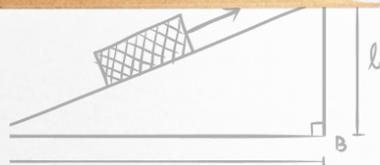


ENEM 2024

**QUESTÕES  
SELECIONADAS DE  
FÍSICA DOS ENEMS**

Os assuntos  
mais cobrados



$v = c \cos \alpha$

$m \cdot a$



# Sumário

<b>1</b>	<b>Primeiro Dia do Aulão</b>	<b>2</b>
1.1	Questões de Mecânica . . . . .	2
1.2	Questões de Gravitação . . . . .	4
1.3	Questões de Hidrostática . . . . .	6
1.4	Questões de Ondulatória . . . . .	8
1.5	Questões de Óptica . . . . .	10
1.6	Gabarito do Primeiro Dia . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Segundo Dia do Aulão</b>	<b>14</b>
2.1	Questões de Calorimetria . . . . .	14
2.2	Questões de Termodinâmica . . . . .	15
2.3	Questões de Magnetismo . . . . .	18
2.4	Questões de Eletrodinâmica . . . . .	20
2.5	Questões de Eletromagnetismo . . . . .	23
2.6	Gabarito do Segundo Dia . . . . .	25

# 1 Primeiro Dia do Aulão

## 1.1 Questões de Mecânica

**Problema 1** (Enem-2022) Em um autódromo, os carros podem derrapar em uma curva e bater na parede de proteção. Para diminuir o impacto de uma batida, pode-se colocar na parede uma barreira de pneus, isso faz com que a colisão seja mais demorada e o carro retorne com velocidade reduzida. Outra opção é colocar uma barreira de blocos de um material que se deforma, tornando-a tão demorada quanto a colisão com os pneus, mas que não permite a volta do carro após a colisão.

Comparando as duas situações, como ficam a força média exercida sobre o carro e a energia mecânica dissipada?

- (a) A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.
- (b) A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus.
- (c) A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é a mesma nas duas situações.
- (d) A força é maior na colisão com a barreira de pneus, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de pneus.
- (e) A força é maior na colisão com a barreira de blocos, e a energia dissipada é maior na colisão com a barreira de blocos.

**Problema 2** (Enem-2022) Um pai faz um balanço utilizando dois segmentos paralelos e iguais da mesma corda para fixar uma tábua a uma barra horizontal. Por segurança, opta por um tipo de corda cuja tensão de ruptura seja 25% superior à tensão máxima calculada nas seguintes condições:

- O ângulo máximo atingido pelo balanço em relação à vertical é igual a  $90^\circ$ ;
- Os filhos utilizarão o balanço até que tenham uma massa de 24 kg.

Além disso, ele aproxima o movimento do balanço para o movimento circular uniforme, considera que a aceleração da gravidade é igual a  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  e despreza forças dissipativas. Qual é a tensão de ruptura da corda escolhida?

- (a) 120 N
- (b) 300 N
- (c) 360 N
- (d) 450 N
- (e) 900 N

**Problema 3** (Enem-2021) No seu estudo sobre a queda dos corpos, Aristóteles afirmava que se abandonarmos corpos leves e pesados de uma mesma altura, o mais pesado chegaria mais rápido ao solo. Essa ideia está apoiada em algo que é difícil de refutar, a observação direta da realidade baseada no senso comum. Após uma aula de física, dois colegas estavam discutindo sobre a queda dos corpos, e um tentava convencer o outro de que tinha razão:

Colega A: “O corpo mais pesado cai mais rápido que um menos pesado, quando largado de uma mesma altura. Eu provo, largando uma pedra e uma rolha. A pedra chega antes. Pronto! Tá provado!”.

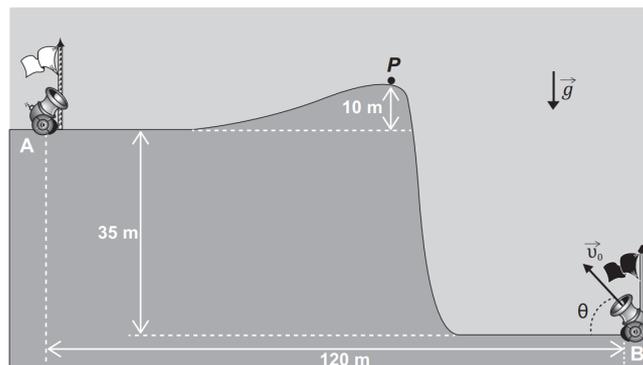
Colega B: “Eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como isso é possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!”.

HÜLSENDEGER, M. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, n. 3, dez. 2004 (adaptado).

O aspecto físico comum que explica a diferença de comportamento dos corpos em queda nesta discussão é o(a)

- (a) peso dos corpos.
- (b) resistência do ar
- (c) massa dos corpos.
- (d) densidade dos corpos.
- (e) aceleração da gravidade.

**Problema 4** (Enem-2021) A figura foi extraída de um antigo jogo para computadores, chamado Bang! Bang!

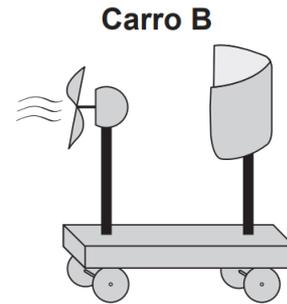
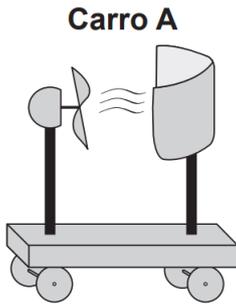


No jogo, dois competidores controlam os canhões **A** e **B**, disparando balas alternadamente com o objetivo de atingir o canhão do adversário; para isso, atribuem valores estimados para o módulo da velocidade inicial de disparo ( $|\vec{v}_0|$ ) e para o ângulo de disparo ( $\theta$ ). Em determinado momento de uma partida, o competidor **B** deve disparar; ele sabe que a bala disparada anteriormente,  $\theta = 53^\circ$ , passou tangenciando o ponto **P**. No jogo,  $|\vec{g}|$  é igual a  $10 \text{ m/s}^2$ . Considere  $\sin 53^\circ = 0,8$ ,  $\cos 53^\circ = 0,6$  e desprezível a ação de forças dissipativas.

Com base nas distâncias dadas e mantendo o último ângulo de disparo, qual deveria ser, aproximadamente, o menor valor de  $|\vec{v}_0|$  que permitiria ao disparo efetuado pelo canhão **B** atingir o canhão **A**?

- (a) 30 m/s.
- (b) 35 m/s.
- (c) 40 m/s.
- (d) 45 m/s.
- (e) 50 m/s.

**Problema 5** (Enem-2018) Em desenhos animados é comum vermos a personagem tentando impulsionar um barco soprando ar contra a vela para compensar a falta de vento. Algumas vezes usam o próprio fôlego, foles ou ventiladores. Estudantes de um laboratório didático resolveram investigar essa possibilidade. Para isso, usaram dois pequenos carros de plástico, **A** e **B**, instalaram sobre estes pequenas ventoinhas e fixaram verticalmente uma cartolina de curvatura parabólica para desempenhar uma função análoga à vela de um barco. No carro **B** inverteu-se o sentido da ventoinha e manteve-se a vela, a fim de manter as características físicas do barco, massa e formato da cartolina. As figuras representam os carros produzidos. A montagem do carro **A** busca simular a situação dos desenhos animados, pois a ventoinha está direcionada para a vela.



