

Estuda FQ
Professor Marco Pereira



www.estudafq.pt



96 310 99 94

Exercícios de Exames Nacionais

Física 10.º ano - Unidade I

Exame Nacional de 2025 - Época Especial

1. A navegação marítima é auxiliada por faróis de sinalização na costa.

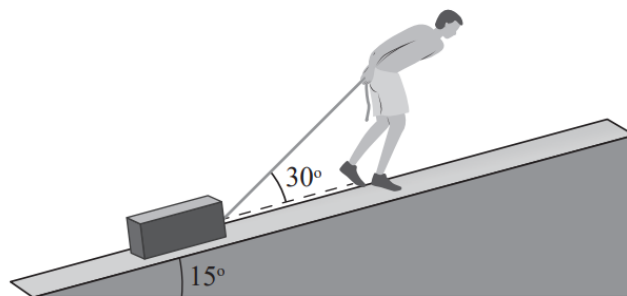
* 1.1. As lâmpadas dos faróis têm vindo a ser substituídas por lâmpadas LED, que, em relação às lâmpadas anteriores, têm menor potência e menor resistência elétrica para uma mesma intensidade luminosa.

Para o mesmo intervalo de tempo, as lâmpadas LED, comparativamente às lâmpadas anteriores, consomem

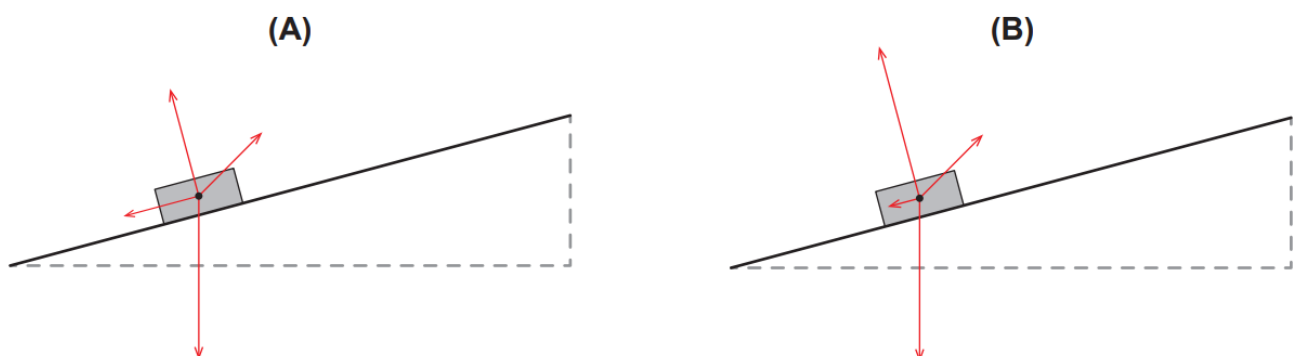
- (A) menos energia e dissipam mais energia por efeito Joule.
- (B) menos energia e dissipam menos energia por efeito Joule.
- (C) mais energia e dissipam menos energia por efeito Joule.
- (D) mais energia e dissipam mais energia por efeito Joule.

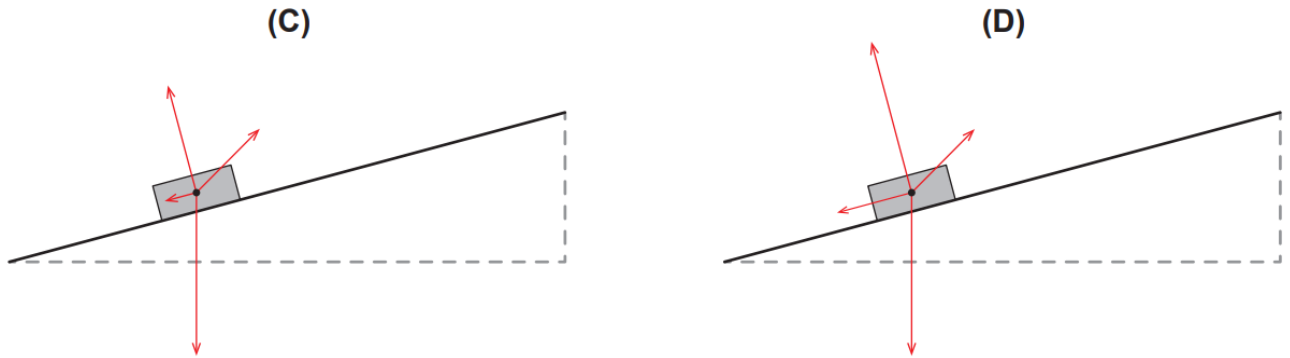
2. Na Berlenga Grande, uma ilha ao largo de Peniche, a ligação entre o cais e o farol faz-se por uma rampa. A Figura 1 representa uma pessoa que sobe um troço retilíneo dessa rampa, com 15° de inclinação, puxando uma caixa, na qual exerce uma força, $\vec{F}_1$, que faz um ângulo de 30° com o deslocamento.

Considere que a caixa pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a resultante das forças de atrito que atuam na caixa não é desprezável.



2.1. Qual dos diagramas pode representar, na mesma escala, as forças que atuam na caixa, admitindo que esta sobe a rampa com velocidade constante?





2.2. Se o transporte da caixa for feito por ação de uma força $\vec{F}_2$, com a mesma intensidade de $\vec{F}_1$, mas com uma direção paralela à rampa, a energia transferida para a caixa pela força $\vec{F}_2$, comparativamente à força $\vec{F}_1$, no mesmo deslocamento, é

- (A) menor, pois o ângulo entre a força $\vec{F}_2$ e o deslocamento é maior.
- (B) maior, pois o ângulo entre a força $\vec{F}_2$ e o deslocamento é maior.
- (C) menor, pois o ângulo entre a força $\vec{F}_2$ e o deslocamento é menor.
- (D) maior, pois o ângulo entre a força $\vec{F}_2$ e o deslocamento é menor.

*** 2.3.** Num dado momento da subida, a corda parte-se, e a caixa, de massa 50,0 kg, inicia um movimento descendente. A caixa passa numa posição **A** com velocidade de módulo $1,00 \text{ m s}^{-1}$ e percorre 100 m até uma posição **B**, onde passa com velocidade de módulo $4,00 \text{ m s}^{-1}$.

Considere que a inclinação da rampa e a força de atrito são constantes entre os pontos **A** e **B** da rampa.

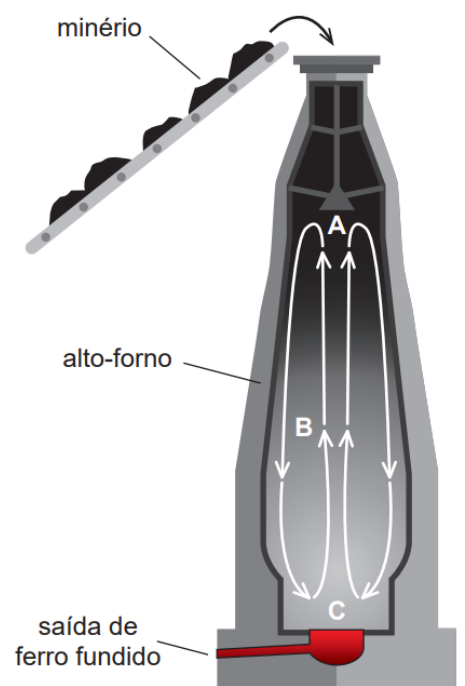
Determine, a partir de considerações energéticas, a razão entre a intensidade da força de atrito e a intensidade do peso da caixa, $\frac{F_a}{P}$.

Apresente todos os cálculos efetuados.

5. Os artefactos de ferro são fabricados desde a Antiguidade, sendo frequente encontrá-los em naufrágios de diferentes épocas.

Atualmente, a maior parte do ferro é obtida a partir de minério contendo elevada percentagem de trióxido de ferro, $\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{s})$, num alto-forno, tal como representado na Figura 3.

As reações químicas que ocorrem no alto-forno podem ser traduzidas, de forma simplificada, por



*** 5.1.** Complete o texto seguinte, seleccionando a opção correta para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção seleccionada.

A reação química apresentada é uma reação de ____ **a)** ____ . Nessa reação, a substância que apresenta ligações metálicas é representada por ____ **b)** ____ .

Tendo em conta as correntes de convecção, representadas no interior do forno, o ar que está a uma temperatura superior situa-se na zona ____ **c)** ____ .

O ferro fundido obtido escorre para o exterior do forno, onde solidifica. Durante este processo de mudança de fase, e enquanto a temperatura se mantém constante, a energia interna do ferro ____ **d)** ____ .

a)	b)	c)	d)
1. oxidação-redução	1. Fe_2O_3	1. A	1. diminui
2. ácido-base	2. Fe	2. B	2. mantém-se
3. precipitação	3. CO_2	3. C	3. aumenta

7. Uma das fases do processo de conservação de artefactos de ferro consiste em colocá-los em óleo mineral. Considere que uma peça de ferro foi mergulhada em óleo mineral que se encontrava a uma temperatura superior à da peça.

