

Fuvest (2º fase – prova geral)

2018

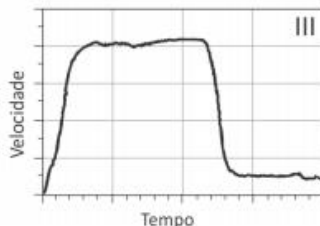
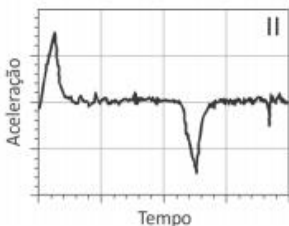
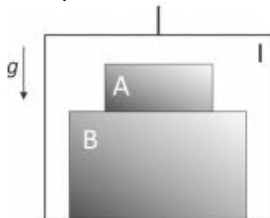
1) O prêmio Nobel de Física de 2017 foi conferido aos três cientistas que lideraram a colaboração LIGO (Laser Interferometer Gravitational Wave Observatory), responsável pela primeira detecção direta de ondas gravitacionais, ocorrida em 14 de setembro de 2015. O LIGO é constituído por dois detectores na superfície da Terra, distantes 3.000 quilômetros entre si. Os sinais detectados eram compatíveis com os produzidos pela fusão de dois buracos negros de massas aproximadamente iguais a 36 e 29 massas solares. Essa fusão resultou em um único buraco negro de 62 massas solares a uma distância de 1,34 bilhão de anos-luz da Terra.

- a) A detecção foi considerada legítima porque os sinais foram registrados com diferença de tempo compatível com a distância entre os detectores. Considerando que as ondas gravitacionais se propaguem com a velocidade da luz, obtenha a maior diferença de tempo, t , que pode ser aceita entre esses registros para que os sinais ainda sejam considerados coincidentes.
- b) Foi estimado que, no último 0,2 s da fusão, uma quantidade de energia equivalente a três massas solares foi irradiada sob a forma de ondas gravitacionais. Calcule a potência, P , irradiada.
- c) A emissão decorrente da fusão desses dois buracos negros deu origem a ondas gravitacionais, cuja potência irradiada foi maior do que a potência irradiada sob a forma de ondas eletromagnéticas por todas as estrelas do Universo. Para quantificar esta afirmação, calcule a potência total irradiada pelo Sol. Obtenha o número N de sóis necessários para igualar a potência obtida no item b.

Note e adote:

Equivalência massa-energia: $E = mc^2$.Velocidade da luz: $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.Massa do Sol: $2,0 \times 10^{30}$ kg.Intensidade da luz irradiada pelo Sol, incidente na órbita da Terra: $1,4$ kW/m².Distância Terra - Sol: $1,5 \times 10^{11}$ m.Área da superfície de uma esfera de raio R : $4\pi R^2$. $\pi = 3$.

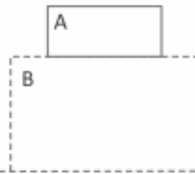
2) Duas caixas, A e B, de massas m_A e m_B , respectivamente, precisam ser entregues no 40º andar de um edifício. O entregador resolve subir com as duas caixas em uma única viagem de elevador e a figura I ilustra como as caixas foram empilhadas. Um sistema constituído por motor e freios é responsável pela movimentação do elevador; as figuras II e III ilustram o comportamento da aceleração e da velocidade do elevador. O elevador é acelerado ou desacelerado durante curtos intervalos de tempo, após o que ele adquire velocidade constante.



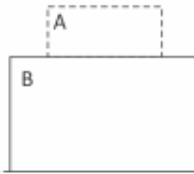
Analise a situação sob o ponto de vista de um observador parado no solo. Os itens a, b e c, referem-se ao instante de tempo em que o elevador está subindo com o valor máximo da aceleração, cujo módulo é $a = 1$ m/s².

