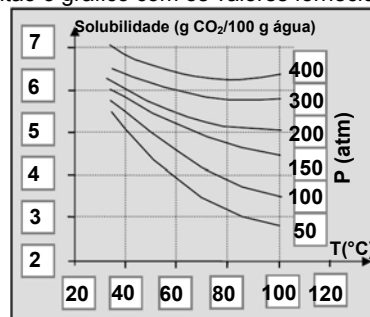
b) Determine a solubilidade molar do CO₂ na água (em gramas/100 g de água) a 40 °C e 100 atm. Mostre na figura como ela foi determinada.



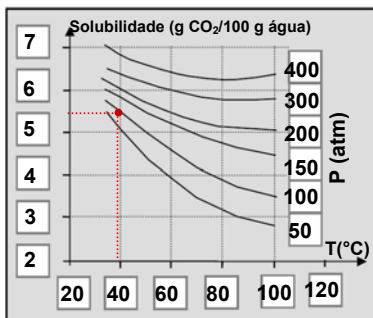
Resolução

a) A solubilidade do gás num líquido depende de dois fatores:

- Temperatura: Quanto maior a temperatura, menor a solubilidade do gás;
 - Pressão: Quanto maior a pressão, maior a solubilidade do gás.
- Completando então o gráfico com os valores fornecidos, temos:



b) Através do gráfico, pode-se obter a solubilidade do CO₂ em g/100 g de H₂O a 40°C e 100 atm:



Portanto, a solubilidade do CO₂ é de $x_g = 5,5 \text{ g CO}_2 / 100 \text{ g de H}_2\text{O}$.

Usando a massa molar do CO₂ para o cálculo da sua solubilidade molar:

$$\begin{array}{rcl} 1 \text{ mol CO}_2 & \text{---} & 44 \text{ g} \\ x_m \text{ mol CO}_2 & \text{---} & 5,5 \text{ g} \end{array}$$

$$\Rightarrow x_m = 0,125 \text{ mol CO}_2 / 100 \text{ g de H}_2\text{O}$$

Observação: O enunciado do item b gera uma dúvida ao candidato por ser contraditório e pedir a **solubilidade molar** do CO₂ em água em g/100g de H₂O. Há duas interpretações possíveis: a solubilidade pedida é a solubilidade molar de fato ($x_m = 0,125 \text{ mol CO}_2 / 100 \text{ g de H}_2\text{O}$) ou a solubilidade pedida é dada em g de CO₂/100 g de H₂O ($x_g = 5,5 \text{ g CO}_2 / 100 \text{ g de H}_2\text{O}$).

QUESTÃO 16

Em algumas construções antigas encontram-se paredes feitas de peças de mármore (CaCO₃) juntadas umas às outras por uma “cola especial”. Essa “cola especial” também pode se formar na produção de queijos no processo convencional. Se nas construções antigas a produção dessa “cola especial” foi proposital, na produção de queijos ela é indesejável e deve ser evitada, pois leva à formação de macrocristais na massa do queijo. Essa “cola especial” é o lactato de cálcio, que, no caso das construções, foi obtido a partir da reação da superfície do mármore com o ácido láctico do soro do leite, enquanto que no caso do queijo ele se origina no processo de maturação do queijo a baixa temperatura.

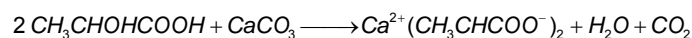
a) Sabendo que a fórmula do ácido láctico é CH₃CHOHCOOH, e considerando as informações dadas, escreva a equação química da reação de formação da “cola especial” nas construções antigas.

b) Na fabricação do queijo Cheddar, pesquisas recentes sugerem que a adição de 1% em massa de gluconato de sódio é a quantidade ideal para se evitar a formação de macrocristais de lactato de cálcio. Considerando essa informação e os dados abaixo, explique por que não seria apropriado usar uma quantidade nem maior nem menor que 1% nesse processo.

Dados de solubilidade dos possíveis sólidos que podem se formar: lactato gluconato de cálcio = 52; lactato de cálcio = 9; gluconato de cálcio = 3. Valores em gramas de íon cálcio por litro de solução.

Resolução

a) A reação é de dupla troca entre um ácido e um sal, formando ácido carbônico (H₂CO₃), que se decompõe em água e gás carbônico.



b) Conforme o texto, a adição de gluconato de sódio evita a formação de macrocristais de lactato de cálcio, devido à solubilidade do lactato gluconato de cálcio (solubilidade = 52 g/L).