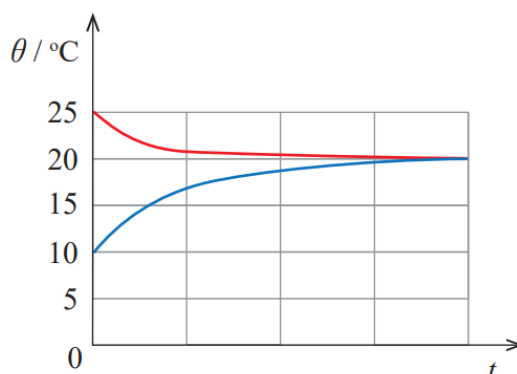
*** 7.1.** Até ser atingido o equilíbrio térmico, há transferência de energia sob a forma de

- (A) calor, do ferro para o óleo mineral.
- (B) trabalho, do ferro para o óleo mineral.
- (C) calor, do óleo mineral para o ferro.
- (D) trabalho, do óleo mineral para o ferro.

- * **7.2.** A Figura 5 apresenta o gráfico da temperatura, θ , da peça de ferro, de massa 2,25 kg, e do óleo mineral, em função do tempo, t , após serem postos em contacto.

Considere que a capacidade térmica mássica do óleo é $1850 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ e que a capacidade térmica mássica do ferro é $444 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Admita que, até ser atingido o equilíbrio térmico, todas as transferências de energia ocorrem no interior do sistema *ferro + óleo mineral* e que não se registaram mudanças de estado físico.



Determine a massa do óleo mineral.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2025 - 2.ª fase

3. Para estudar alguns efeitos que afetam o rendimento de um painel fotovoltaico, montou-se um circuito elétrico constituído por um reóstato, um interruptor e um painel fotovoltaico iluminado por uma lâmpada de incandescência. Neste circuito, utilizaram-se ainda um voltímetro e um amperímetro.

- 3.1. Mantendo-se fixa a distância entre o painel fotovoltaico e a lâmpada, fez-se variar a resistência do reóstato, obtendo-se valores da diferença de potencial, U , em função da corrente elétrica, I .

- * **3.1.1.** Considere o visor do voltímetro esquematizado na Figura 5.

Atendendo à incerteza associada à medição, a diferença de potencial deve ser apresentada na forma

- (A) $U = (1,15 \pm 0,05) \text{ V}$
 (B) $U = (1,2 \pm 0,1) \text{ V}$
 (C) $U = (1,25 \pm 0,05) \text{ V}$
 (D) $U = (1,3 \pm 0,1) \text{ V}$

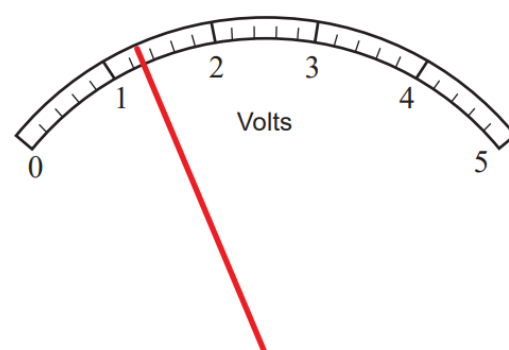
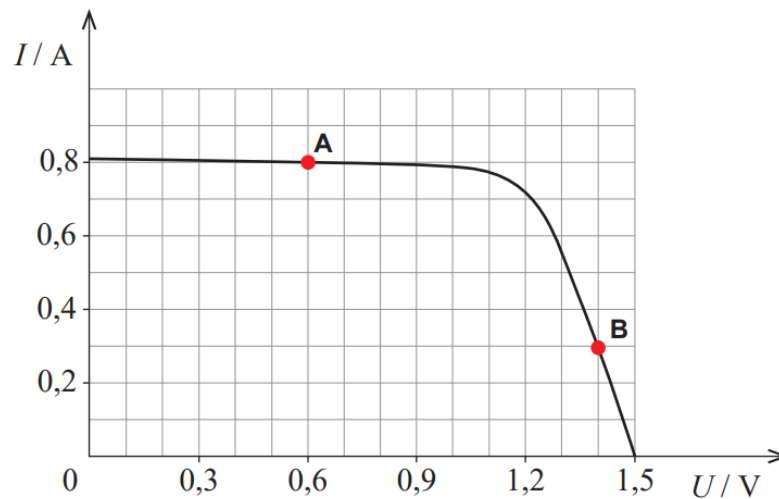


Figura 5

3.1.2. A Figura 6 apresenta o gráfico da corrente elétrica, I , em função da diferença de potencial, U , no qual se destacam os pontos **A** e **B**.



Em **B**, comparativamente a **A**, a potência fornecida pelo painel é

- (A) superior, e a resistência do circuito é superior.
- (B) superior, e a resistência do circuito é inferior.
- (C) inferior, e a resistência do circuito é superior.
- (D) inferior, e a resistência do circuito é inferior.

*** 3.1.3.** Complete o texto seguinte, selecionando a opção correta para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção selecionada.

Acerca da potência fornecida pelo painel fotovoltaico, sensível a toda a radiação visível, podemos afirmar que:

- a potência é máxima se o ângulo dos raios luminosos com a normal à superfície do painel for **a)** ;
- ao colocar um filtro vermelho entre a lâmpada e o painel, a potência **b)** ;
- ao duplicar a área do painel, a potência **c)** .

a)	b)	c)
1. 90°	1. diminui	1. mantém-se
2. 45°	2. mantém-se	2. aumenta
3. 0°	3. aumenta	3. diminui

- * 3.2. Num laboratório, realizou-se uma experiência para investigar a relação entre a irradiância (potência da radiação que chega a uma superfície, por unidade de área), E_r , num painel fotovoltaico e a distância, r , do painel a uma lâmpada de incandescência.

Admita que a luz emitida pela lâmpada se espalha por uma superfície esférica, cuja área pode ser calculada por $4\pi r^2$.

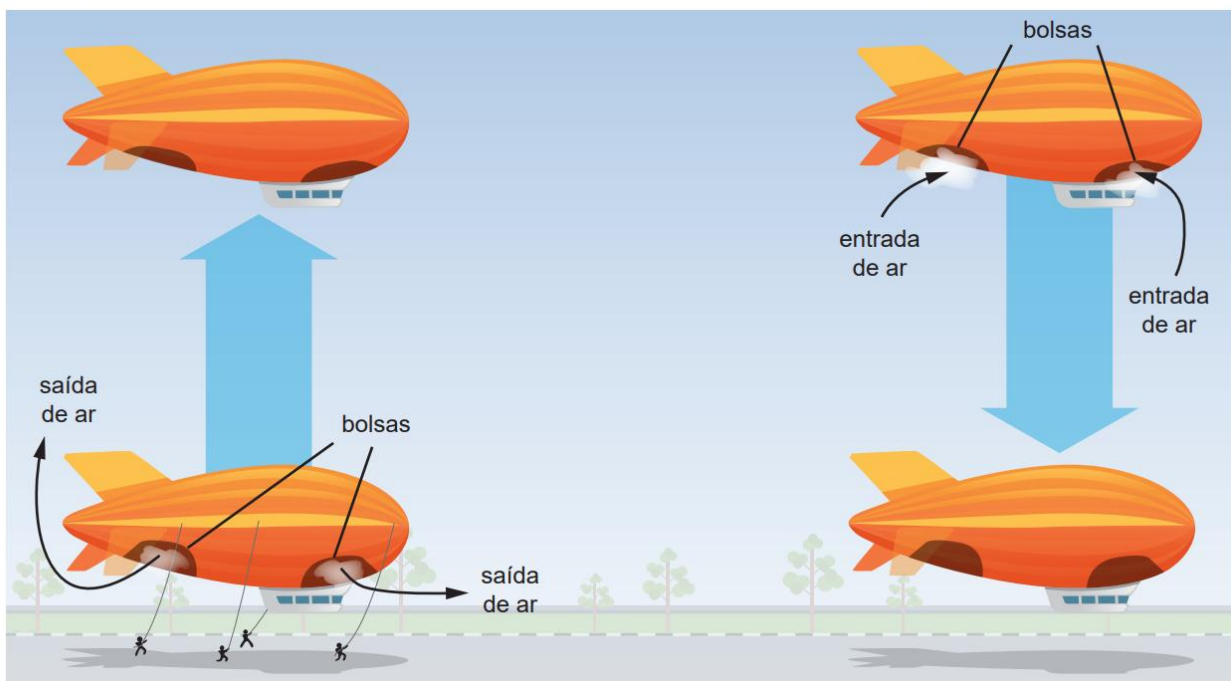
A tabela apresenta os dados de E_r e de r medidos e, ainda, a área da superfície esférica de raio r e o seu inverso.

$E_r / \text{W m}^{-2}$	r / m	$4\pi r^2 / \text{m}^2$	$\frac{1}{4\pi r^2} / \text{m}^{-2}$
3,7	0,500	3,14	0,318
9,8	0,320	1,29	0,778
20,3	0,220	0,608	1,64
67,5	0,120	0,181	5,53

Determine a potência da radiação emitida pela lâmpada.

Na sua resposta, comece por apresentar a equação da reta de ajuste a um gráfico adequado.