- a) Obtenha o módulo da força resultante, F_A , que atua sobre a caixa A.
- b) As figuras na página de respostas representam esquematicamente as duas caixas e o chão do elevador. Faça, nas figuras correspondentes, os diagramas de forças indicando as que agem na caixa A e na caixa B.

Forças agindo na caixa A



Forças agindo na caixa B



- c) Obtenha o módulo, F_S , da força de contato exercida pela caixa A sobre a caixa B.
- d) Como o cliente recusou a entrega, o entregador voltou com as caixas. Considere agora um instante em que o elevador está descendo com aceleração para baixo de módulo $a = 1$ m/s². Obtenha o módulo, F_D , da força de contato exercida pela caixa A sobre a caixa B.

Note e adote:

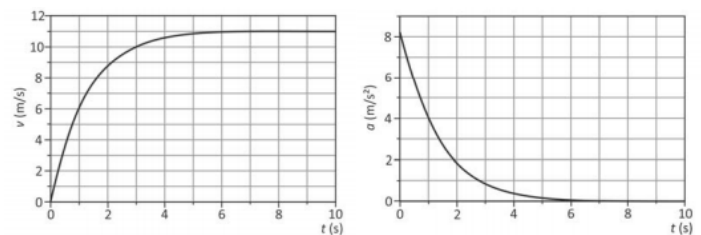
Aceleração da gravidade: $g = 10$ m/s².

panosso

2017

1) Um atleta de peso 700 N corre 100 metros rasos em 10 s. Os gráficos dos módulos da sua velocidade horizontal, v , e da sua aceleração horizontal, a , ambas em função do tempo t , estão na página de respostas. Use $g = 10$ m/s². Determine

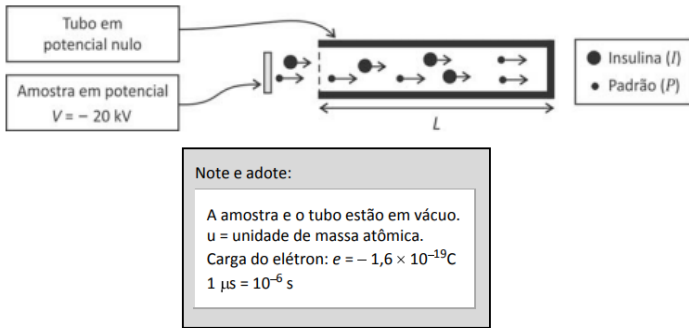
- a) a distância d que o atleta percorreu durante os primeiros 7 segundos da corrida;
- b) o módulo F da componente horizontal da força resultante sobre o atleta no instante $t = 1$ s;
- c) a energia cinética E do atleta no instante $t = 10$ s;
- d) a potência mecânica média P utilizada, durante a corrida, para acelerar o atleta na direção horizontal.



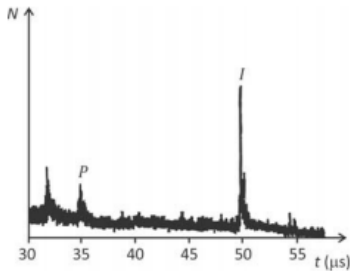
2) A determinação da massa da molécula de insulina é parte do estudo de sua estrutura. Para medir essa massa, as moléculas de insulina são previamente ionizadas, adquirindo, cada molécula, a carga de um elétron. Esses íons (I) são liberados com velocidade inicial nula a partir de uma amostra submetida a um potencial $V = -20$ kV. Os íons são acelerados devido à diferença de potencial entre a amostra e um tubo metálico, em potencial nulo, no qual passam a se mover com velocidade constante. Para a calibração da medida, adiciona-se à amostra um material padrão cujas moléculas também são ionizadas, adquirindo, cada uma, a carga

Fuvest (2º fase – prova geral)

de um elétron; esses íons (P) têm massa conhecida igual a 2846 u. A situação está esquematizada na figura.



a) Determine a energia cinética E dos íons, quando estão dentro do tubo. O gráfico na página de respostas mostra o número N de íons em função do tempo t despendido para percorrerem o comprimento L do tubo.