A adição de quantidade menor que 1% de gluconato de sódio faria sobrar lactato de cálcio, um sal pouco solúvel (solubilidade = 9 g/L), levando à formação de cristais desse sal.

A adição de quantidade maior que 1% de gluconato de sódio levaria à formação de gluconato de cálcio (solubilidade = 3 g/L), um sal pouco solúvel, levando à formação de cristais desse sal.

As questões numeradas de 17 a 24 abordam fenômenos físicos em situações do cotidiano, em experimentos científicos e avanços tecnológicos da humanidade. As fórmulas necessárias para a resolução de algumas questões, como as que tratam de Física Moderna, são fornecidas no enunciado. Leia com atenção. Quando necessário, use $g = 10 \text{ m/s}^2$ e $\pi = 3$.

QUESTÃO 17

A importância e a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança nos bancos dianteiros e traseiros dos veículos têm sido bastante divulgadas pelos meios de comunicação. Há grande negligência especialmente quanto ao uso dos cintos traseiros. No entanto, existem registros de acidentes em que os sobreviventes foram apenas os passageiros da frente, que estavam utilizando o cinto de segurança.

a) Considere um carro com velocidade $v = 72 \text{ km/h}$ que, ao colidir com um obstáculo, é freado com desaceleração constante até parar completamente após $\Delta t = 0,1 \text{ s}$. Calcule o módulo da força que o cinto de segurança exerce sobre um passageiro com massa $m = 70 \text{ kg}$ durante a colisão para mantê-lo preso no banco até a parada completa do veículo.

b) Um passageiro sem o cinto de segurança pode sofrer um impacto equivalente ao causado por uma queda de um edifício de vários andares. Considere que, para uma colisão como a descrita acima, a energia mecânica associada ao impacto vale $E = 12 \text{ kJ}$. Calcule a altura de queda de uma pessoa de massa $m = 60 \text{ kg}$, inicialmente em repouso, que tem essa mesma quantidade de energia em forma de energia cinética no momento da colisão com o solo.

Resolução

a) Considerando que, assim como o carro, o passageiro que está usando o cinto vai de $72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$ a 0 m/s em $0,1 \text{ s}$ com aceleração constante, podemos aplicar o teorema do Impulso:

$$I = \Delta Q = m \cdot V_f - m \cdot V_0$$

$$I = F \cdot \Delta t = 70 \cdot (0 - 20) \Rightarrow$$

$$F = \frac{-1400}{0,1} \Rightarrow |F| = 14 \text{ kN}$$

b) A altura da queda necessária para que a pessoa possua 12 kJ de energia cinética logo antes da colisão com o solo pode ser calculada através da conservação da energia mecânica entre o início da queda ($E_p = m \cdot g \cdot h$ e $E_c = 0$) e o instante logo antes da colisão ($E_p = 0$ e $E_c = 12 \text{ kJ}$):

$$m \cdot g \cdot h + 0 = 0 + 12000 \Leftrightarrow 60 \cdot 10 \cdot h = 12000 \Leftrightarrow h = 20 \text{ m}$$

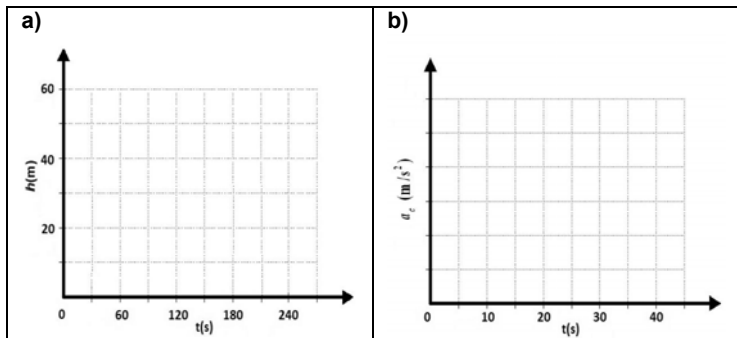
QUESTÃO 18

Várias leis da Física são facilmente verificadas em brinquedos encontrados em parques de diversões. Suponha que em certo parque de diversões uma criança está brincando em uma roda gigante e outra em um carrossel.

a) A roda gigante de raio $R = 20 \text{ m}$ gira com velocidade angular constante e executa uma volta completa em $T = 240 \text{ s}$. No gráfico a) abaixo, marque claramente com um ponto a altura h da criança em relação à base da roda gigante nos instantes $t = 60 \text{ s}$, $t = 120 \text{ s}$, $t = 180 \text{ s}$ e $t = 240 \text{ s}$, e, em seguida, esboce o comportamento de h em função do tempo. Considere que, para $t = 0$, a criança se encontra na base da roda gigante, onde $h = 0$.