Com os carros orientados de acordo com as figuras, os estudantes ligaram as ventoinhas, aguardaram o fluxo de ar ficar permanente e determinaram os módulos das velocidades médias dos carros **A** ( $V_A$ ) e **B** ( $V_B$ ) para o mesmo intervalo de tempo. A respeito das intensidades das velocidades médias e do sentido de movimento do carro **A**, os estudantes observaram que:

- (a)  $V_A = 0$ ;  $V_B > 0$ ; o carro **A** não se move.
- (b)  $0 < V_A < V_B$ ; o carro **A** se move para a direita.
- (c)  $0 < V_A < V_B$ ; o carro **A** se move para a esquerda.
- (d)  $0 < V_B < V_A$ ; o carro **A** se move para a direita.
- (e)  $0 < V_B < V_A$ ; o carro **A** se move para a esquerda.

## 1.2 Questões de Gravitação

**Problema 6** (Enem-2020) Em 20 de julho de 1969, Neil Armstrong tornou-se o primeiro homem a pisar na superfície da Lua. Ele foi seguido por Edwin Aldrin, ambos da missão Apollo 11. Eles, e os astronautas que os seguiram, experimentaram a ausência de atmosfera e estavam sujeitos às diferenças gravitacionais. A aceleração da gravidade na Lua tem  $1/6$  do valor na Terra.

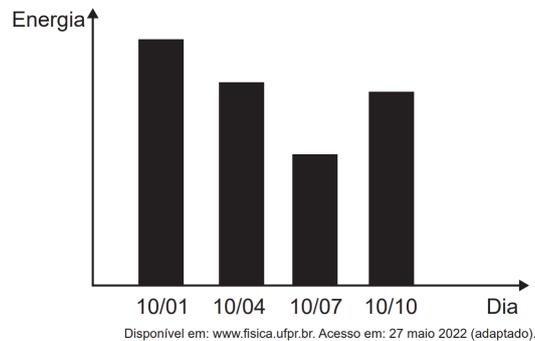
Em relação às condições na Terra, um salto oblíquo na superfície da Lua teria alcance

- (a) menor, pois a força normal com o solo é menor.
- (b) menor, pois a altura do salto seria maior.
- (c) igual, pois o impulso aplicado pelo astronauta é o mesmo.
- (d) maior, pois a aceleração da gravidade é seis vezes menor.
- (e) maior, pois na ausência de atmosfera não há resistência do ar.

**Problema 7** (Enem-2022) O eixo de rotação da Terra apresenta uma inclinação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol, interferindo na duração do dia e da noite ao longo do ano.



Uma pessoa instala em sua residência uma placa fotovoltaica, que transforma energia solar em elétrica. Ela monitora a energia total produzida por essa placa em 4 dias do ano, ensolarados e sem nuvens, e lança os resultados no gráfico.



Próximo a que região se situa a residência onde as placas foram instaladas?

- (a) Trópico de Capricórnio.
- (b) Trópico de Câncer.
- (c) Polo Norte.
- (d) Polo Sul.
- (e) Equador.

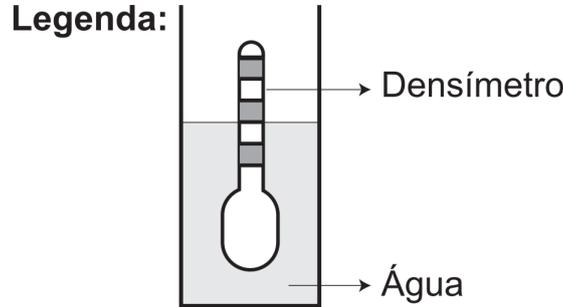
**Problema 8** (Enem-2022) Um Buraco Negro é um corpo celeste que possui uma grande quantidade de matéria concentrada em uma pequena região do espaço, de modo que sua força gravitacional é tão grande que qualquer partícula fica aprisionada em sua superfície, inclusive a luz. O raio dessa região caracteriza uma superfície-limite, chamada de horizonte de eventos, da qual nada consegue escapar. Considere que o Sol foi instantaneamente substituído por um Buraco Negro com a mesma massa solar, de modo que o seu horizonte de eventos seja de aproximadamente 3,0 km.

Após a substituição descrita, o que aconteceria aos planetas do Sistema Solar?

- (a) Eles se moveriam em órbitas espirais, aproximando-se sucessivamente do Buraco Negro.
- (b) Eles oscilariam aleatoriamente em torno de suas órbitas elípticas originais.
- (c) Eles se moveriam em direção ao centro do Buraco Negro.



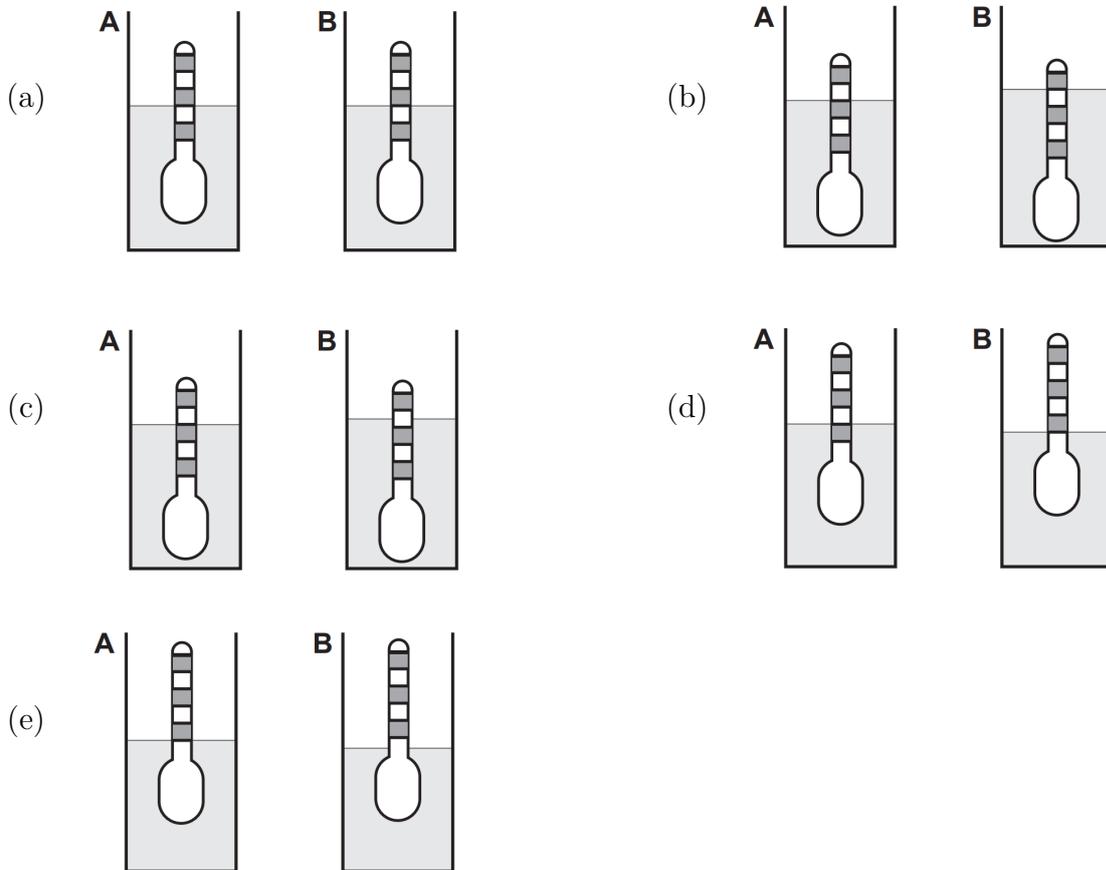
**Problema 10** (Enem-2018) Usando um densímetro cuja menor divisão da escala, isto é, a diferença entre duas marcações consecutivas, é de  $5,0 \times 10^{-2} \text{ g cm}^{-3}$ , um estudante realizou um teste de densidade: colocou este instrumento na água pura e observou que ele atingiu o repouso na posição mostrada.