5. A Figura 7 apresenta um esquema simplificado de um dirigível, cheio de hélio, no seu movimento de subida e de descida. Para o fazer subir ou descer, é bombeado ar atmosférico, mais denso que o hélio, para fora ou para dentro de bolsas que se encontram no seu interior. Desta forma, varia a massa total do dirigível, mas, como o seu volume se mantém constante, a força de ascensão que nele atua, designada por impulsão, $\vec{I}$, permanece constante durante todo o movimento.



Considere que o dirigível pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a resistência do ar é desprezável.

- 5.1. Considere que o dirigível, inicialmente em repouso a 10 m do solo, sobe verticalmente até aos 210 m em 40,4 s, com aceleração constante.

5.1.2. O trabalho realizado pela força gravítica que atua no dirigível durante a subida é

- (A) negativo e simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema *dirigível + Terra*.
- (B) positivo e simétrico da variação da energia potencial gravítica do sistema *dirigível + Terra*.
- (C) negativo e igual à variação da energia potencial gravítica do sistema *dirigível + Terra*.
- (D) positivo e igual à variação da energia potencial gravítica do sistema *dirigível + Terra*.

* 5.3. Considere uma parte do percurso descendente do dirigível em que este tem um movimento vertical, retilíneo e uniforme, sem alteração da sua massa.

Conclua se há, ou não, conservação da energia mecânica do sistema *dirigível + Terra* nessa parte do percurso.

Apresente, sem efetuar cálculos, a fundamentação que lhe permite obter a sua conclusão, redigindo um texto bem estruturado e utilizando linguagem científica adequada.

Exame Nacional de 2025 - 1.^a fase

1. Num museu de ciência, há um módulo interativo, constituído por um cilindro com uma base móvel, que permite aos utilizadores experienciarem acelerações de módulo superior ao da aceleração gravítica à superfície da Terra, g .

A Figura 1 representa o módulo interativo com um utilizador encostado à parede interior do cilindro. O cilindro, de raio r , inicia a rotação em torno do eixo central e vertical, y , até atingir a velocidade angular pretendida; nesse instante, a base móvel desce, mas o utilizador permanece encostado à parede interior rugosa, sem cair, devido à força de atrito.

Admita que o utilizador pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

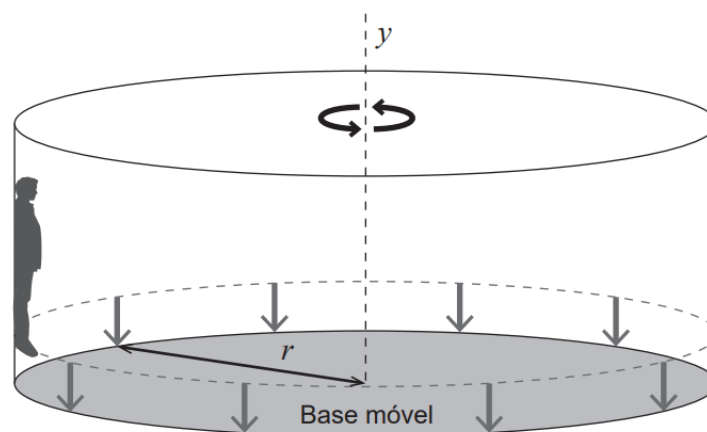


Figura 1

- * 1.1. Enquanto a velocidade angular do cilindro aumenta, mantendo-se o utilizador ainda com os pés sobre a base, a energia potencial gravítica do sistema *utilizador + Terra* _____ e a energia mecânica do sistema *utilizador + Terra* _____.

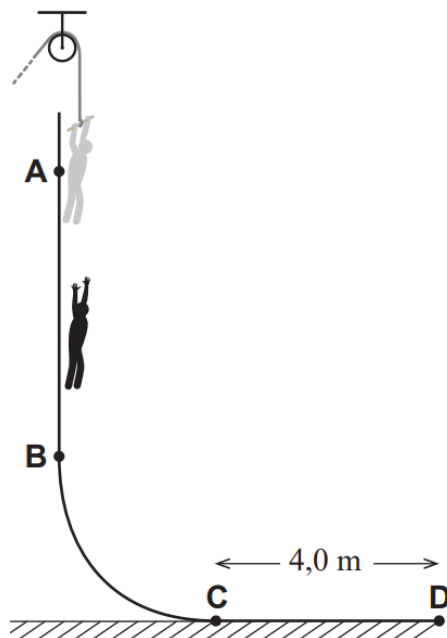
- | | |
|-------------------------------------|---|
| (A) aumenta ... aumenta | (B) aumenta ... mantém-se constante |
| (C) mantém-se constante ... aumenta | (D) mantém-se constante ... mantém-se constante |

2. Outro módulo interativo, existente no museu de ciência, proporciona a um utilizador uma experiência de queda livre. A Figura 2, que não se encontra à escala, apresenta um esquema desse módulo.

A experiência começa quando o utilizador larga o cabo na posição **A**, a 8,0 m do solo, com velocidade inicial nula, caindo até à posição **B** sem contacto com a rampa.

Ao passar na posição **B**, o utilizador inicia o contacto com a rampa, com atrito significativo.

Entre as posições **C** e **D**, o utilizador percorre 4,0 m, com aceleração constante de módulo $\frac{g}{2}$, parando na posição **D**.



Considere o solo como nível de referência da energia potencial gravítica.

Admita que o utilizador pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que, entre as posições **A** e **B**, o utilizador está em queda livre.

*** 2.1.** Entre as posições **A** e **B**, atua no utilizador

- (A) apenas uma força, e o tempo de queda depende da sua massa.
- (B) apenas uma força, e o tempo de queda não depende da sua massa.
- (C) mais do que uma força, e o tempo de queda depende da sua massa.
- (D) mais do que uma força, e o tempo de queda não depende da sua massa.

*** 2.2.** Determine a percentagem de energia mecânica do utilizador, de massa m , dissipada entre as posições **B** e **C**.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 4.2.** Sir Humphry Davy demonstrou que dois blocos de gelo fundem quando friccionados um contra o outro, sendo a temperatura da vizinhança igual à dos blocos de gelo.

Considere um intervalo de tempo, logo após o início da fricção, em que ainda não ocorreu perda de massa dos blocos de gelo.

Nesse intervalo de tempo, ocorreu uma transferência de energia sob a forma de _____, e a energia interna dos blocos _____.

- (A) calor ... manteve-se constante
- (B) calor ... aumentou
- (C) trabalho ... manteve-se constante
- (D) trabalho ... aumentou

- * 5.** Com vista à determinação da variação de entalpia mássica de fusão do gelo, adicionaram-se 50,0 g de gelo triturado fundente a 200,0 g de água a 20,0 °C, num recipiente termicamente isolado e a pressão constante.

Após a fusão total do gelo, e atingido o equilíbrio térmico, a temperatura final da mistura foi 0,0 °C.

Considere desprezáveis as transferências de energia do sistema *gelo + água* para o recipiente que o contém.

Determine a variação de entalpia mássica de fusão do gelo em J kg^{-1} .

Apresente todos os cálculos efetuados.

- 7.2.** Para verificar se a resistência elétrica de um LED permanece constante, montou-se o circuito elétrico representado na Figura 5, composto por um gerador ideal, G, de diferença de potencial regulável entre 0,0 V e 6,0 V, um LED e uma resistência, R. Estão também representados dois aparelhos de medida: um voltímetro e um amperímetro.

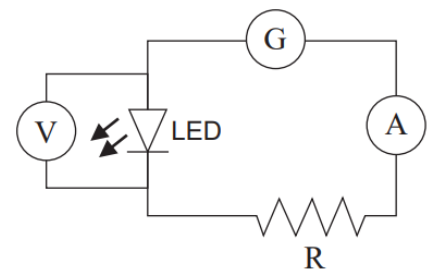


Figura 5

- 7.2.1.** O fabricante recomenda que este LED seja percorrido por uma corrente de 10 mA. Nesta situação, a diferença de potencial aos terminais do LED é 1,7 V.

De modo a respeitar as recomendações para o uso do LED, quando o gerador fornece a diferença de potencial máxima, deve ser utilizada uma resistência, R, de

- (A) $7,7 \times 10^2 \Omega$.
- (B) $6,0 \times 10^2 \Omega$.
- (C) $4,3 \times 10^2 \Omega$.
- (D) $1,7 \times 10^2 \Omega$.

- * **7.2.2.** As medições da diferença de potencial aos terminais do LED, U , e da corrente elétrica, I , que o atravessa apresentam-se na tabela seguinte.

U / V	I / mA
1,00	0,0
1,30	$9,0 \times 10^{-4}$
1,61	1,2
1,64	2,2
1,67	4,5

Verifique se a resistência elétrica do LED permanece constante no intervalo de diferenças de potencial considerado na tabela.

Na sua resposta, apresente o esboço de um gráfico que relacione U com I e justifique a sua conclusão com base nesse esboço.