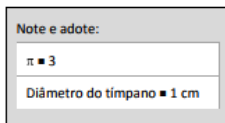


Determine

- b) a partir dos tempos indicados no gráfico, a razão $R_V = v_I / v_P$ entre os módulos das velocidades v_I , de um íon de insulina, e v_P , de um íon P, em movimento dentro do tubo;
- c) a razão $R_M = m_I / m_P$ entre as massas m_I e m_P respectivamente, de um íon de insulina e de um íon P;
- d) a massa m_I de um íon de insulina, em unidades de massa atômica (u).

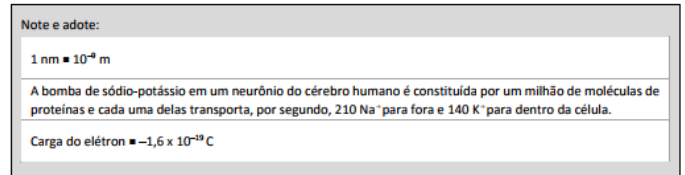
2016

1) O nível de intensidade sonora, em decibéis (dB), é definido pela expressão $\beta = 10 \log_{10} (I / I_0)$, na qual I é a intensidade do som em W/m^2 e $I_0 = 10^{-12} W/m^2$ é um valor de referência. Os valores de nível de intensidade sonora $\beta = 0$ e $\beta = 120$ dB correspondem, respectivamente, aos limiares de audição e de dor para o ser humano. Como exposições prolongadas a níveis de intensidade sonora elevados podem acarretar danos auditivos, há uma norma regulamentadora (NR15) do Ministério do Trabalho e Emprego do Brasil, que estabelece o tempo máximo de 8 horas para exposição ininterrupta a sons de 85 dB e especifica que, a cada acréscimo de 5 dB no nível da intensidade sonora, deve-se dividir por dois o tempo máximo de exposição. A partir dessas informações, determine



- a) a intensidade sonora I_D correspondente ao limiar de dor para o ser humano;
- b) o valor máximo do nível de intensidade sonora β , em dB, a que um trabalhador pode permanecer exposto por 4 horas seguidas;
- c) os valores da intensidade I e da potência P do som no tímpano de um trabalhador quando o nível de intensidade sonora é 100 dB.

2) Em células humanas, a concentração de íons positivos de sódio (Na^+) é menor no meio intracelular do que no meio extracelular, ocorrendo o inverso com a concentração de íons positivos de potássio (K^+). Moléculas de proteína existentes na membrana celular promovem o transporte ativo de íons de sódio para o exterior e de íons de potássio para o interior da célula. Esse mecanismo é denominado bomba de sódio-potássio. Uma molécula de proteína remove da célula três íons de Na^+ para cada dois de K^+ que ela transporta para o seu interior. Esse transporte ativo contrabalança processos passivos, como a difusão, e mantém as concentrações intracelulares de Na^+ e de K^+ em níveis adequados. Com base nessas informações, determine a

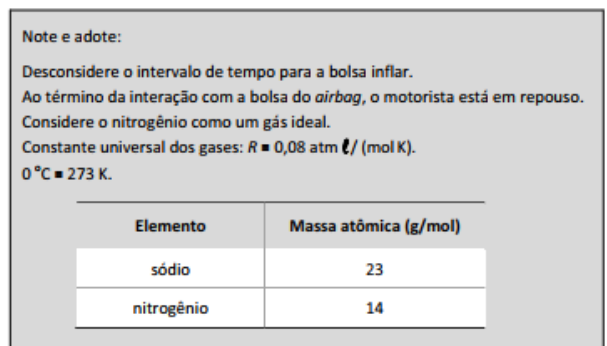


- a) a razão R entre as correntes elétricas formadas pelos íons de sódio e de potássio que atravessam a membrana da célula, devido à bomba de sódio-potássio;
- b) a ordem de grandeza do módulo do campo elétrico E dentro da membrana da célula quando a diferença de potencial entre suas faces externa e interna é 70 mV e sua espessura é 7 nm;
- c) a corrente elétrica total I através da membrana de um neurônio do cérebro humano, devido à bomba de sódio-potássio.