Em dois outros recipientes **A** e **B** contendo 2 litros de água pura, em cada um, ele adicionou 100 g e 200 g de NaCl, respectivamente.

Quando o cloreto de sódio é adicionado à água pura ocorre sua dissociação formando os íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ . Considere que esses íons ocupam os espaços intermoleculares na solução.

Nestes recipientes, a posição de equilíbrio do densímetro está representada em:





**Problema 13** (Enem-2023) Na tirinha de Mauricio de Sousa, os personagens Cebolinha e Cascão fazem uma brincadeira utilizando duas latas e um barbante. Ao perceberem que o som pode ser transmitido através do barbante, resolvem alterar o comprimento do barbante para ficar cada vez mais extenso. As demais condições permaneceram inalteradas durante a brincadeira.



SOUSA, M. Disponível em: [www.monica.com.br](http://www.monica.com.br). Acesso em: 2 out. 2012 (adaptado).

Na prática, à medida que se aumenta o comprimento do barbante, ocorre a redução de qual característica da onda sonora?

- (a) Altura.
- (b) Período.
- (c) Amplitude.
- (d) Velocidade.
- (e) Comprimento de onda.

**Problema 14** (Enem-2018) O sonorizador é um dispositivo físico implantado sobre a superfície de uma rodovia de modo que provoque uma trepidação e ruído quando da passagem de um veículo sobre ele, alertando para uma situação atípica à frente, como obras, pedágios ou travessia de pedestres. Ao passar sobre os sonorizadores, a suspensão do veículo sofre vibrações que produzem ondas sonoras, resultando em um barulho peculiar. Considere um veículo que passe com velocidade constante igual a  $108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  sobre um sonorizador cujas faixas são separadas por uma distância de 8 cm.

Disponível em: [www.denatran.gov.br](http://www.denatran.gov.br). Acesso em: 2 set. 2015 (adaptado).

A frequência da vibração do automóvel percebida pelo condutor durante a passagem nesse sonorizador é mais próxima de

- (a) 8,6 hertz.
- (b) 13,5 hertz.
- (c) 375 hertz.
- (d) 1 350 hertz.
- (e) 4 860 hertz.

**Problema 15** (Enem-2020) Alguns modelos mais modernos de fones de ouvido têm um recurso, denominado “cancelador de ruídos ativo”, constituído de um circuito eletrônico que gera um sinal sonoro semelhante ao sinal externo (ruído), exceto pela sua fase oposta. Qual fenômeno físico é responsável pela diminuição do ruído nesses fones de ouvido?

- (a) Difração.
- (b) Reflexão.
- (c) Refração.
- (d) Interferência.
- (e) Efeito Doppler.

**Problema 16** (Enem-2020) Alguns cinemas apresentam uma tecnologia em que as imagens dos filmes parecem tridimensionais, baseada na utilização de óculos 3D. Após atravessar cada lente dos óculos, as ondas luminosas, que compõem as imagens do filme, emergem vibrando apenas na direção vertical ou apenas na direção horizontal.

Com base nessas informações, o funcionamento dos óculos 3D ocorre por meio do fenômeno ondulatório de

- (a) difração.
- (b) dispersão.
- (c) reflexão.
- (d) refração.
- (e) polarização.

## 1.5 Questões de Óptica

**Problema 17** (Enem-2014) Uma proposta de dispositivo capaz de indicar a qualidade da gasolina vendida em postos e, conseqüentemente, evitar fraudes, poderia utilizar o conceito de refração luminosa. Nesse sentido, a gasolina não adulterada, na temperatura ambiente, apresenta razão entre os senos dos raios incidente e refratado igual a 1,4. Desse modo, fazendo incidir o feixe de luz proveniente do ar com um ângulo fixo e maior que zero, qualquer modificação no ângulo do feixe retratado indicará adulteração no combustível.

Em uma fiscalização rotineira, o teste apresentou o valor de 1,9. Qual foi o comportamento do raio refratado?

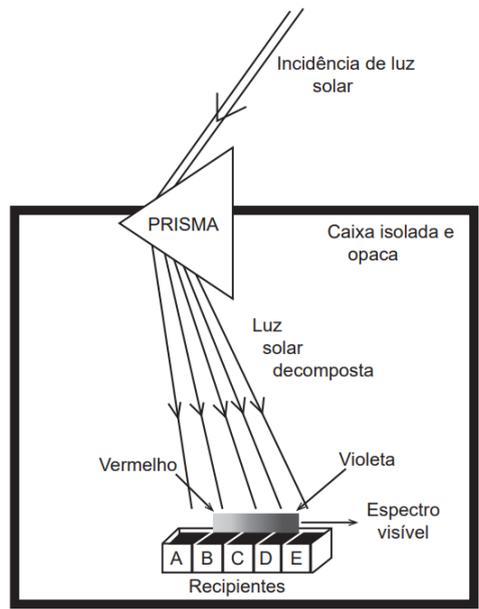
- (a) Mudou de sentido.
- (b) Sofreu reflexão total.
- (c) Atingiu o valor do ângulo limite.
- (d) Direcionou-se para a superfície de separação.
- (e) Aproximou-se da normal à superfície de separação.

**Problema 18** (Enem-2020) Herschel, em 1880, começou a escrever sobre a condensação da luz solar no foco de uma lente e queria verificar de que maneira os raios coloridos contribuem para o aquecimento. Para isso, ele projetou sobre um anteparo o espectro solar obtido com um prisma, colocou termômetros nas diversas faixas de cores e verificou nos dados obtidos que um dos termômetros iluminados indicou um aumento de temperatura maior para uma determinada faixa de frequências.

SAYURI, M.; GASPAR, M. B. Infravermelho na sala de aula. Disponível em: [www.ciencia.iao.usp.br](http://www.ciencia.iao.usp.br). Acesso em: 15 ago. 2016 (adaptado).

Para verificar a hipótese de Herschel, um estudante montou o dispositivo apresentado na figura. Nesse aparato, cinco recipientes contendo água, à mesma temperatura inicial, e

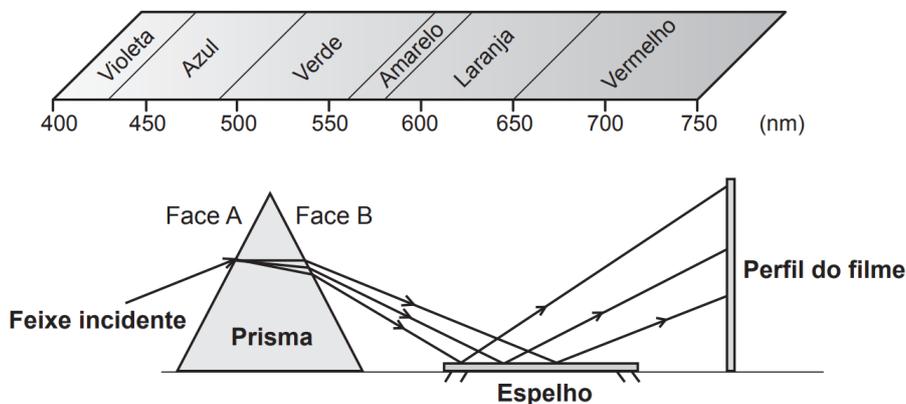
separados por um material isolante térmico e refletor são posicionados lado a lado (A, B, C, D e E) no interior de uma caixa de material isolante térmico e opaco. A luz solar, ao entrar na caixa, atravessa o prisma e incide sobre os recipientes. O estudante aguarda até que ocorra o aumento da temperatura e a afere em cada recipiente.