Exame Nacional de 2024 - Época Especial

2. O metano, $\text{CH}_4(\text{g})$, tem um potencial de efeito de estufa muito superior ao do dióxido de carbono. Por esse motivo, em aterros sanitários ou em refinarias de petróleo, é preferível realizar a sua combustão, originando a libertação de dióxido de carbono.

A reação de combustão pode ser traduzida por



- * **2.2.** A energia libertada na combustão de 40,0 g de $\text{CH}_4(\text{g})$ ($M = 16,05 \text{ g mol}^{-1}$) permitiu aquecer até 35,0 °C uma amostra de água inicialmente a 10,0 °C.

Admita que a combustão foi realizada a pressão constante, com excesso de $\text{O}_2(\text{g})$ e com um rendimento de 100% em todos os processos envolvidos.

Considere as energias de ligação médias apresentadas na tabela seguinte.

Ligação	$E(\text{C} - \text{H})$	$E(\text{C} = \text{O})$	$E(\text{O} = \text{O})$	$E(\text{O} - \text{H})$
$E / \text{kJ mol}^{-1}$	414	799	490	460

Determine a massa da amostra de água que foi aquecida.

Apresente todos os cálculos efetuados.

4. O EM-Bird é um dispositivo usado para medir a espessura do gelo marinho, fornecendo dados que possibilitam a monitorização de um dos efeitos do aquecimento global.

Na Figura 1, que não se encontra à escala, estão representados o EM-Bird, suspenso de um helicóptero que voa horizontalmente, a baixa altitude, as forças nele aplicadas e as distâncias do dispositivo à superfície e à base do gelo, d_1 e d_2 , respetivamente.

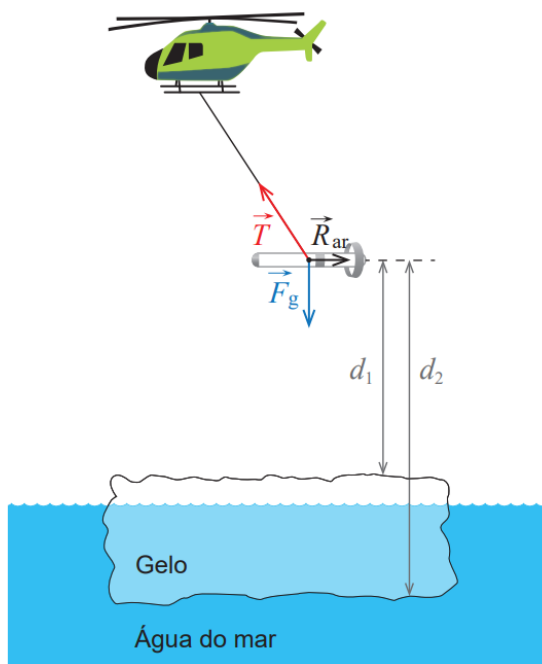


Figura 1

- * 4.1. Considere que, no EM-Bird, atuam três forças constantes: a força gravítica, $\vec{F}_g$, a tensão exercida pelo cabo, $\vec{T}$, e a resistência do ar, $\vec{R}_{ar}$.

No deslocamento horizontal do EM-Bird, realiza(m) trabalho nulo a(s) força(s)

- (A) $\vec{F}_g$ e $\vec{R}_{ar}$. (B) $\vec{F}_g$. (C) $\vec{T}$. (D) $\vec{T}$ e $\vec{R}_{ar}$.

- * 4.3. O processo de medição da distância do EM-Bird à base do gelo marinho baseia-se no facto de a água do mar, no estado líquido, ser boa condutora elétrica, ao contrário do que acontece com o gelo e com o ar.

A água do mar conduz a corrente elétrica, por conter _____, apresentando uma resistência elétrica _____.

- (A) eletrões livres ... elevada
(B) iões em solução ... elevada
(C) eletrões livres ... baixa
(D) iões em solução ... baixa

6. Os raios são descargas elétricas que ocorrem na atmosfera durante as trovoadas.

- * 6.1. Considere que, quando se estabelece uma diferença de potencial de $3,0 \times 10^7 \text{ V}$ entre uma nuvem e a superfície da Terra, se forma um raio, de potência $1,0 \times 10^{12} \text{ W}$, constituído por eletrões que se deslocam da nuvem para a Terra e que demoram $0,10 \text{ s}$ a atravessar uma dada secção reta da sua superfície.

A carga do eletrão é $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Determine a ordem de grandeza do número de eletrões que atravessam a superfície da Terra nesta descarga elétrica.

Apresente todos os cálculos efetuados.

7. Uma gota de água, com um volume de $4,2 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$, cai verticalmente de uma nuvem que se encontra a 1700 m do solo, sofrendo a ação do peso e da resistência do ar, acabando por atingir uma velocidade terminal de módulo $7,0 \text{ m s}^{-1}$.

Considere que, nas condições verificadas durante a queda, a massa volúmica da água é $1,0 \text{ g cm}^{-3}$ e que a gota de água pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

- 7.3. Se a gota caísse, da mesma altura, sem resistência do ar, comparativamente à situação real, a sua energia cinética no instante imediatamente anterior a atingir o solo seria

- (A) 680 vezes superior.
- (B) 680 vezes inferior.
- (C) 26 vezes superior.
- (D) 26 vezes inferior.

- * 9.2. Nas tardes quentes de verão, na praia, o ar tem um movimento ascendente sobre a areia e descendente sobre o mar, verificando-se um movimento de ar superficial do mar para a terra – a brisa marítima.

Compare, justificando, as capacidades térmicas mássicas da areia da praia e da água do mar, tendo em consideração o sentido das correntes de convecção estabelecidas.

Considere que a energia absorvida, por unidade de tempo e por unidade de massa, é igual para a areia e para a água do mar.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

Exame Nacional de 2024 - 2.ª Fase

- 1.3.** Os painéis fotovoltaicos do JWST produzem energia elétrica. A potência gerada por estes painéis aumenta com _____ do ângulo entre os raios solares incidentes e a normal ao plano do painel fotovoltaico e é calculada pela expressão _____, em que U representa a diferença de potencial elétrico aos terminais do painel e I representa a corrente elétrica que o atravessa.

(A) a diminuição ... $U \times I^2$

(B) a diminuição ... $U \times I$

(C) o aumento ... $U \times I^2$

(D) o aumento ... $U \times I$

3. Suponha que um automóvel com motor de combustão se encontra estacionado e que, num dado momento, o seu sistema de ignição é acionado.

* 3.2. Os elementos principais da bateria de chumbo-ácido, usada no automóvel, são placas de chumbo imersas em ácido sulfúrico.

Na Figura 3, estão representados dois voltímetros e a bateria do automóvel que inclui uma associação de seis células idênticas ligadas em série.

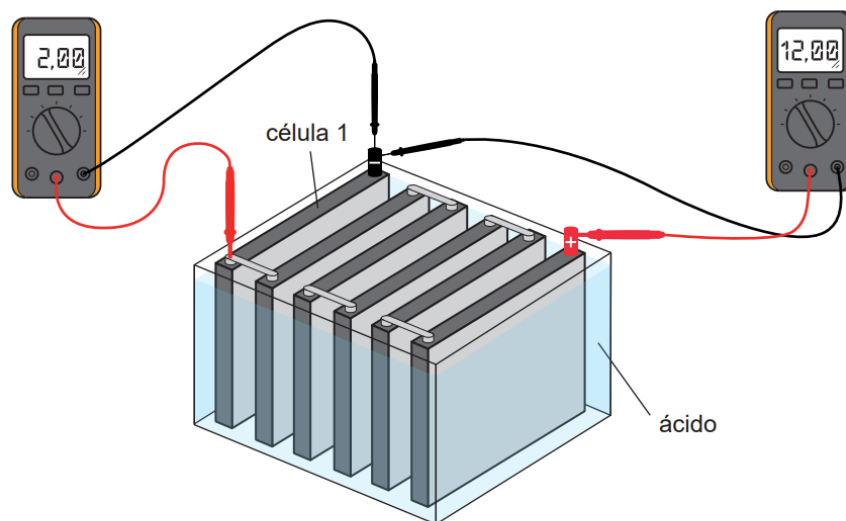


Figura 3

Quando a bateria está desligada, a diferença de potencial eléctrico aos seus terminais é 12,00 V, sendo 2,00 V aos terminais de cada célula. Quando o automóvel está em funcionamento, a corrente eléctrica gerada pela bateria é 40,0 A, e a diferença de potencial eléctrico aos seus terminais é 9,00 V.

Qual é a resistência interna da célula 1?

(A) $7,50 \times 10^{-2} \Omega$

(B) $6,00 \times 10^{-2} \Omega$

(C) $3,75 \times 10^{-2} \Omega$

(D) $1,25 \times 10^{-2} \Omega$

- * 3.3.** No sistema de refrigeração dos motores de combustão, são, geralmente, usados líquidos de elevada capacidade térmica mássica.

Um professor desafiou os alunos a identificarem, de entre dois líquidos desconhecidos, qual seria o mais adequado para um sistema de refrigeração. Deveriam realizar apenas um ensaio para cada líquido e retirar uma conclusão sem recorrer a cálculos. Disponibilizou amostras de cada um dos líquidos, com massas iguais e à mesma temperatura, uma resistência de imersão, de potência P desconhecida e constante, um cronómetro e um termómetro.