panosso

2015

1) O sistema de airbag de um carro é formado por um sensor que detecta rápidas diminuições de velocidade, uma bolsa inflável e um dispositivo contendo azida de sódio (NaN_3) e outras substâncias secundárias. O sensor, ao detectar uma grande desaceleração, produz uma descarga elétrica que provoca o aquecimento e a decomposição da azida de sódio. O nitrogênio (N_2) liberado na reação infla rapidamente a bolsa que, então, protege o motorista. Considere a situação em que o carro, inicialmente a 36 km/h (10 m/s), dirigido por um motorista de 60 kg, para devido a uma colisão frontal.



- a) Nessa colisão, qual é a variação ΔE da energia cinética do motorista?
- b) Durante o 0,2 s da interação do motorista com a bolsa, qual é o módulo a da aceleração média desse motorista?
- c) Escreva a reação química de decomposição da azida de sódio formando sódio metálico e nitrogênio gasoso.
- d) Sob pressão atmosférica de 1 atm e temperatura de 27 °C, qual é o volume V de gás nitrogênio formado pela decomposição de 65 g de azida de sódio?

Fuvest (2º fase – prova geral)

2) A energia necessária para o funcionamento adequado do corpo humano é obtida a partir de reações químicas de oxidação de substâncias provenientes da alimentação, que produzem aproximadamente 5 kcal por litro de O_2 consumido. Durante uma corrida, um atleta consumiu 3 litros de O_2 por minuto. Use 1 cal = 4J. Determine

- a potência P gerada pelo consumo de oxigênio durante a corrida;
- a quantidade de energia E gerada pelo consumo de oxigênio durante 20 minutos da corrida;
- o volume V de oxigênio consumido por minuto se o atleta estivesse em repouso, considerando que a sua taxa de metabolismo basal é 100 W.

2014

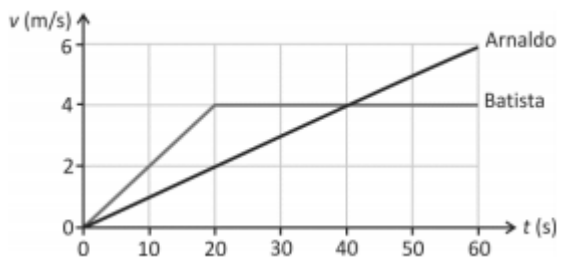
1) Uma pessoa faz, diariamente, uma caminhada de 6 km em uma pista horizontal, consumindo 80 cal a cada metro. Num certo dia, ela fez sua caminhada habitual e, além disso, subiu um morro de 300 m de altura. Essa pessoa faz uma alimentação diária de 2000 kcal, com a qual manteria seu peso, se não fizesse exercícios. Com base nessas informações, determine

Note e adote:

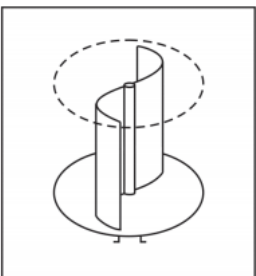
A aceleração da gravidade local é igual a 10 m/s^2 .
 1 cal = 4 J.
 9 kcal são produzidas com a queima de 1 g de gordura.

- a percentagem P da energia química proveniente dos alimentos ingeridos em um dia por essa pessoa, equivalente à energia consumida na caminhada de 6 km;
- a quantidade C de calorias equivalente à variação de energia potencial dessa pessoa entre a base e o topo do morro, se sua massa for 80 kg;
- o número N de caminhadas de 6 km que essa pessoa precisa fazer para perder 2,4 kg de gordura, se mantiver a dieta diária de 2000 kcal.