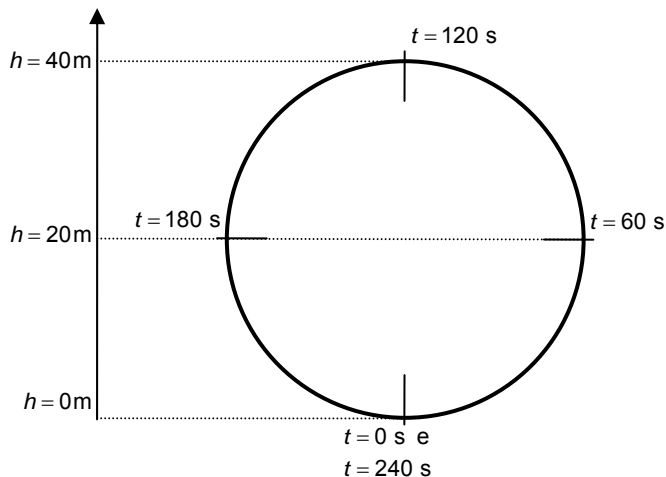
b) No carrossel, a criança se mantém a uma distância $r = 4 \text{ m}$ do centro do carrossel e gira com velocidade angular constante ω_0 .

Baseado em sua experiência cotidiana, estime o valor de ω_0 para o carrossel e, a partir dele, calcule o módulo da aceleração centrípeta a_c nos instantes $t = 10 \text{ s}$, $t = 20 \text{ s}$, $t = 30 \text{ s}$ e $t = 40 \text{ s}$. Em seguida, esboce o comportamento de a_c em função do tempo no gráfico b) abaixo, marcando claramente com um ponto os valores de a_c para cada um dos instantes acima. Considere que, para $t = 0$; o carrossel já se encontra em movimento.

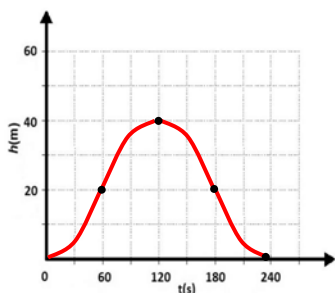


Resolução

a) Levando em conta que $T = 240$ s, analisemos os seguintes instantes do passeio na roda gigante:



Sabendo que a projeção da criança num eixo vertical é um MHS, podemos conectar os quatro pontos em questão com uma curva senóide. Assim, a figura pedida é:

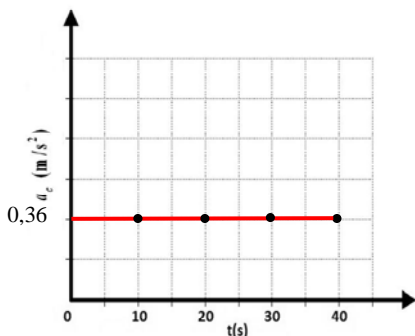


b) Vamos estimar como período do carrossel o valor $T = 20$ s. A partir disso, podemos calcular $\omega_0 = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{20} = 0,3$ rad/s.

Para calcular a aceleração centrípeta, usamos a fórmula

$$a_c = \omega_0^2 \cdot r = 0,09 \cdot 4 = 0,36 \text{ m/s}^2$$

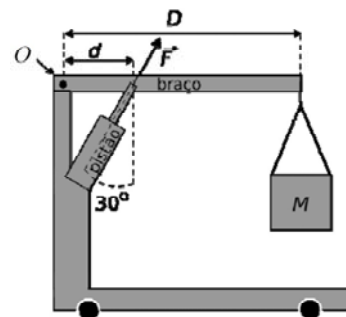
Note que a o módulo da aceleração centrípeta independe do instante de tempo em questão, e por isso o gráfico final é:



QUESTÃO 19

O homem tem criado diversas ferramentas especializadas, sendo que para a execução de quase todas as suas tarefas há uma ferramenta própria.