Descreva o modo como os alunos podem dar resposta ao desafio.

Na sua resposta:

- deduza a relação matemática que suporta a atividade experimental;
- apresente o procedimento experimental, identificando as grandezas a medir;
- refira a conclusão a retirar a partir da análise dos resultados.

Apresente um texto bem estruturado e utilize linguagem científica adequada.

- 4.** Um automóvel, de massa 1000 kg, encontra-se parado junto a um semáforo.

No instante em que o automóvel inicia o seu movimento, é ultrapassado por uma moto, de massa 150 kg, que se move, na mesma direção e no mesmo sentido, com velocidade constante de módulo 10 m s^{-1} , que mantém ao longo de todo o percurso em análise.

Considere que a trajetória descrita por ambos os veículos é retilínea e horizontal e que estes podem ser representados pelo seu centro de massa, segundo o modelo da partícula material.

A Figura 4 apresenta o gráfico do módulo da velocidade do automóvel em função do tempo.

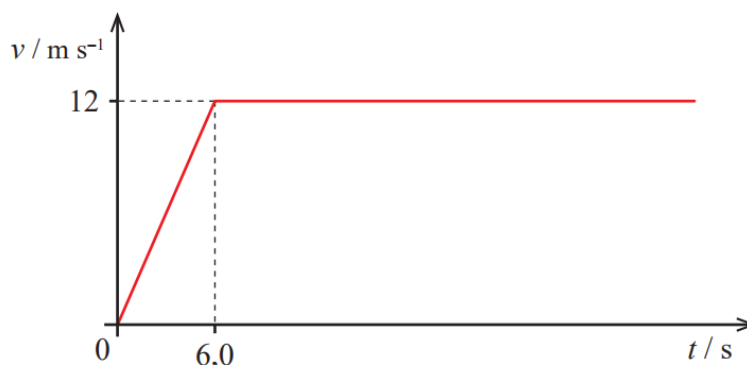


Figura 4

- * 4.1.** Admita que, nos primeiros 6,0 s de movimento, o automóvel transformou 90% da energia que lhe foi fornecida em energia cinética de translação, dissipando a restante.

Determine a energia que foi fornecida ao automóvel nesse intervalo de tempo.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2024 - 1.ª Fase

2. Na reciclagem de equipamentos eletrónicos, a extração de metais pode ser feita através de diferentes processos.

* 2.1. Na pirometalurgia, removem-se os metais líquidos à medida que estes se vão fundindo por aumento da temperatura da mistura.

A tabela apresenta, para a prata, a capacidade térmica mássica (no estado sólido), o ponto de fusão (à pressão atmosférica normal) e a variação de entalpia mássica de fusão.

Capacidade térmica mássica (J kg ⁻¹ K ⁻¹)	Ponto de fusão (°C)	Variação de entalpia mássica de fusão (kJ kg ⁻¹)
235	961,8	105

Considere que foram extraídos 1,40 kg de prata, no estado sólido, de diversos equipamentos eletrónicos.

Determine, em unidades SI, a potência mínima de um forno necessária para, em 600 segundos, fundir a totalidade da prata, inicialmente a 25,0 °C.

Apresente todos os cálculos efetuados.

6. O desfibrilhador automático externo (DAE) é um aparelho que, através da aplicação de uma descarga elétrica no tórax, permite reverter a paragem cardíaca.

Nos recintos desportivos, o DAE é fundamental para socorrer os atletas em caso de paragem cardíaca.

Considere que uma descarga elétrica transfere uma energia E , quando aplicada a um paciente cujo tórax apresenta uma resistência elétrica R e é submetido a uma diferença de potencial elétrico U .

6.1. A duração dessa descarga elétrica pode ser calculada por

(A) $\frac{E \times R}{U^2}$

(B) $\frac{U^2}{E \times R}$

(C) $\frac{E}{U^2 \times R}$

(D) $\frac{U^2 \times R}{E}$

* 6.2. A corrente elétrica que circula nos fios de cobre do desfibrilhador consiste no movimento de

- (A) eletrões livres do polo positivo para o polo negativo.
 (B) cargas positivas do polo positivo para o polo negativo.
 (C) eletrões livres do polo negativo para o polo positivo.
 (D) cargas positivas do polo negativo para o polo positivo.

7. Um atleta, com 70 kg, efetua pequenos saltos verticais durante o treino.

A Figura 5, que não está à escala, representa esquematicamente um salto vertical desse atleta. Este inicia o movimento a partir do repouso (instante t_0), perde o contacto com o solo (instante t_1), atinge a altura máxima (instante t_2) e volta ao contacto com o solo (instante t_3).

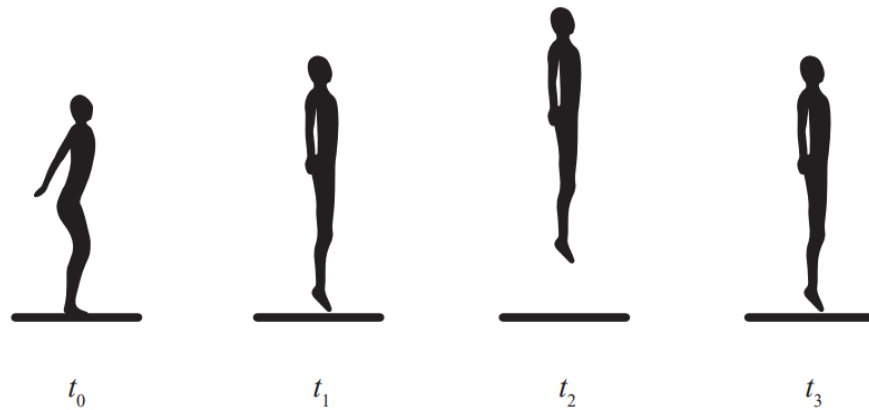
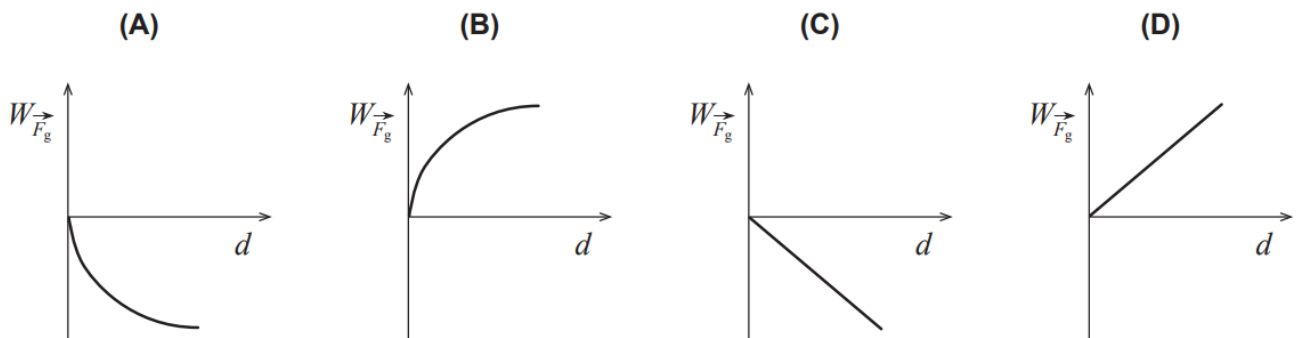


Figura 5

Considere que:

- o atleta pode ser representado pelo seu centro de massa, segundo o modelo da partícula material;
- a resistência do ar é desprezável;
- entre os instantes t_0 e t_1 , decorrem 0,20 s e, entre os instantes t_1 e t_2 , decorrem 0,15 s.

7.2. Qual dos esboços de gráfico seguintes representa o trabalho realizado pela força gravítica, $W_{\vec{F}_g}$, que atua no atleta, em função do deslocamento, d , durante o seu movimento ascendente?



Exame Nacional de 2023 - Época Especial

2. Os primeiros termómetros baseavam-se na dilatação regular de uma substância líquida termométrica perante o aumento de temperatura. Galileu Galilei foi um dos primeiros construtores de termómetros, tendo usado a água como substância termométrica. Posteriormente, foram desenvolvidos termómetros de etanol, por Ole Römer, Gabriel Fahrenheit e outros.