2) Arnaldo e Batista disputam uma corrida de longa distância. O gráfico das velocidades dos dois atletas, no primeiro minuto da corrida, é mostrado na página de respostas.



Determine



- a aceleração a_B de Batista em $t = 10$ s;
- as distâncias d_A e d_B percorridas por

NOTE E ADOTE

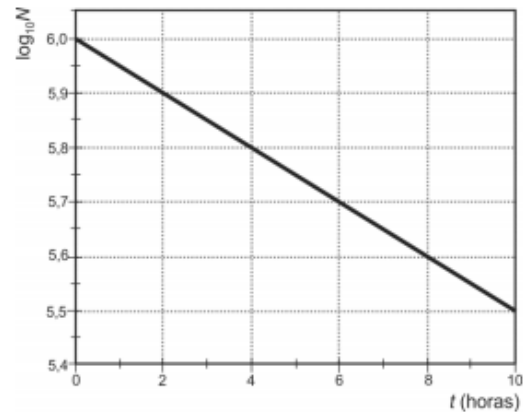
Densidade da água = 1 g/cm^3 .
 Aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$.

Arnaldo e Batista, respectivamente, até $t = 50$ s;

c) a velocidade média v_A de Arnaldo no intervalo de tempo entre 0 e 50 s.

2013

1) O número N de átomos de um isótopo radioativo existente em uma amostra diminui com o tempo t , de acordo com a expressão $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$, sendo N_0 o número de átomos deste isótopo em $t = 0$ e λ a constante de decaimento. Abaixo, está apresentado o gráfico do $\log_{10} N$ em função de t , obtido em um estudo experimental do radio-fármaco Tecnécio 99 metaestável (^{99m}Tc), muito utilizado em diagnósticos do coração.



A partir do gráfico, determine

- o valor de $\log_{10} N_0$;
- o número N_0 de átomos radioativos de ^{99m}Tc ;
- a meia-vida ($T_{1/2}$) do ^{99m}Tc .

Note e adote:

A meia-vida ($T_{1/2}$) de um isótopo radioativo é o intervalo de tempo em que o número de átomos desse isótopo existente em uma amostra cai para a metade.
 $\log_{10} 2 = 0,3$; $\log_{10} 5 = 0,7$

2) Em uma reação de síntese, induzida por luz vermelha de frequência f igual a $4,3 \times 10^{14}$ Hz, ocorreu a formação de 180 g de glicose. Determine

- o número N de mols de glicose produzido na reação;
- a energia E de um fóton de luz vermelha;
- o número mínimo n de fótons de luz vermelha necessário para a produção de 180 g de glicose;
- o volume V de oxigênio produzido na reação (CNTP).

Note e adote:

$6 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 + \text{energia} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$
 Massas molares: H (1g/mol), C (12g/mol), O (16g/mol).

Energia do fóton: $E = hf$

Constante de Planck $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J.s

Nessa reação são necessários 2800 kJ de energia para a formação de um mol de glicose.
 1 mol de gás ocupa 22,4 L (CNTP – Condições Normais de Temperatura e Pressão).