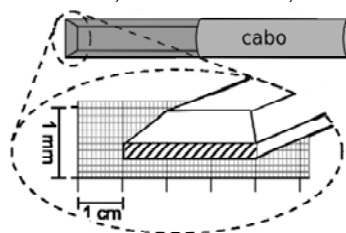
a) Uma das tarefas enfrentadas usualmente é a de levantar massas cujo peso excede as nossas forças. Uma ferramenta usada em alguns desses casos é o guincho girafa, representado na figura ao lado. Um braço móvel é movido por um pistão e gira em torno do ponto O para levantar uma massa M. Na situação da figura, o braço encontra-se na posição horizontal, sendo $D = 2,4$ m e



$d = 0,6$ m. Calcule o módulo da força \vec{F} exercida pelo pistão para equilibrar uma massa $M = 430$ kg.

Despreze o peso do braço. Dados: $\cos 30^\circ = 0,86$ e $\sin 30^\circ = 0,50$.

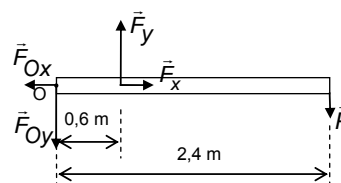
b) Ferramentas de corte são largamente usadas nas mais diferentes situações como, por exemplo, no preparo dos alimentos, em intervenções cirúrgicas, em trabalhos com metais e em madeira. Uma dessas ferramentas é o formão, ilustrado na figura ao lado, que é usado para entalhar madeira. A área da extremidade cortante do formão que tem contato com a madeira é detalhada com linhas diagonais na figura, sobre uma escala graduada.



Sabendo que o módulo da força exercida por um martelo ao golpear a base do cabo do formão é $F = 4,5$ N, calcule a pressão exercida na madeira.

Resolução

a) Diagrama de Corpo Livre da Barra



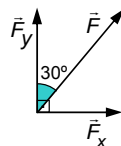
O peso da massa $M = 430$ kg é dado por

$$P = M \cdot g \Rightarrow P = 430 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \Rightarrow P = 4,3 \text{ kN}$$

Na direção vertical (y), para o corpo estar em equilíbrio, o somatório dos momentos (ou torque) no sentido horário e anti-horário deve ser nulo:

$$\sum M_o = 0 \Leftrightarrow F_y \cdot 0,6 \text{ m} - P \cdot 2,4 \text{ m} = 0 \Rightarrow F_y = 17,2 \text{ kN}$$

E para o triângulo de forças a seguir, temos:



$$F_y = F \cdot \cos 30^\circ \Leftrightarrow F = \frac{17,2 \text{ kN}}{0,86} \Rightarrow$$

$$\boxed{F = 20 \text{ kN}}$$

b) Sabendo que Pressão = $\frac{\text{força}}{\text{área}}$, substituindo os valores dados e tomando cuidado com as unidades, temos:

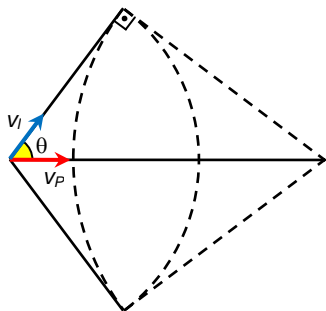
$$\text{Pressão} = \frac{4,5 \text{ N}}{3 \text{ cm} \cdot 0,2 \text{ mm}} = \frac{4,5 \text{ N}}{3 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = \frac{4,5 \text{ N}}{6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2} \Rightarrow$$

$$\text{Pressão} = 0,75 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \Rightarrow \boxed{\text{Pressão} = 7,5 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$

QUESTÃO 20

A radiação Cerenkov ocorre quando uma partícula carregada atravessa um meio isolante com uma velocidade maior do que a velocidade da luz nesse meio. O estudo desse efeito rendeu a Pavel A. Cerenkov e colaboradores o prêmio Nobel de Física de 1958. Um exemplo desse fenômeno pode ser observado na água usada para refrigerar reatores nucleares, em que ocorre a emissão de luz azul devido às partículas de alta energia que atravessam a água.

- a) Sabendo-se que o índice de refração da água é $n = 1,3$, calcule a velocidade máxima das partículas na água para que não ocorra a radiação Cerenkov. A velocidade da luz no vácuo é $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.
- b) A radiação Cerenkov emitida por uma partícula tem a forma de um cone, como ilustrado na figura abaixo, pois a sua velocidade, v_p , é maior do que a velocidade da luz no meio, v_l . Sabendo que o cone formado tem um ângulo $\theta = 50^\circ$ e que a radiação emitida percorreu uma distância $d = 1,6$ m em $t = 12$ ns, calcule v_p .
Dados: $\cos 50^\circ = 0,64$ e $\sin 50^\circ = 0,76$.