Em qual dos recipientes a água terá maior temperatura ao final do experimento?

- (a) A
- (b) B
- (c) C
- (d) D
- (e) E

**Problema 19** (Enem-2018) A figura representa um prisma óptico, constituído de um material transparente, cujo índice de refração é crescente com a frequência da luz que sobre ele incide. Um feixe luminoso, composto por luzes vermelha, azul e verde, incide na face A, emerge na face B e, após ser refletido por um espelho, incide num filme para fotografia colorida, revelando três pontos.



Observando os pontos luminosos revelados no filme, de baixo para cima, constatam-se as seguintes cores:

- (a) Vermelha, verde, azul.
- (b) Verde, vermelha, azul.
- (c) Azul, verde, vermelha.
- (d) Verde, azul, vermelha.
- (e) Azul, vermelha, verde.

**Problema 20** (Enem-2013) A banda larga brasileira é lenta. No Japão já existem redes de fibras ópticas, que permitem acessos à internet com velocidade de 1 gigabit por segundo (Gbps), o suficiente para baixar em um minuto, por exemplo, 80 filmes. No Brasil a maioria das conexões ainda é de 1 megabit por segundo (Mbps), ou seja, menos de um milésimo dos acessos mais rápidos do Japão. A fibra óptica é composta basicamente de um material dielétrico (sílica ou plástico), segundo uma estrutura cilíndrica, transparente e flexível. Ela é formada de uma região central envolta por uma camada, também de material dielétrico, com índice de refração diferente ao do núcleo.

A transmissão em uma fibra óptica acontecerá de forma correta se o índice de refração do núcleo, em relação ao revestimento, for

- (a) superior e ocorrer difração.
- (b) superior e ocorrer reflexão interna total.
- (c) inferior e ocorrer reflexão interna parcial.
- (d) inferior e ocorrer interferência destrutiva.
- (e) inferior e ocorrer interferência construtiva.

**Problema 21** (Enem-2014) É comum aos fotógrafos tirar fotos coloridas em ambientes iluminados por lâmpadas fluorescentes, que contêm uma forte composição de luz verde. A consequência desse fato na fotografia é que todos os objetos claros, principalmente os brancos, aparecerão esverdeados. Para equilibrar as cores, deve-se usar um filtro adequado para diminuir a intensidade da luz verde que chega aos sensores da câmera fotográfica. Na escolha desse filtro, utiliza-se o conhecimento da composição das cores-luz primárias: vermelho, verde e azul; e das cores-luz secundárias: amarelo = vermelho + verde, ciano = verde + azul e magenta = vermelho + azul.

Disponível em: <http://nautilus.fis.uc.pt>. Acesso em 20 maio 2014 (adaptado).

Na situação descrita, qual deve ser o filtro utilizado para que a fotografia apresente as cores naturais dos objetos?

- (a) Ciano.
- (b) Verde.
- (c) Amarelo.
- (d) Magenta.
- (e) Vermelho.

## 1.6 Gabarito do Primeiro Dia

<b>Problema 1</b>	a	<b>Problema 2</b>	d	<b>Problema 3</b>	b
<b>Problema 4</b>	c	<b>Problema 5</b>	b	<b>Problema 6</b>	d
<b>Problema 7</b>	a	<b>Problema 8</b>	e	<b>Problema 9</b>	c
<b>Problema 10</b>	d	<b>Problema 11</b>	c	<b>Problema 12</b>	c
<b>Problema 13</b>	c	<b>Problema 14</b>	c	<b>Problema 15</b>	d
<b>Problema 16</b>	e	<b>Problema 17</b>	e	<b>Problema 18</b>	a
<b>Problema 19</b>	a	<b>Problema 20</b>	b	<b>Problema 21</b>	d

## 2 Segundo Dia do Aulão

### 2.1 Questões de Calorimetria

**Problema 1** (Enem-2020) Mesmo para peixes de aquário, como o peixe arco-íris, a temperatura da água fora da faixa ideal ( $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $28\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), bem como sua variação brusca, pode afetar a saúde do animal. Para manter a temperatura da água dentro do aquário na média desejada, utilizam-se dispositivos de aquecimento com termostato. Por exemplo, para um aquário de 50 L, pode-se utilizar um sistema de aquecimento de 50 W otimizado para suprir sua taxa de resfriamento. Essa taxa pode ser considerada praticamente constante, já que a temperatura externa ao aquário é mantida pelas estufas. Utilize para a água o calor específico  $4,0\text{ kJ kg}^{-1}\text{ K}^{-1}$  e a densidade  $1\text{ kg L}^{-1}$ .

Se o sistema de aquecimento for desligado por 1 h, qual o valor mais próximo para a redução da temperatura da água do aquário?

- (a)  $4,0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (b)  $3,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (c)  $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (d)  $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$
- (e)  $0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$

**Problema 2** (Enem-2020) As panelas de pressão reduzem o tempo de cozimento dos alimentos por elevar a temperatura de ebulição da água. Os usuários conhecedores do utensílio normalmente abaixam a intensidade do fogo em panelas de pressão após estas iniciarem a saída dos vapores.

Ao abaixar o fogo, reduz-se a chama, pois assim evita-se o(a)

- (a) aumento da pressão interna e os riscos de explosão.
- (b) dilatação da panela e a desconexão com sua tampa.
- (c) perda da qualidade nutritiva do alimento.
- (d) deformação da borracha de vedação.
- (e) consumo de gás desnecessário.

**Problema 3** (Enem-2022) A variação da incidência de radiação solar sobre a superfície da Terra resulta em uma variação de temperatura ao longo de um dia denominada amplitude térmica. Edificações e pavimentações realizadas nas áreas urbanas contribuem para alterar as amplitudes térmicas dessas regiões, em comparação com regiões que mantêm suas características naturais, com presença de vegetação e água, já que o calor específico do concreto é inferior ao da água. Assim, parte da avaliação do impacto ambiental que a presença de concreto proporciona às áreas urbanas consiste em considerar a substituição da área concretada por um mesmo volume de água e comparar as variações de temperatura devido à absorção da radiação solar nas duas situações (concretada e alagada). Desprezando os efeitos da evaporação e considerando que toda a radiação é absorvida, essa avaliação pode ser realizada com os seguintes dados:

	Densidade $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	Calor específico $\left(\frac{\text{J}}{\text{g } ^\circ\text{C}}\right)$
Água	1 000	4,2
Concreto	2 500	0,8

ROMERO, M. A. B. et al. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**.  
Brasília: UnB; ETB, 2019 (adaptado).

A razão entre as variações de temperatura nas áreas concretada e alagada é mais próxima de

- (a) 1,0.
- (b) 2,1.
- (c) 2,5.
- (d) 5,3.
- (e) 13,1.