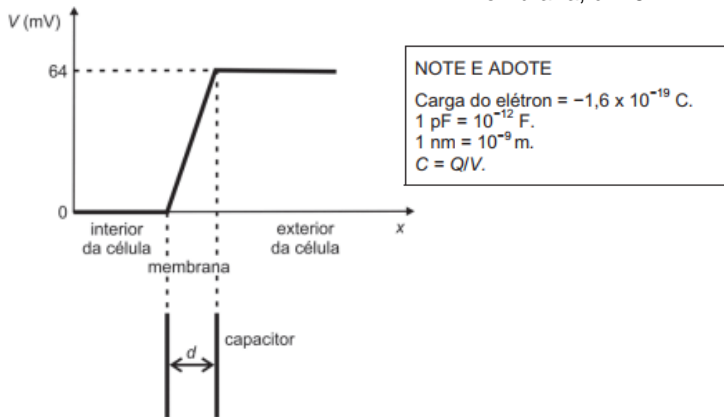
2012

1) Um pequeno cata-vento do tipo Savonius, como o esquematizado na figura ao lado, acoplado a uma bomba d'água, é utilizado em uma propriedade rural. A potência útil P (W) desse sistema para bombeamento de água pode ser obtida pela expressão $P = 0,1 \times A \times v^3$, em que A (m^2) é a área total das pás do cata-vento e v (m/s), a velocidade do vento. Considerando um cata-vento com área total das pás de 2 m^2 , velocidade do vento de 5 m/s e a água sendo elevada de 7,5 m na vertical, calcule

Fuvest (2º fase – prova geral)

- a) a potência útil P do sistema;
 b) a energia E necessária para elevar 1L de água;
 c) o volume V_1 de água bombeado por segundo;
 d) o volume V_2 de água, bombeado por segundo, se a velocidade do vento cair pela metade.

2) O fluxo de íons através de membranas celulares gera impulsos elétricos que regulam ações fisiológicas em seres vivos. A figura ao lado ilustra o comportamento do potencial elétrico V em diferentes pontos no interior de uma célula, na membrana celular e no líquido extracelular. O gráfico desse potencial sugere que a membrana da célula pode ser tratada como um capacitor de placas paralelas com distância entre as placas igual à espessura da membrana, $d = 8 \text{ nm}$.



No contexto desse modelo, determine

- a) o sentido do movimento - de dentro para fora ou de fora para dentro da célula - dos íons de cloro (Cl^-) e de cálcio (Ca^{2+}), presentes nas soluções intra e extracelular;
 b) a intensidade E do campo elétrico no interior da membrana;
 c) as intensidades F_{Cl} e F_{Ca} das forças elétricas que atuam, respectivamente, nos íons Cl^- e Ca^{2+} enquanto atravessam a membrana;
 d) o valor da carga elétrica Q na superfície da membrana em contato com o exterior da célula, se a capacitância C do sistema for igual a 12 pF .

2011

1) Um automóvel consome, em média, um litro de gasolina para percorrer, em região urbana, uma distância de 10 km . Esse automóvel é do tipo conhecido como flex, ou seja, pode utilizar, como combustível, gasolina e/ou álcool, com as propriedades fornecidas na tabela abaixo. Com base nas informações dadas, determine:

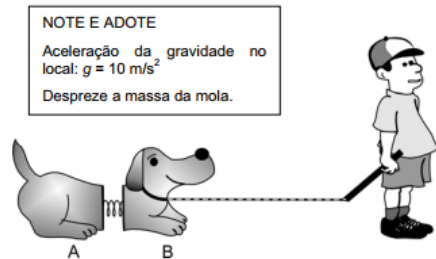
- a) Os valores das energias E_G e E_A liberadas pela combustão de um litro de gasolina e de um litro de álcool, respectivamente.
 b) A distância d_A percorrida, em média, pelo automóvel com 1 litro de álcool.
 c) O preço máximo P_m de um litro de álcool, acima do qual não seria conveniente, do ponto de vista financeiro, utilizar esse combustível, caso o litro de gasolina custasse R\$ 2,40.
 d) O gasto médio G com combustível, por quilômetro rodado pelo automóvel, em região urbana, usando exclusivamente álcool, se o litro desse combustível custar R\$ 1,60.

NOTE E ADOTE

| | poder calorífico (kcal/kg) | densidade (g/cm^3) |
|----------|----------------------------|-------------------------------|
| gasolina | $1,0 \times 10^4$ | 0,7 |
| álcool | $7,0 \times 10^3$ | 0,8 |

A distância percorrida pelo automóvel é diretamente proporcional à energia liberada pelo combustível consumido.