Resolução

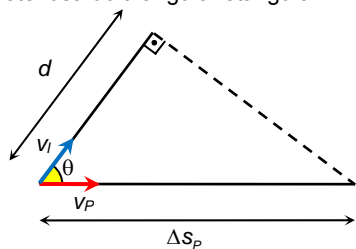
- a) A velocidade da luz (v_l), em um meio de índice de refração n , vale:

$$n = \frac{c}{v_l} \Leftrightarrow v_l = \frac{c}{n}$$

De acordo com o enunciado, para que não ocorra radiação Cerenkov, a velocidade da partícula não pode ser superior à velocidade da luz no meio. Assim, fazemos:

$$v_p \leq v_l = \frac{c}{n} = \frac{3,0 \cdot 10^8}{1,3} \approx 2,3 \cdot 10^8 \Leftrightarrow v_{p(MÁXIMA)} \approx 2,3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

- b) Pela figura depreende-se que, num mesmo intervalo de tempo, o deslocamento da luz (radiação) corresponde ao cateto adjacente ao ângulo θ do cone, ao passo que o deslocamento da partícula corresponde à hipotenusa do triângulo retângulo:



Assim, temos:

$$\cos \theta = \frac{d}{\Delta s_p} \Leftrightarrow 0,64 = \frac{1,6}{\Delta s_p} \Leftrightarrow \Delta s_p = 2,5 \text{ m}$$

Portanto:

$$v_p = \frac{\Delta s_p}{\Delta t} = \frac{2,5}{12 \cdot 10^{-9}} \Leftrightarrow v_p \approx 2,1 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

QUESTÃO 21

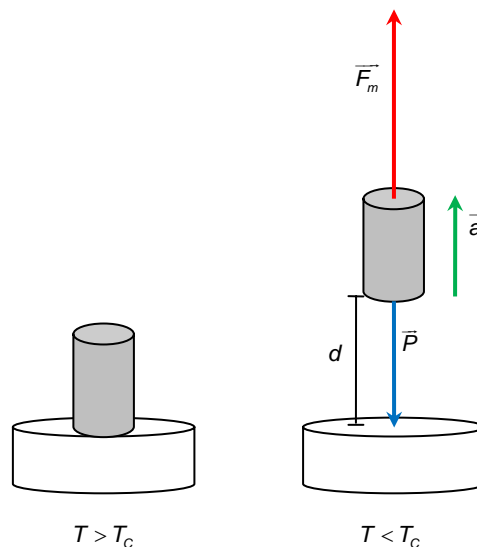
Em 2011 comemoram-se os 100 anos da descoberta da supercondutividade. Fios supercondutores, que têm resistência elétrica nula, são empregados na construção de bobinas para obtenção de campos magnéticos intensos. Esses campos dependem das características da bobina e da corrente que circula por ela.

- a) O módulo do campo magnético B no interior de uma bobina pode ser calculado pela expressão $B = \mu_0 \cdot n \cdot i$, na qual i é a corrente que circula na bobina, n é o número de espiras por unidade de

comprimento e $\mu_0 = 1,3 \times 10^{-6} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$. Calcule B no interior de uma

bobina de 25000 espiras, com comprimento $L = 0,65$ m, pela qual circula uma corrente $i = 80$ A.

- b) Os supercondutores também apresentam potencial de aplicação em levitação magnética. Considere um ímã de massa $m = 200$ g em repouso sobre um material que se torna supercondutor para temperaturas menores que uma dada temperatura crítica T_C . Quando o material é resfriado até uma temperatura $T < T_C$, surge sobre o ímã uma força magnética \vec{F}_m . Suponha que \vec{F}_m tem a mesma direção e sentido oposto ao da força peso \vec{P} do ímã, e que, inicialmente, o ímã sobe com aceleração constante de módulo $a_R = 0,5$ m/s², por uma distância $d = 2,0$ mm, como ilustrado na figura abaixo. Calcule o trabalho realizado por \vec{F}_m ao longo do deslocamento d do ímã.