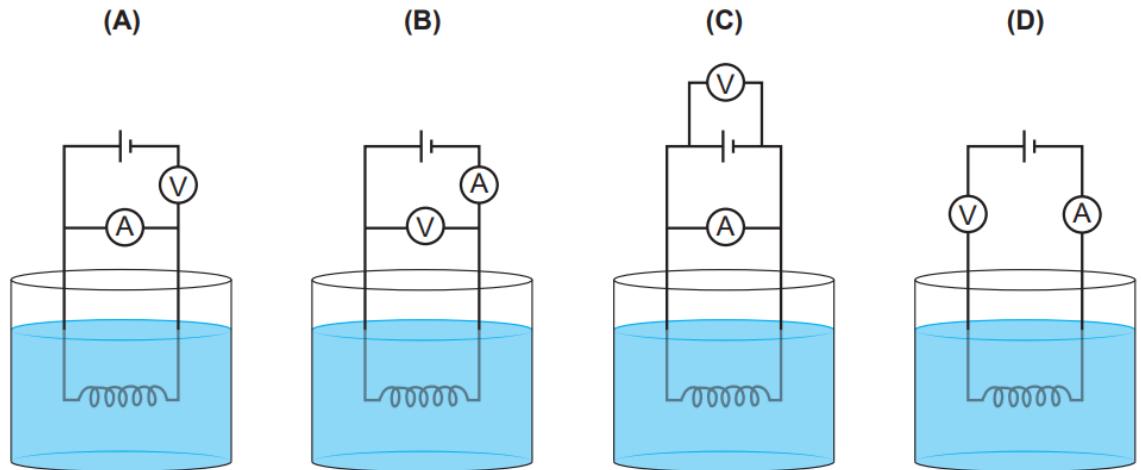
- * 2.1. Na tabela, estão registadas temperaturas aproximadas de fusão e de ebulição de duas substâncias termométricas, à pressão normal.

Substância termométrica	Temperatura de fusão / °C	Temperatura de ebulição / °C
Água	0	100
Etanol	-114	78

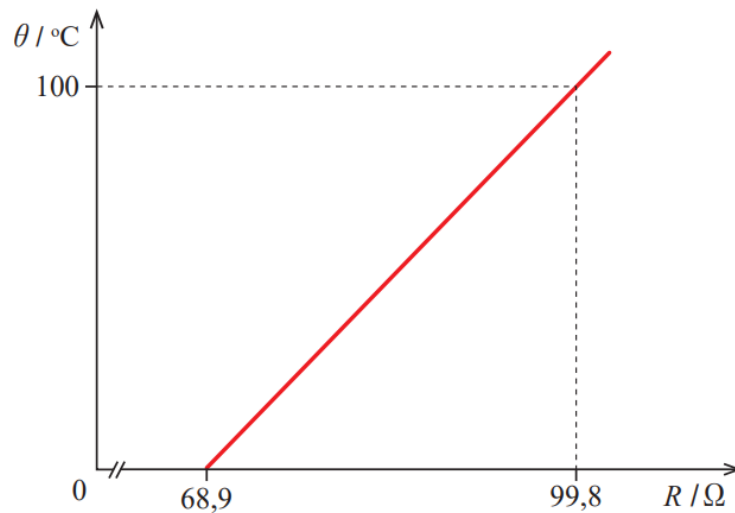
Uma vantagem do uso do etanol como substância termométrica, relativamente à água, é permitir a medição de temperaturas (à pressão normal)

- (A) entre -114 °C e 0 °C.
- (B) abaixo de -114 °C.
- (C) entre 78 °C e 100 °C.
- (D) acima de 100 °C.
- 2.2. A verificação experimental de que a resistência elétrica de certos metais variava com a temperatura permitiu o desenvolvimento dos termómetros de resistência (termorresistências).
- Uma termorresistência pode ser construída enrolando um fio de cobre que, posteriormente, é percorrido por uma corrente elétrica. O enrolamento do fio de cobre, ao ser mergulhado num líquido a uma determinada temperatura, θ , acaba por atingir essa temperatura.
- As medições da diferença de potencial nos terminais do enrolamento e da corrente elétrica que o percorre permitem obter a resistência elétrica, R , do fio de cobre.
- A determinação de R , por sua vez, permite obter a temperatura, θ , do líquido.

- * **2.2.1.** Qual dos esquemas seguintes pode representar o circuito elétrico do termómetro de resistência, acima descrito?



- * **2.2.2.** O gráfico da Figura 2 mostra a reta de calibração de uma termorresistência.



Admita que o fio de cobre apresenta um comportamento óhmico e que, depois de entrar em equilíbrio térmico com um líquido a uma certa temperatura, θ , o fio foi atravessado por uma corrente elétrica de 36,9 mA, estando sujeito a uma diferença de potencial de 3,00 V nos seus terminais.

Determine a temperatura, θ , do líquido.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 6.2. Um camião em movimento num percurso retilíneo, de desnível acentuado, sofre uma falha no sistema de travagem. O motorista dirige o camião para uma rampa de emergência com inclinação α , de acordo com a Figura 7.



Figura 7

Admita que o camião pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que são desprezáveis todas as forças dissipativas que nele atuam ao longo da rampa de emergência.

Numa determinada ocasião, um camião de $1,3 \times 10^4 \text{ kg}$ entra numa rampa de emergência com uma inclinação de 12° . A velocidade inicial do camião é, em módulo, 130 km h^{-1} e, nesta circunstância, o camião percorre uma distância, d , até parar.

Considere a existência de outras situações, em que se altera apenas uma das condições: módulo da velocidade inicial do camião, massa do camião ou inclinação da rampa de emergência.

Associe cada uma das situações, expressas na Coluna I, a uma das descrições da variação da distância percorrida pelo camião na rampa de emergência, até parar, que constam na Coluna II.

Escreva, na folha de respostas, cada letra da Coluna I seguida do número correspondente da Coluna II. A cada letra corresponde apenas um número.

COLUNA I	COLUNA II
(a) Se o módulo da velocidade inicial do camião for 120 km h^{-1} ,	(1) d diminui cerca de 15%.
(b) Se a massa do camião for $1,0 \times 10^4 \text{ kg}$,	(2) d diminui cerca de 20%.
(c) Se a inclinação da rampa de emergência for 10° ,	(3) d mantém-se.
	(4) d aumenta cerca de 20%.
	(5) d aumenta cerca de 15%.

9. Uma bola de voleibol, V, e uma bola de futebol, F, foram lançadas verticalmente, de baixo para cima, a partir da mesma posição, y_0 , com velocidades iniciais de módulos $5,0 \text{ m s}^{-1}$ e $4,0 \text{ m s}^{-1}$, respetivamente, de acordo com a Figura 11.

Admita que:

- y_0 é o nível de referência da energia potencial gravítica;
- a resistência do ar é desprezável;
- as bolas podem ser representadas pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

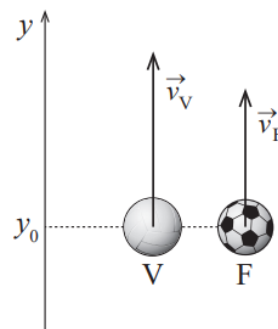


Figura 11

- * 9.1. Determine, mediante considerações energéticas, a razão entre a altura máxima atingida pela bola de voleibol, $y_{\text{máx}, V}$, e a altura máxima atingida pela bola de futebol, $y_{\text{máx}, F}$.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2023 - 2.ª Fase

- 5.2. Submetendo um tubo de descarga com gás di-hidrogénio rarefeito a uma descarga elétrica de alta tensão, é possível, através de um espectroscópio, observar o espectro de emissão daquele elemento.

- * 5.2.1. A diferença de potencial entre os elétrodos nas extremidades do tubo de descarga corresponde à

- (A) energia transferida para o gás rarefeito por unidade de carga que o atravessa.
- (B) energia transferida para o gás rarefeito por unidade de tempo.
- (C) carga transferida para o gás rarefeito por unidade de energia que é absorvida.
- (D) carga transferida para o gás rarefeito por unidade de tempo.

9. Uma esquiadora (e) desliza ao longo de uma encosta gelada. No instante em que a esquiadora passa na posição A, um trenó (t), inicialmente em repouso, desprende-se de uma encosta do lado oposto, tal como se representa na Figura 8, que não está à escala. Os dois corpos, após a descida das encostas, passam a mover-se no plano horizontal.

Admita que:

- ambos os corpos percorrem $50,0 \text{ m}$ nas vertentes inclinadas das encostas;
- $m_{\text{esquiadora}} = 3 m_{\text{trenó}}$;
- os dois corpos descrevem sempre trajetórias retilíneas;
- o atrito e a resistência do ar são desprezáveis;
- a esquiadora e o trenó podem ser representados pelos seus centros de massa, segundo o modelo da partícula material;
- o troço horizontal BC é o nível de referência da energia potencial gravítica.