## 2.2 Questões de Termodinâmica

**Problema 4** (Enem-2018) Duas jarras idênticas foram pintadas, uma de branco e a outra de preto, e colocadas cheias de água na geladeira. No dia seguinte, com a água a  $8^\circ\text{C}$ , foram retiradas da geladeira e foi medido o tempo decorrido para que a água, em cada uma delas, atingisse a temperatura ambiente. Em seguida, a água das duas jarras foi aquecida até  $90^\circ\text{C}$  e novamente foi medido o tempo decorrido para que a água nas jarras atingisse a temperatura ambiente.

Qual jarra demorou menos tempo para chegar à temperatura ambiente nessas duas situações?

- (a) A jarra preta demorou menos tempo nas duas situações.
- (b) A jarra branca demorou menos tempo nas duas situações.
- (c) As jarras demoraram o mesmo tempo, já que são feitas do mesmo material.
- (d) A jarra preta demorou menos tempo na primeira situação e a branca, na segunda.
- (e) A jarra branca demorou menos tempo na primeira situação e a preta, na segunda.

**Problema 5** (Enem-2021) Considere a tirinha, na situação em que a temperatura do ambiente é inferior à temperatura corporal dos personagens.



WATTERSON, B. Disponível em: <https://novaescola.org.br>. Acesso em: 11 ago. 2014.

O incômodo mencionado pelo personagem da tirinha deve-se ao fato de que, em dias úmidos,

- (a) a temperatura do vapor d'água presente no ar é alta.
- (b) o suor apresenta maior dificuldade para evaporar do corpo.
- (c) a taxa de absorção de radiação pelo corpo torna-se maior.
- (d) o ar torna-se mau condutor e dificulta o processo de liberação de calor.
- (e) o vapor-d'água presente no ar condensa-se ao entrar em contato com a pele.

**Problema 6** (Enem-2009) Durante uma ação de fiscalização em postos de combustíveis, foi encontrado um mecanismo inusitado para enganar o consumidor. Durante o inverno, o responsável por um posto de combustível compra álcool por R\$ 0,50/litro, a uma temperatura de 5 °C. Para revender o líquido aos motoristas, instalou um mecanismo na bomba de combustível para aquecê-lo, para que atinja a temperatura de 35 °C, sendo o litro de álcool revendido a R\$ 1,60. Diariamente o posto compra 20 mil litros de álcool a 5 °C e os revende.

Com relação à situação hipotética descrita no texto e dado que o coeficiente de dilatação volumétrica do álcool é de  $1 \times 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , desprezando-se o custo da energia gasta no aquecimento do combustível, o ganho financeiro que o dono do posto teria obtido devido ao aquecimento do álcool após uma semana de vendas estaria entre

- (a) R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00.
- (b) R\$ 1.050,00 e R\$ 1.250,00.
- (c) R\$ 4.000,00 e R\$ 5.000,00.
- (d) R\$ 6.000,00 e R\$ 6.900,00.
- (e) R\$ 7.000,00 e R\$ 7.950,00.

**Problema 7** (Enem-2015) Uma garrafa térmica tem como função evitar a troca de calor entre o líquido nela contido e o ambiente, mantendo a temperatura de seu conteúdo constante. Uma forma de orientar os consumidores na compra de uma garrafa térmica seria criar um selo de qualidade, como se faz atualmente para informar o consumo de energia de eletrodomésticos. O selo identificaria cinco categorias e informaria a variação de temperatura do conteúdo da garrafa, depois de decorridas seis horas de seu fechamento, por meio de uma porcentagem do valor inicial da temperatura de equilíbrio do líquido na garrafa. O quadro apresenta as categorias e os intervalos de variação percentual da temperatura.

Tipo de selo	Varição de temperatura
A	menor que 10%
B	entre 10% e 25%
C	entre 25% e 40%
D	entre 40% e 55%
E	maior que 55%

Para atribuir uma categoria a um modelo de garrafa térmica, são preparadas e misturadas, em uma garrafa, duas amostras de água, uma a 10 °C e outra a 40 °C, na proporção de

um terço de água fria para dois terços de água quente. A garrafa é fechada. Seis horas depois, abre-se a garrafa e mede-se a temperatura da água, obtendo-se  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Qual selo deveria ser posto na garrafa térmica testada?

- (a) A
- (b) B
- (c) C
- (d) D
- (e) E

**Problema 8** (Enem-2019) Em uma aula experimental de calorimetria, uma professora queimou  $2,5\text{ g}$  de castanha-de-caju crua para aquecer  $350\text{ g}$  de água, em um recipiente apropriado para diminuir as perdas de calor. Com base na leitura da tabela nutricional a seguir e da medida da temperatura da água, após a queima total do combustível, ela concluiu que  $50\%$  da energia disponível foi aproveitada. O calor específico da água é  $1\text{ cal g}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , e sua temperatura inicial era de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Quantidade por porção de 10 g (2 castanhas)	
Valor energético	70 kcal
Carboidratos	0,8 g
Proteínas	3,5 g
Gorduras totais	3,5 g

Qual foi a temperatura da água, em grau Celsius, medida ao final do experimento?

- (a) 25
- (b) 27
- (c) 45
- (d) 50
- (e) 70

**Problema 9** (Enem-2019) O objetivo de recipientes isolantes térmicos é minimizar as trocas de calor com o ambiente externo. Essa troca de calor é proporcional à condutividade térmica  $k$  e à área interna das faces do recipiente, bem como à diferença de temperatura entre o ambiente externo e o interior do recipiente, além de ser inversamente proporcional à espessura das faces.

A fim de avaliar a qualidade de dois recipientes **A** ( $40\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ ) e **B** ( $60\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 40\text{ cm}$ ), de faces de mesma espessura, uma estudante compara suas condutividades térmicas  $k_A$  e  $k_B$ . Para isso suspende, dentro de cada recipiente, blocos idênticos de gelo a  $0\text{ }^{\circ}$ , de modo que suas superfícies estejam em contato apenas com o ar. Após um intervalo de tempo, ela abre os recipientes enquanto ambos ainda contêm um pouco de gelo e verifica que a massa de gelo que se fundiu no recipiente **B** foi o dobro da que se fundiu no recipiente **A**.

A razão  $\frac{k_A}{k_B}$  é mais próxima de

- (a) 0,50.
- (b) 0,67.
- (c) 0,75.
- (d) 1,33.
- (e) 2,00.

**Problema 10** (Enem-2019) Em 1962, um jingle (vinheta musical) criado por Heitor Carillo fez tanto sucesso que extrapolou as fronteiras do rádio e chegou à televisão ilustrado por um desenho animado. Nele, uma pessoa respondia ao fantasma que batia em sua porta, personificando o “frio”, que não o deixaria entrar, pois não abriria a porta e compraria lãs e cobertores para aquecer sua casa. Apesar de memorável, tal comercial televisivo continha incorreções a respeito de conceitos físicos relativos à calorimetria.

DUARTE, M. Jingle é a alma do negócio: livro revela os bastidores das músicas de propagandas. Disponível em: <https://guiadoscuriosos.uol.com.br>. Acesso em: 24 abr. 2019 (adaptado).

Para solucionar essas incorreções, deve-se associar à porta e aos cobertores, respectivamente, as funções de:

- (a) Aquecer a casa e os corpos.
- (b) Evitar a entrada do frio na casa e nos corpos.
- (c) Minimizar a perda de calor pela casa e pelos corpos.
- (d) Diminuir a entrada do frio na casa e aquecer os corpos.
- (e) Aquecer a casa e reduzir a perda de calor pelos corpos.

## 2.3 Questões de Magnetismo

**Problema 11** (Enem-2023) O fogão por indução funciona a partir do surgimento de uma corrente elétrica induzida no fundo da panela, com consequente transformação de energia elétrica em calor por efeito Joule. A principal vantagem desses fogões é a eficiência energética, que é substancialmente maior que a dos fogões convencionais.