Resolução

- a) Substituindo os valores na fórmula dada, temos:

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i = 1,3 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{25000}{0,65} \cdot 80 \Leftrightarrow B = 4,0 \text{ T}$$

- b) A força resultante é a soma vetorial do peso com a força magnética. Como essas forças têm mesma direção e sentidos opostos, segue da segunda lei de Newton que:

$$|\vec{F}_m| - |\vec{P}| = m \cdot |\vec{a}| \Leftrightarrow |\vec{F}_m| - 0,200 \cdot 10 = 0,200 \cdot 0,5 \Leftrightarrow |\vec{F}_m| = 2,1 \text{ N}$$

Assim, o trabalho realizado pela força \vec{F}_m ao longo do deslocamento d é dado por:

$$\tau = |\vec{F}_m| \cdot d \cdot \cos 0^\circ = 2,1 \cdot 2,0 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \Leftrightarrow \tau = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

QUESTÃO 22

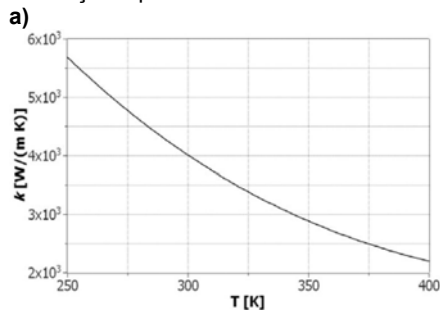
O grafeno é um material formado por uma única camada de átomos de carbono agrupados na forma de hexágonos, como uma colméia. Ele é um excelente condutor de eletricidade e calor e é tão resistente quanto o diamante. Os pesquisadores Geim e Novoselov receberam o prêmio Nobel de Física em 2010 por seus estudos com o grafeno.

- a) A quantidade de calor por unidade de tempo Φ que flui através de um material de área A e espessura d que separa dois reservatórios com temperaturas distintas T_1 e T_2 , é dada por $\Phi = \frac{kA(T_2 - T_1)}{d}$, onde

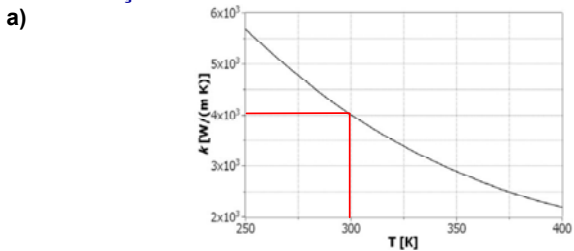
k é a condutividade térmica do material. Considere que, em um experimento, uma folha de grafeno de $A = 2,8 \mu\text{m}^2$ e $d = 1,4 \times 10^{-10}$ m separa dois microrreservatórios térmicos mantidos a temperaturas ligeiramente distintas $T_1 = 300$ K e $T_2 = 302$ K. Usando o gráfico abaixo, que mostra a condutividade térmica k do grafeno em função da temperatura, obtenha o fluxo de calor Φ que passa pela folha nessas condições.

- b) A resistividade elétrica do grafeno à temperatura ambiente, $\rho = 1,0 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$, é menor que a dos melhores condutores metálicos,

como a prata e o cobre. Suponha que dois eletrodos são ligados por uma folha de grafeno de comprimento $L = 1,4 \mu\text{m}$ e área da seção transversal $A = 70 \text{ nm}^2$, e que uma corrente $i = 40 \mu\text{A}$ percorra a folha. Qual a diferença de potencial entre os eletrodos?



Resolução



De acordo com o gráfico fornecido, para a temperatura de 300 K , a condutividade térmica correspondente é $k = 4,0 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$.

Consideremos, por simplicidade e com boa aproximação, que a condutividade do grafeno para a temperatura de 302 K seja $k = 4,0 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m.K}}$ também.

Logo, o fluxo de calor é dado por:

$$\Phi = \frac{kA(T_2 - T_1)}{d} \Rightarrow \Phi = 4,0 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m.K}} \cdot \frac{2,8 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 \cdot 2\text{K}}{1,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}} \Rightarrow \boxed{\Phi = 160\text{W}}$$

b) $U = R \cdot i$ e $R = \frac{\rho \cdot L}{A}$. Logo: $U = \frac{\rho \cdot L}{A} \cdot i$. Substituindo os valores fornecidos, obtemos:

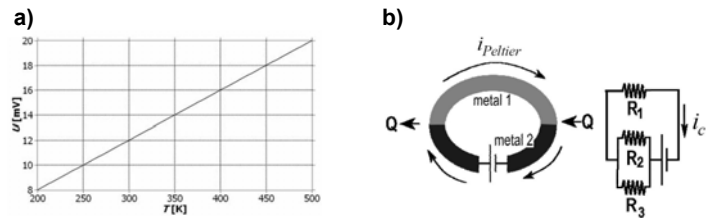
$$U = \frac{1,0 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot \text{m} \cdot 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ A}}{70 \cdot 10^{-18} \text{ m}^2} \Rightarrow \boxed{U = 8 \cdot 10^{-3} \text{ V}}$$