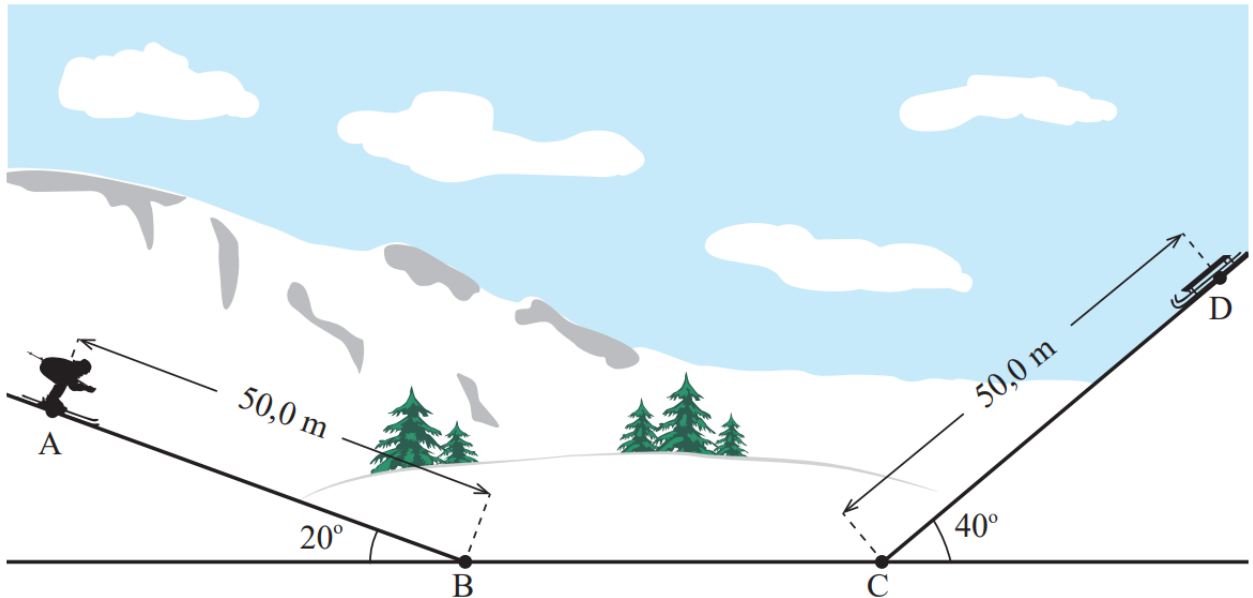


Figura 8

9.1. Qual das opções seguintes pode representar a relação entre o módulo da aceleração da esquiadora, a_e , e o do trenó, a_t , e a relação entre o módulo da variação da energia potencial gravítica do sistema *esquiadora + Terra*, ΔE_{pe} , e o do sistema *trenó + Terra*, ΔE_{pt} , nos deslocamentos AB e DC, respetivamente?

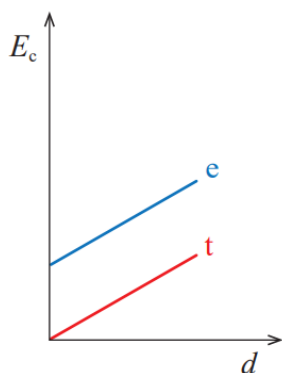
(A) $|a_e| > |a_t|$ e $|\Delta E_{pe}| > |\Delta E_{pt}|$

(B) $|a_e| > |a_t|$ e $|\Delta E_{pe}| < |\Delta E_{pt}|$

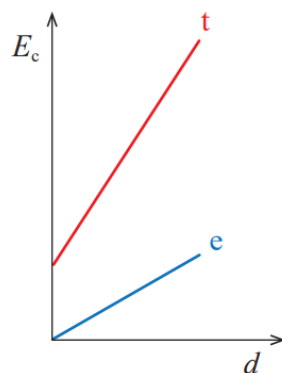
(C) $|a_e| < |a_t|$ e $|\Delta E_{pe}| > |\Delta E_{pt}|$

(D) $|a_e| < |a_t|$ e $|\Delta E_{pe}| < |\Delta E_{pt}|$

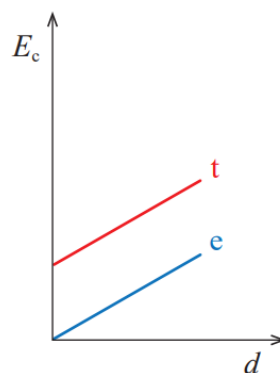
9.2. Qual das opções seguintes corresponde ao esboço do gráfico da energia cinética, E_c , da esquiadora e do trenó, em função da distância, d , percorrida ao longo das encostas, AB e DC, respetivamente?



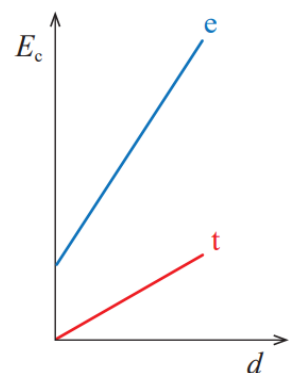
(A)



(B)



(C)



(D)

- * 9.3. Após o percurso AB, a esquiadora, no plano horizontal, cruza-se com o trenó, deslocando-se ambos com velocidades de igual módulo.

Determine o módulo da velocidade da esquiadora no instante em que o trenó se desprende.

Apresente todos os cálculos efetuados.

10. No laboratório, é comum aquecerem-se amostras de água.

- * 10.1. Considere que uma amostra de água no estado líquido é aquecida numa placa elétrica, utilizando-se um copo de precipitação.

Minimizam-se as perdas de massa e de energia para o exterior se o copo de precipitação estiver

- (A) destapado e o seu diâmetro for igual ao da placa elétrica.
- (B) tapado e o seu diâmetro for igual ao da placa elétrica.
- (C) destapado e o seu diâmetro for inferior ao da placa elétrica.
- (D) tapado e o seu diâmetro for inferior ao da placa elétrica.

- 10.2. A Figura 9 apresenta o gráfico teórico da temperatura, θ , de uma amostra de água de massa m , em função do tempo, t , desde o estado sólido (gelo) até à sua vaporização completa, a pressão constante.

Admita que a amostra é aquecida numa placa elétrica de potência, P , constante e que o rendimento no processo de aquecimento é 100%.

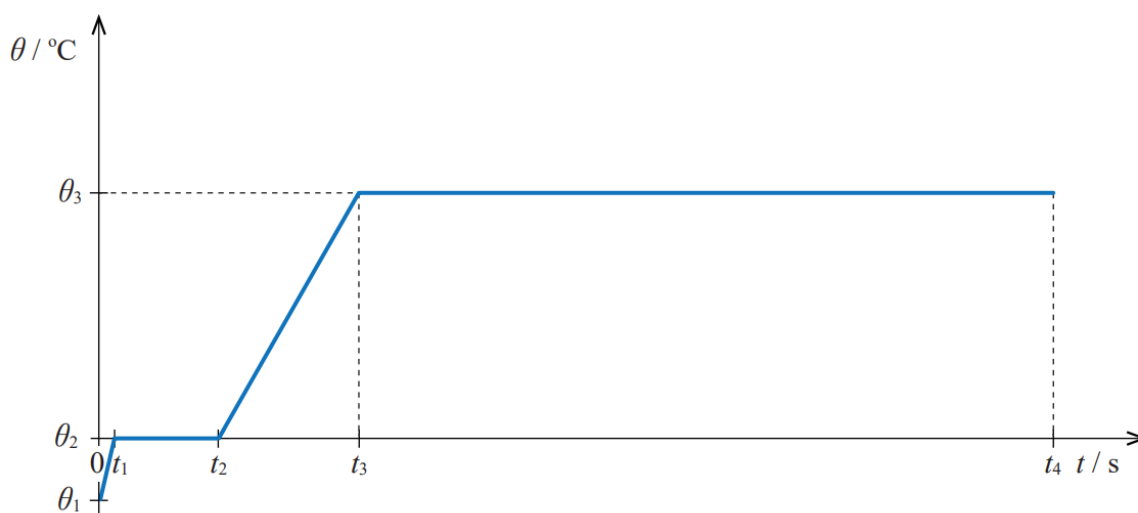


Figura 9

10.2.1. Qual das expressões seguintes permite calcular a capacidade térmica mássica do gelo?

Despreze as perdas de massa durante o aquecimento do gelo.

(A) $\frac{P(\theta_2 - \theta_1)}{m \times t_1}$

(B) $\frac{P \times t_1}{m(\theta_2 - \theta_1)}$

(C) $\frac{P \times (\theta_3 - \theta_2)}{m(t_3 - t_2)}$

(D) $\frac{P \times (t_3 - t_2)}{m(\theta_3 - \theta_2)}$

*** 10.2.2.** Complete o texto seguinte, seleccionando a opção adequada a cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras seguida do número que corresponde à opção seleccionada. A cada letra corresponde um só número.