A corrente elétrica mencionada é induzida por

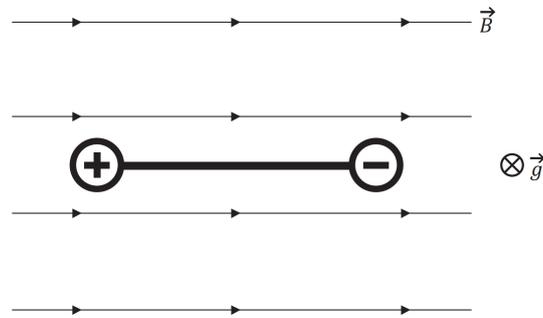
- (a) radiação.
- (b) condução.
- (c) campo elétrico variável.
- (d) campo magnético variável.
- (e) ressonância eletromagnética.

**Problema 12** (Enem-2020) Em uma usina geradora de energia elétrica, seja através de uma queda-d'água ou através de vapor sob pressão, as pás do gerador são postas a girar. O movimento relativo de um ímã em relação a um conjunto de bobinas produz um fluxo magnético variável através delas, gerando uma diferença de potencial em seus terminais. Durante o funcionamento de um dos geradores, o operador da usina percebeu que houve um aumento inesperado da diferença de potencial elétrico nos terminais das bobinas.

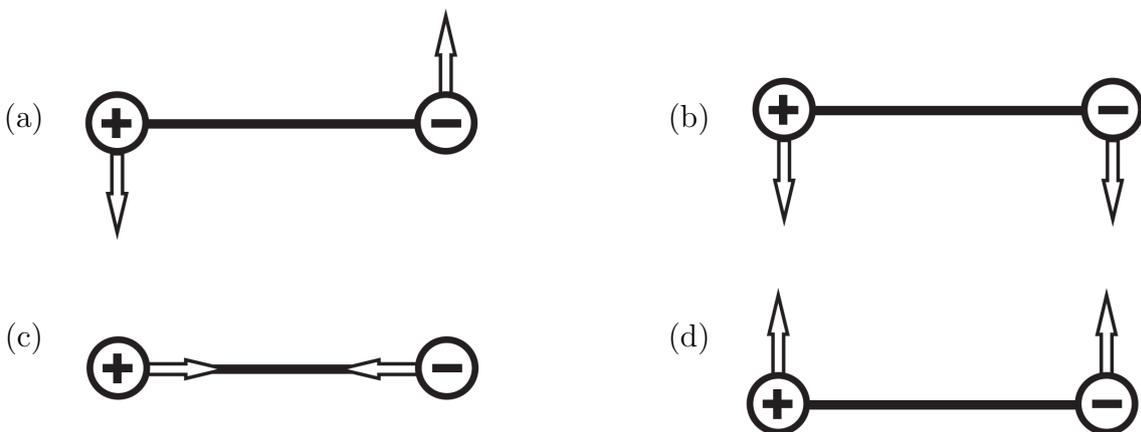
Nessa situação, o aumento do módulo da diferença de potencial obtida nos terminais das bobinas resulta do aumento do(a)

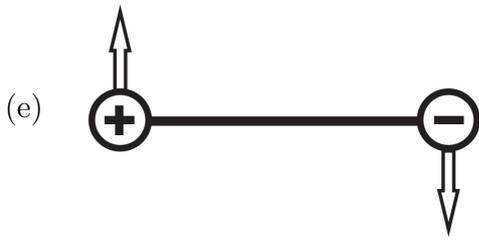
- (a) intervalo de tempo em que as bobinas ficam imersas no campo magnético externo, por meio de uma diminuição de velocidade no eixo de rotação do gerador.
- (b) fluxo magnético através das bobinas, por meio de um aumento em sua área interna exposta ao campo magnético aplicado.
- (c) intensidade do campo magnético no qual as bobinas estão imersas, por meio de aplicação de campos magnéticos mais intensos.
- (d) rapidez com que o fluxo magnético varia através das bobinas, por meio de um aumento em sua velocidade angular.
- (e) resistência interna do condutor que constitui as bobinas, por meio de um aumento na espessura dos terminais.

**Problema 13** (Enem-2021) Duas esferas carregadas com cargas iguais em módulo e sinais contrários estão ligadas por uma haste rígida isolante na forma de haltere. O sistema se movimenta sob ação da gravidade numa região que tem um campo magnético horizontal uniforme ( $\vec{B}$ ), da esquerda para a direita. A imagem apresenta o sistema visto de cima para baixo, no mesmo sentido da aceleração da gravidade ( $\vec{g}$ ) que atua na região.



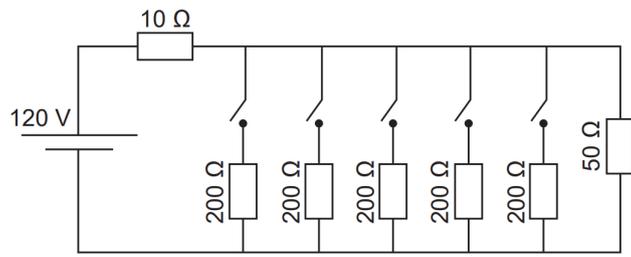
Visto de cima, o diagrama esquemático das forças magnéticas que atuam no sistema, no momento inicial em que as cargas penetram na região de campo magnético, está representado em





### 2.4 Questões de Eletrodinâmica

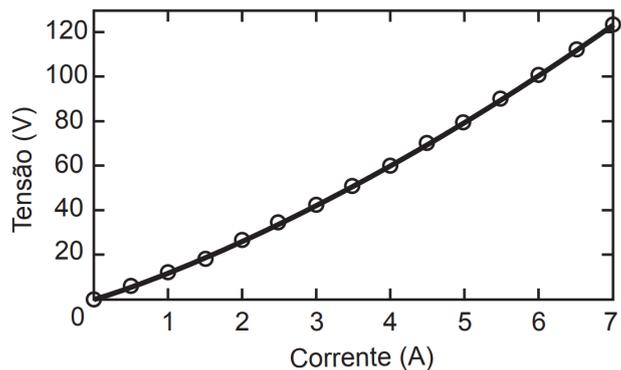
**Problema 14** (Enem-2019) Uma casa tem um cabo elétrico mal dimensionado, de resistência igual a  $10\ \Omega$ , que a conecta à rede elétrica de  $120\ \text{V}$ . Nessa casa, cinco lâmpadas, de resistência igual a  $200\ \Omega$ , estão conectadas ao mesmo circuito que uma televisão de resistência igual a  $50\ \Omega$ , conforme ilustrado no esquema. A televisão funciona apenas com tensão entre  $90\ \text{V}$  e  $130\ \text{V}$ .