QUESTÃO 23

Quando dois metais são colocados em contato formando uma junção, surge entre eles uma diferença de potencial elétrico que depende da temperatura da junção.

a) Uma aplicação usual desse efeito é a medição de temperatura através da leitura da diferença de potencial da junção. A vantagem desse tipo de termômetro, conhecido como termopar, é o seu baixo custo e a ampla faixa de valores de temperatura que ele pode medir. O gráfico a) abaixo mostra a diferença de potencial U na junção em função da temperatura para um termopar conhecido como Cromel-Alumel. Considere um balão fechado que contém um gás ideal cuja temperatura é medida por um termopar Cromel-Alumel em contato térmico com o balão. Inicialmente o termopar indica que a temperatura do gás no balão é $T_i = 300 \text{ K}$. Se o balão tiver seu volume quadruplicado e a pressão do gás for reduzida por um fator 3, qual será a variação $\Delta U = U_{\text{final}} - U_{\text{inicial}}$ da diferença de potencial na junção do termopar?

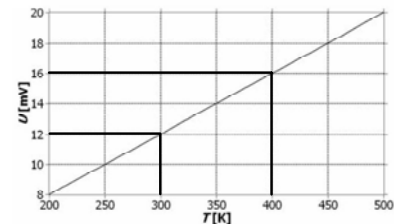
b) Outra aplicação importante do mesmo efeito é o refrigerador Peltier. Neste caso, dois metais são montados como mostra a figura b) abaixo. A corrente que flui pelo anel é responsável por transferir o calor de uma junção para a outra. Considere que um Peltier é usado para refrigerar o circuito abaixo, e que este consegue drenar 10% da potência total dissipada pelo circuito. Dados $R_1 = 0,3 \Omega$, $R_2 = 0,4 \Omega$ e $R_3 = 1,2 \Omega$, qual é a corrente i_c que circula no circuito, sabendo que o Peltier drena uma quantidade de calor $Q = 540 \text{ J}$ em $\Delta t = 40 \text{ s}$?



Resolução

a) Vamos primeiramente descobrir qual a temperatura final do sistema. Para isso, usaremos a relação a seguir:

$$\frac{P_0 \cdot V_0}{T_0} = \frac{P_f \cdot V_f}{T_f} \Leftrightarrow \frac{P_0 \cdot V_0}{300} = \frac{4 \cdot V_0}{T_f} \Leftrightarrow \boxed{T_f = 400 \text{ K}}$$



Logo, observando o gráfico nos pontos indicados pelos traços escuros, encontramos $U_{\text{final}} = 16 \text{ mV}$ e $U_{\text{inicial}} = 12 \text{ mV}$, portanto:

$$\boxed{\Delta U = 4 \text{ mV}}$$

b) A potência que o refrigerador Peltier consegue retirar do sistema é

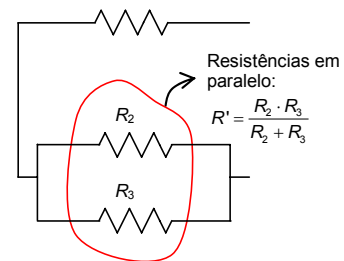
$$P_{\text{Peltier}} = \frac{540}{40} = 13,5 \text{ W}$$

Como esse valor é apenas 10% da potência total do circuito (P_{circuito}), então

$$P_{\text{circuito}} = 10 \cdot P_{\text{Peltier}} = 135 \text{ W}$$

Agora, analisando o circuito de resistores, obtemos o valor da resistência equivalente (veja esquema abaixo):

$$R_{\text{eq}} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = 0,3 + 0,3 = 0,6 \Omega$$



Substituindo na equação da potência para a eletrodinâmica, finalmente obtemos:

$$P_{\text{circuito}} = U \cdot i_c = R_{\text{eq}} \cdot i_c^2 \Leftrightarrow i_c = \sqrt{\frac{P_{\text{circuito}}}{R_{\text{eq}}}} = \sqrt{\frac{135}{0,6}} = \sqrt{225} \Leftrightarrow \boxed{i_c = 15 \text{ A}}$$

QUESTÃO 24

Em 1905 Albert Einstein propôs que a luz é formada por partículas denominadas fótons. Cada fóton de luz transporta uma quantidade de energia $E = h\nu$ e possui momento linear $p = \frac{h}{\lambda}$, em que $h = 6,6 \times 10^{-34} \text{ Js}$ é a constante de Planck e ν e λ são, respectivamente, a frequência e o comprimento de onda de luz.

a) A aurora boreal é um fenômeno natural que acontece no Polo norte, no qual efeitos luminosos produzidos por colisões entre partículas carregadas e os átomos dos gases da alta atmosfera terrestre. De modo geral, o efeito luminoso é dominado pelas colorações verde e vermelha, por causa das colisões das partículas carregadas com átomos de oxigênio e nitrogênio, respectivamente.