2) Um menino puxa, com uma corda, na direção horizontal, um cachorro de brinquedo formado por duas partes, A e B, ligadas entre si por uma mola, como ilustra a figura abaixo. As partes A e B têm, respectivamente, massas $m_A = 0,5 \text{ kg}$ e $m_B = 1 \text{ kg}$, sendo $\mu = 0,3$ o coeficiente de atrito cinético entre cada parte e o piso. A constante elástica da mola é $k = 10 \text{ N/m}$ e, na posição relaxada, seu comprimento é $x_0 = 10 \text{ cm}$.



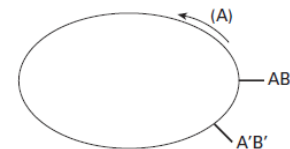
panosso

O conjunto se move com velocidade constante $v = 0,1 \text{ m/s}$. Nessas condições, determine:

- a) O módulo T da força exercida pelo menino sobre a parte B.
 b) O trabalho W realizado pela força que o menino faz para puxar o brinquedo por 2 minutos.
 c) O módulo F da força exercida pela mola sobre a parte A.
 d) O comprimento x da mola, com o brinquedo em movimento.

2010

1) Uma pessoa (A) pratica corrida numa pista de 300 m , no sentido anti-horário, e percebe a presença de outro corredor (B) que percorre a mesma pista no sentido oposto. Um desenho esquemático da pista é mostrado abaixo, indicando a posição AB do primeiro encontro entre os atletas. Após 1 min e 20 s , acontece o terceiro encontro entre os corredores, em outra posição, localizada a 20 m de AB, e indicada na figura por A'B' (o segundo encontro ocorreu no lado oposto da pista).



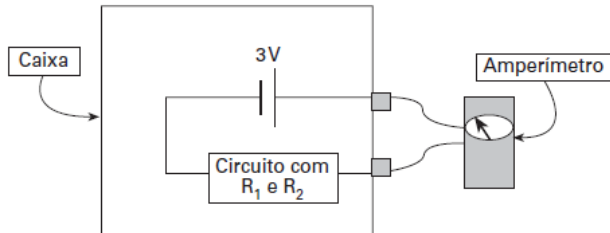
Se V_A e V_B os módulos das velocidades dos atletas A e B, respectivamente, e sabendo que ambas são constantes, determine

- a) V_A e V_B .
 b) a distância percorrida por A entre o primeiro e o segundo encontros, medida ao longo da pista.
 c) quantas voltas o atleta A dá no intervalo de tempo em que B completa 8 voltas na pista.

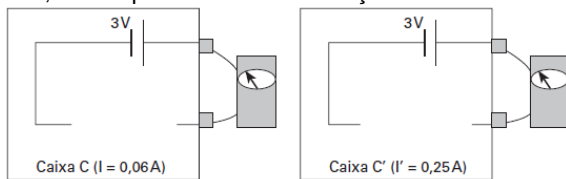
2) Em uma aula de física, os estudantes receberam duas caixas lacradas, C e C', cada uma delas contendo um circuito genérico, formado por dois resistores (R_1 e R_2), ligado a uma bateria de 3 V de tensão, conforme o esquema da figura abaixo. Das instruções

Fuvest (2º fase – prova geral)

recebidas, esses estudantes souberam que os dois resistores eram percorridos por correntes elétricas não nulas e que o valor de R_1 era o mesmo nas duas caixas, bem como o de R_2 . O objetivo do experimento era descobrir como as resistências estavam associadas e determinar seus valores. Os alunos mediram as correntes elétricas que percorriam os circuitos das duas caixas, C e C', e obtiveram os valores $I = 0,06\text{A}$ e $I' = 0,25\text{A}$, respectivamente.



a) Complete as figuras da folha de resposta, desenhando, para cada caixa, um esquema com a associação dos resistores R_1 e R_2 .



b) Determine os valores de R_1 e R_2 .

Note e Adote:

Desconsidere a resistência interna do amperímetro.

Verifique se a figura foi impressa no espaço reservado para resposta.

Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.

panosso