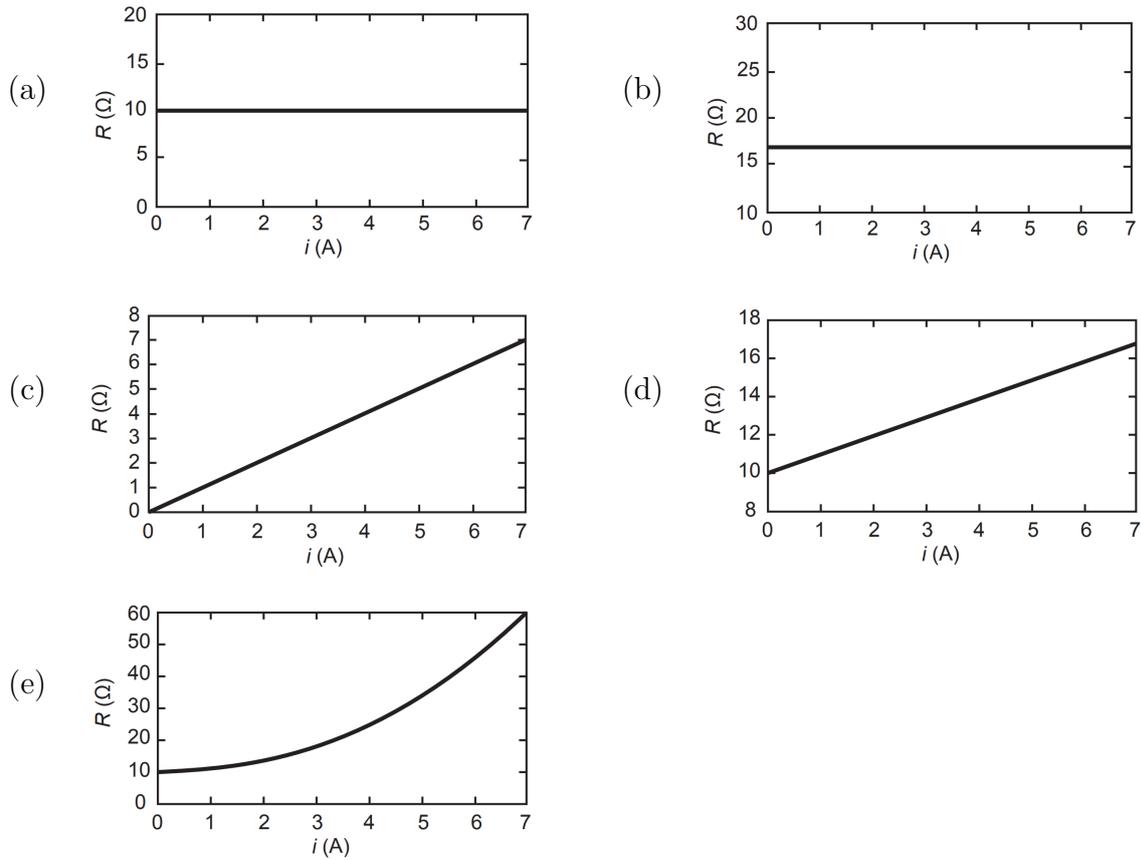
O número máximo de lâmpadas que podem ser ligadas sem que a televisão pare de funcionar é:

- (a) 1
- (b) 2
- (c) 3
- (d) 4
- (e) 5

**Problema 15** (Enem-2018) Ao pesquisar um resistor feito de um novo tipo de material, um cientista observou o comportamento mostrado no gráfico tensão versus corrente.



Após a análise do gráfico, ele concluiu que a tensão em função da corrente é dada pela equação  $V = 10i + i^2$ . O gráfico da resistência elétrica ( $R$ ) do resistor em função da corrente ( $i$ ) é



**Problema 16** (Enem-2021) Cientistas da Universidade de New South Wales, na Austrália, demonstraram em 2012 que a Lei de Ohm é válida mesmo para fios finíssimos, cuja área da seção reta compreende alguns poucos átomos. A tabela apresenta as áreas e comprimentos de alguns dos fios construídos (respectivamente com as mesmas unidades de medida). Considere que a resistividade mantém-se constante para todas as geometrias (uma aproximação confirmada pelo estudo).

	Área	Comprimento	Resistência elétrica
<b>Fio 1</b>	9	312	R1
<b>Fio 2</b>	4	47	R2
<b>Fio 3</b>	2	54	R3
<b>Fio 4</b>	1	106	R4

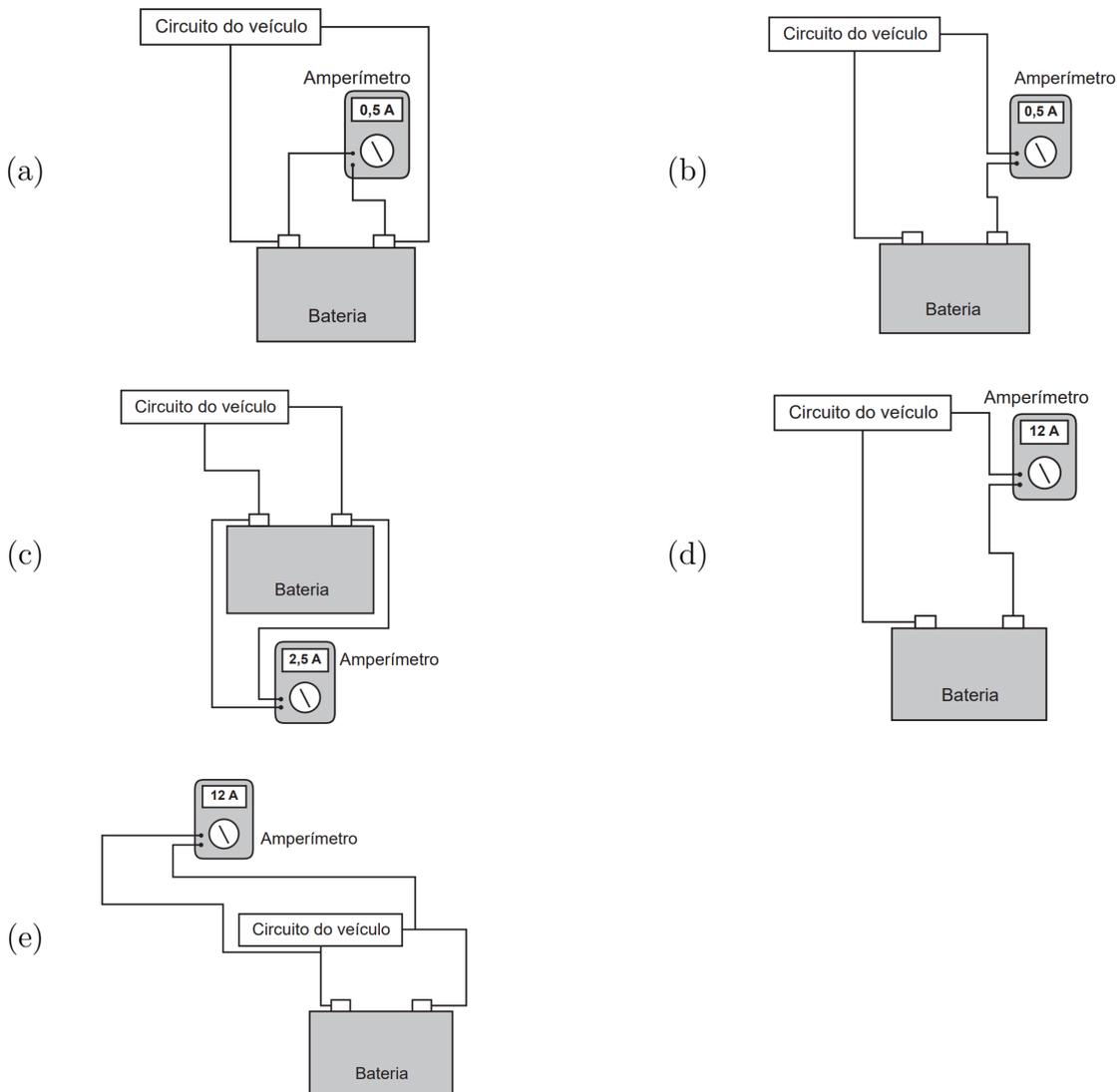
WEBER, S. B. et al. Ohm's Law Survives to the Atomic Scale. *Science*, n. 335, jan. 2012 (adaptado).