Calcule a razão $R = \frac{E_{\text{verde}}}{E_{\text{vermelho}}}$, em que E_{verde} é a energia transportada por um fóton de luz verde com $\lambda_{\text{verde}} = 500 \text{ nm}$, e E_{vermelho} é a energia transportada por um fóton de luz vermelha com $\lambda_{\text{vermelho}} = 650 \text{ nm}$.

b) Os átomos dos gases da alta atmosfera estão constantemente absorvendo e emitindo fótons em várias frequências. Um átomo, ao absorver um fóton, sofre uma mudança em seu momento linear, que é igual, em módulo, direção e sentido, ao momento linear do fóton absorvido. Calcule o módulo da variação de velocidade de um átomo de massa $m = 5,0 \times 10^{-26} \text{ kg}$ que absorve um fóton de comprimento de onda $\lambda = 660 \text{ nm}$.

Resolução

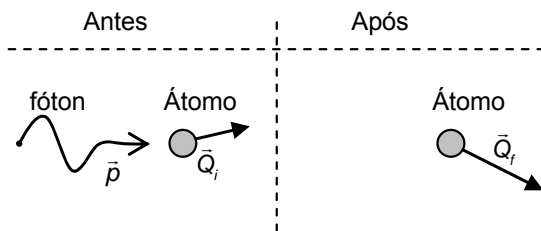
a) Para calcularmos R , vamos simplesmente trabalhar com a equação de R substituindo $E = h\nu$ e $c = \lambda\nu \Rightarrow \nu = \frac{c}{\lambda}$:

$$R = \frac{E_{\text{verde}}}{E_{\text{vermelho}}} = \frac{h \cdot \nu_{\text{verde}}}{h \cdot \nu_{\text{vermelho}}} = \frac{c}{\lambda_{\text{verde}}} \cdot \frac{\lambda_{\text{vermelho}}}{c} = \frac{\lambda_{\text{vermelho}}}{\lambda_{\text{verde}}}$$

Sendo c a velocidade dos fótons, consideradas iguais para ambas as frequências (note que radiações eletromagnéticas de frequências diferentes podem ter velocidades diferentes em um mesmo meio, pois o índice de refração varia também de acordo com a frequência). Substituindo os dados, temos:

$$R = \frac{\lambda_{\text{vermelho}}}{\lambda_{\text{verde}}} = \frac{650 \cdot 10^{-9}}{500 \cdot 10^{-9}} \Leftrightarrow \boxed{R = 1,3}$$

b) Para haver conservação da quantidade de movimento, é necessário que a quantidade de movimento inicial e final do sistema fóton + átomo sejam iguais.



Chamando de \vec{p} a quantidade de movimento do fóton antes de ser absorvido, \vec{Q}_i a quantidade inicial do átomo antes da colisão e \vec{Q}_f a quantidade de movimento final do átomo, temos:

$$\vec{p} + \vec{Q}_i = \vec{Q}_f \Leftrightarrow \vec{Q}_f - \vec{Q}_i = \vec{p} \Rightarrow \Delta \vec{Q} = M \cdot \Delta \vec{v}_{\text{átomo}} = \vec{p}$$

Em módulo temos:

$$|\Delta \vec{Q}| = M \cdot |\Delta \vec{v}_{\text{átomo}}| = |\vec{p}| \Rightarrow \frac{h}{M \cdot \lambda} \Rightarrow |\Delta \vec{v}_{\text{átomo}}|$$

Substituindo os dados do enunciado na equação obtida, temos:

$$\Delta v = \frac{6,6 \cdot 10^{-34}}{5 \cdot 10^{-26} \cdot 660 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow \boxed{\Delta v = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}}$$

Equipe desta resolução

Biologia

Daniel Simões Santos Cecílio
Lucas dos Santos Machado
Marcelo Monetti Pavani

Física

Danilo José de Lima
José Eduardo Palácios Velloni

Química

Fabiana Ocampos
Tathiana Guzellini

Revisão

Fabiano Gonçalves Lopes
Marcelo Duarte Rodrigues Cecchino Zabani
Vagner Figueira de Faria

Digitação, Diagramação e Publicação

Carolina Marcondes Garcia Ferreira