As resistências elétricas dos fios, em ordem crescente, são

- (a)  $R_1 < R_2 < R_3 < R_4$ .
- (b)  $R_2 < R_1 < R_3 < R_4$ .
- (c)  $R_2 < R_3 < R_1 < R_4$ .
- (d)  $R_4 < R_1 < R_3 < R_2$ .
- (e)  $R_4 < R_3 < R_2 < R_1$ .

**Problema 17** (Enem-2020) Uma pessoa percebe que a bateria de seu veículo fica descarregada após cinco dias sem uso. No início desse período, a bateria funcionava normalmente e estava com o total de sua carga nominal, de 60 Ah. Pensando na possibilidade de haver uma corrente de fuga, que se estabelece mesmo com os dispositivos elétricos do veículo desligados, ele associa um amperímetro digital ao circuito do veículo.

Qual dos esquemas indica a maneira com que o amperímetro deve ser ligado e a leitura por ele realizada?



**Problema 18** (Enem-2022) Afim de classificar as melhores rotas em um aplicativo de trânsito, um pesquisador propõe um modelo com base em circuitos elétricos. Nesse

modelo, a corrente representa o número de carros que passam por um ponto da pista no intervalo de 1 s. A diferença de potencial (d.d.p.) corresponde à quantidade de energia por carro necessária para o deslocamento de 1 m. De forma análoga à lei de Ohm, cada via é classificada pela sua resistência, sendo a de maior resistência a mais congestionada. O aplicativo mostra as rotas em ordem crescente, ou seja, da rota de menor para a de maior resistência.

Como teste para o sistema, são utilizadas três possíveis vias para uma viagem de A até B, com os valores de d.d.p. e corrente conforme a tabela.

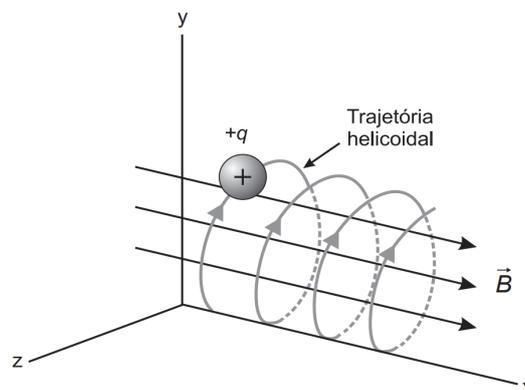
Rota	d.d.p. $\left(\frac{\text{J}}{\text{carro} \cdot \text{m}}\right)$	Corrente $\left(\frac{\text{carro}}{\text{s}}\right)$
1	510	4
2	608	4
3	575	3

Nesse teste, a ordenação das rotas indicadas pelo aplicativo será:

- (a) 1, 2, 3.
- (b) 1, 3, 2.
- (c) 2, 1, 3.
- (d) 3, 1, 2.
- (e) 3, 2, 1.

## 2.5 Questões de Eletromagnetismo

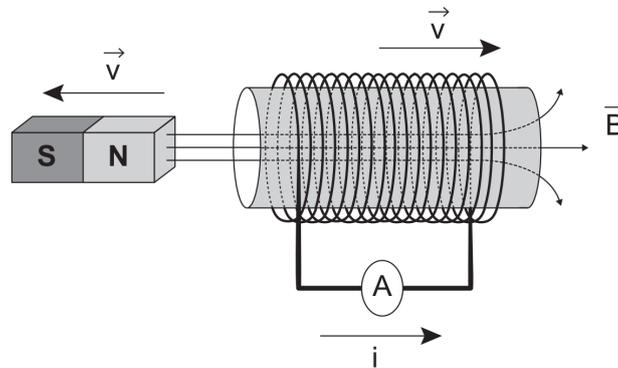
**Problema 19** (Enem-2019) O espectrômetro de massa de tempo de voo é um dispositivo utilizado para medir a massa de íons. Nele, um íon de carga elétrica  $q$  é lançado em uma região de campo magnético constante  $\vec{B}$ , descrevendo uma trajetória helicoidal, conforme a figura. Essa trajetória é formada pela composição de um movimento circular uniforme no plano  $yz$  e uma translação ao longo do eixo  $x$ . A vantagem desse dispositivo é que a velocidade angular do movimento helicoidal do íon é independente de sua velocidade inicial. O dispositivo então mede o tempo  $t$  de voo para  $N$  voltas do íon. Logo, com base nos valores  $q$ ,  $B$ ,  $N$  e  $t$ , pode-se determinar a massa do íon.



A massa do íon medida por esse dispositivo será

- (a)  $\frac{qBt}{2\pi N}$   
 (b)  $\frac{qBt}{\pi N}$   
 (c)  $\frac{2qBt}{\pi N}$   
 (d)  $\frac{qBt}{N}$   
 (e)  $\frac{2qBt}{N}$

**Problema 20** (Enem-2014) O funcionamento dos geradores de usinas elétricas baseia-se no fenômeno da indução eletromagnética, descoberto por Michael Faraday no século XIX. Pode-se observar esse fenômeno ao se movimentar um ímã e uma espira em sentidos opostos com módulo da velocidade igual a  $v$ , induzindo uma corrente elétrica de intensidade  $i$ , como ilustrado na figura.



A fim de se obter uma corrente com o mesmo sentido da apresentada na figura, utilizando os mesmos materiais, outra possibilidade é mover a espira para a

- (a) esquerda e o ímã para a direita com polaridade invertida.  
 (b) direita e o ímã para a esquerda com polaridade invertida.  
 (c) esquerda e o ímã para a esquerda com mesma polaridade.  
 (d) direita e manter o ímã em repouso com polaridade invertida.  
 (e) esquerda e manter o ímã em repouso com mesma polaridade.

**Problema 21** (Enem-2019) As redes de alta tensão para transmissão de energia elétrica geram campo magnético variável o suficiente para induzir corrente elétrica no arame das cercas. Tanto os animais quanto os funcionários das propriedades rurais ou das concessionárias de energia devem ter muito cuidado ao se aproximarem de uma cerca quando esta estiver próxima a uma rede de alta tensão, pois, se tocarem no arame da cerca, poderão sofrer choque elétrico.

Para minimizar este tipo de problema, deve-se:

- (a) Fazer o aterramento dos arames da cerca.  
 (b) Acrescentar fusível de segurança na cerca.  
 (c) Realizar o aterramento da rede de alta tensão.

- (d) Instalar fusível de segurança na rede de alta tensão.  
(e) Utilizar fios encapados com isolante na rede de alta tensão.

## 2.6 Gabarito do Segundo Dia

<b>Problema 1</b>	c	<b>Problema 2</b>	e	<b>Problema 3</b>	b
<b>Problema 4</b>	a	<b>Problema 5</b>	b	<b>Problema 6</b>	d
<b>Problema 7</b>	d	<b>Problema 8</b>	c	<b>Problema 9</b>	b
<b>Problema 10</b>	c	<b>Problema 11</b>	d	<b>Problema 12</b>	d
<b>Problema 13</b>	a	<b>Problema 14</b>	b	<b>Problema 15</b>	d
<b>Problema 16</b>	c	<b>Problema 17</b>	b	<b>Problema 18</b>	a
<b>Problema 19</b>	a	<b>Problema 20</b>	a	<b>Problema 21</b>	a