De acordo com a informação apresentada no gráfico da Figura 9, pode concluir-se que, durante as mudanças de fase da amostra de água, a temperatura da água a) e a sua energia interna b). A energia necessária para a vaporização completa da amostra de água foi c) à energia necessária para a sua fusão completa.

a)	b)	c)
1. aumentou	1. aumentou	1. superior
2. manteve-se constante	2. manteve-se constante	2. igual
3. diminuiu	3. diminuiu	3. inferior

Exame Nacional de 2023 - 1.ª Fase

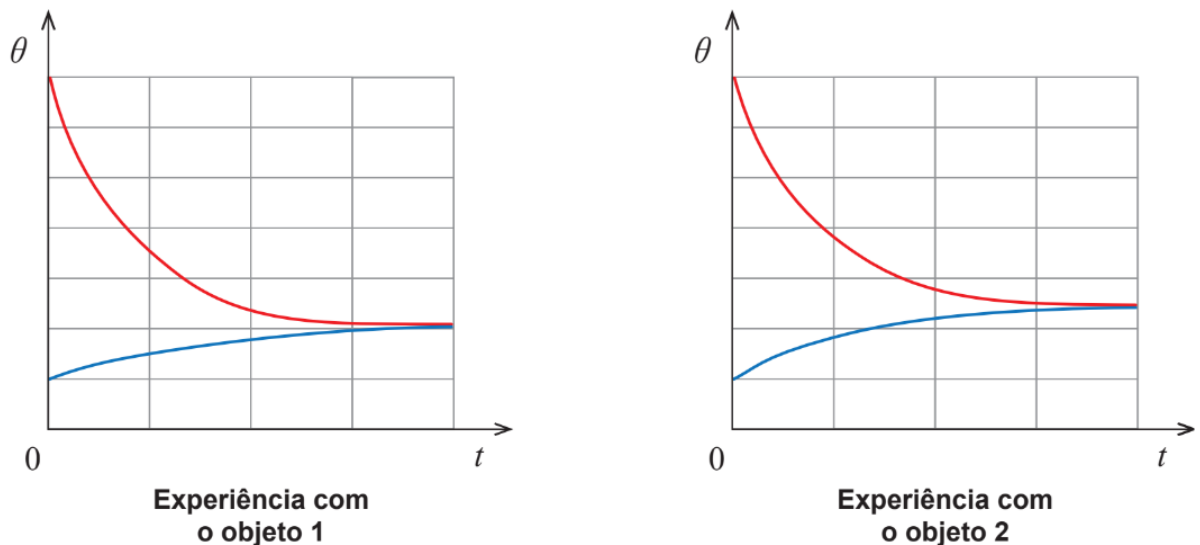
- * 4. Um objeto sólido, a uma dada temperatura, é introduzido num recipiente isolado termicamente, completamente cheio de água líquida a uma temperatura inferior à do objeto. Após um determinado intervalo de tempo, a água e o sólido atingem o equilíbrio térmico.

Esta experiência é repetida com um segundo objeto sólido, que apresenta a mesma massa.

Admita, para as duas experiências, que:

- não ocorrem mudanças de estado físico;
- as massas da água são iguais.

A Figura 4 representa os gráficos da temperatura, θ , dos objetos e da água, em função do tempo, t , para cada uma das experiências, numa mesma escala.



Conclua, justificando, qual dos dois objetos (1 ou 2) apresenta maior capacidade térmica mássica.

Apresente um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

5. A Figura 5 ilustra um prédio que tem três lanços de escadas, cada um com 2,80 m de altura, e um elevador cuja cabina tem 300 kg de massa. Para se deslocar do rés do chão (r/c) até ao 3.º andar, uma pessoa de massa 75 kg pode utilizar o elevador ou as escadas.

Admita que:

- a pessoa e o conjunto *pessoa + cabina* são sistemas redutíveis ao seu centro de massa (modelo da partícula material);
- o solo é o nível de referência da energia potencial gravítica.

Considere o referencial Oy representado na figura.

- * 5.1. Qual é a razão entre as variações das energias potenciais gravíticas do conjunto *pessoa + cabina + Terra*, no trajeto pelo elevador, e do conjunto *pessoa + Terra*, no trajeto pelas escadas, do rés do chão até ao 3.º andar?

- (A) 1 (B) 0,2 (C) 4 (D) 5

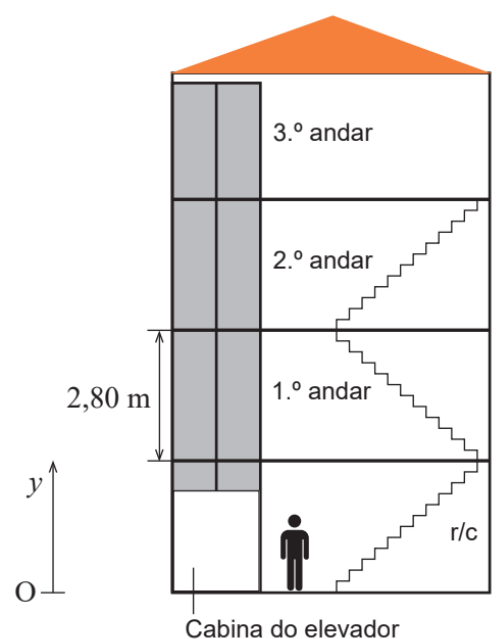


Figura 5

5.4. Durante uma falha de eletricidade no prédio, uma pessoa desce as escadas com uma lanterna a pilhas ligada.

* 5.4.1. No circuito elétrico da lanterna, o sentido real da corrente elétrica é do polo

- (A) positivo para o polo negativo da pilha, e a corrente é alternada.
- (B) positivo para o polo negativo da pilha, e a corrente é contínua.
- (C) negativo para o polo positivo da pilha, e a corrente é alternada.
- (D) negativo para o polo positivo da pilha, e a corrente é contínua.

5.4.2. O gráfico da Figura 7 traduz a curva característica da pilha usada na lanterna.

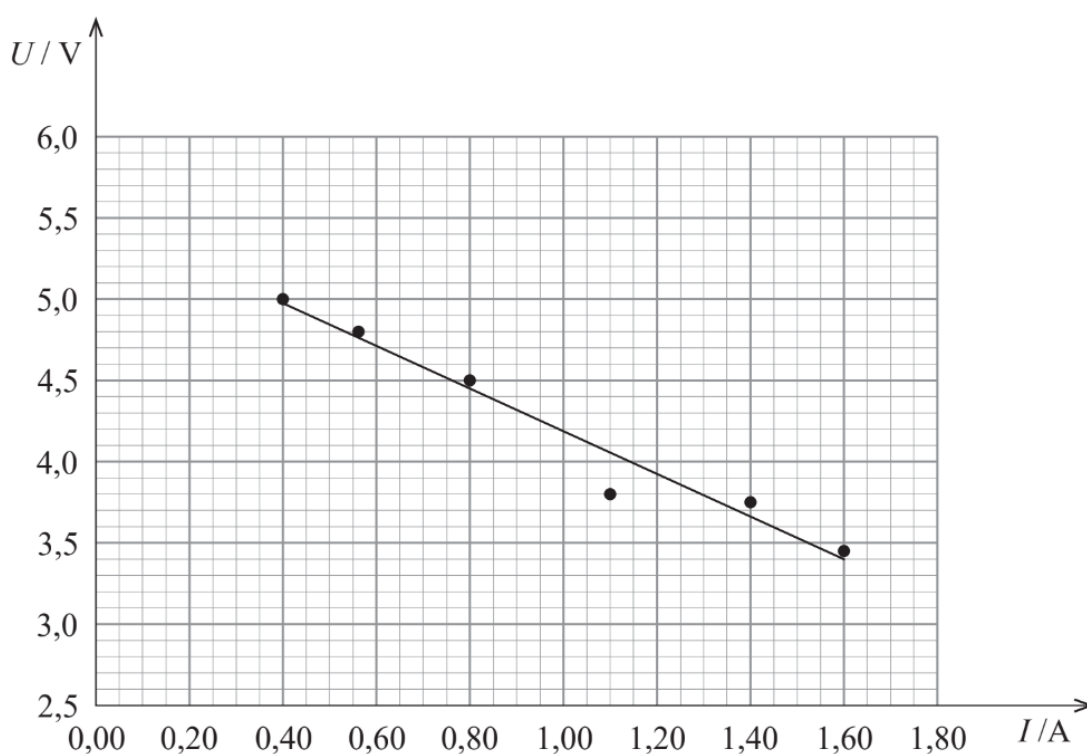


Figura 7

Qual das opções seguintes pode representar as características desta pilha (ε e r)?

- (A) 5,5 V e $1,3 \Omega$
- (B) 5,5 V e $2,3 \Omega$
- (C) 5,0 V e $1,3 \Omega$
- (D) 5,0 V e $2,3 \Omega$

5.5. No pátio do prédio, uma pessoa testa os ressaltos de uma bola de ténis.

A bola de ténis é abandonada de uma altura, h , relativamente ao solo, originando vários ressaltos.

Admita que:

- a trajetória da bola é retilínea;
- a resistência do ar é desprezável;
- a bola pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material);
- o solo é o nível de referência da energia potencial gravítica.

Considere que, em cada ressalto, 50% da energia cinética da bola é dissipada no impacto com o solo.

Qual das expressões seguintes permite calcular a altura máxima atingida pela bola após o segundo ressalto?

(A) $\frac{h}{2}$

(B) $\sqrt{h}$

(C) $\frac{h}{4}$

(D) $\sqrt{\frac{h}{2}}$

*** 8.** Na Antártida, um meteorito de 12 kg, à temperatura de 3100 °C, enterra-se num bloco de gelo de grandes dimensões com uma velocidade de 10 km s⁻¹, em módulo.

Admita que:

- o bloco de gelo se encontra à temperatura de 0 °C;
- toda a energia cinética do meteorito é utilizada para fundir gelo do bloco;
- a capacidade térmica mássica do material que constitui o meteorito é 830 J kg⁻¹ K⁻¹;
- a temperatura de fusão do gelo é 0 °C;
- a variação de entalpia (mássica) de fusão do gelo é 3,34 × 10⁵ J kg⁻¹.

Determine a massa de gelo que se funda, considerando que, no final, o sistema *meteorito + bloco de gelo* se encontra a 0 °C.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2022 - Época Especial

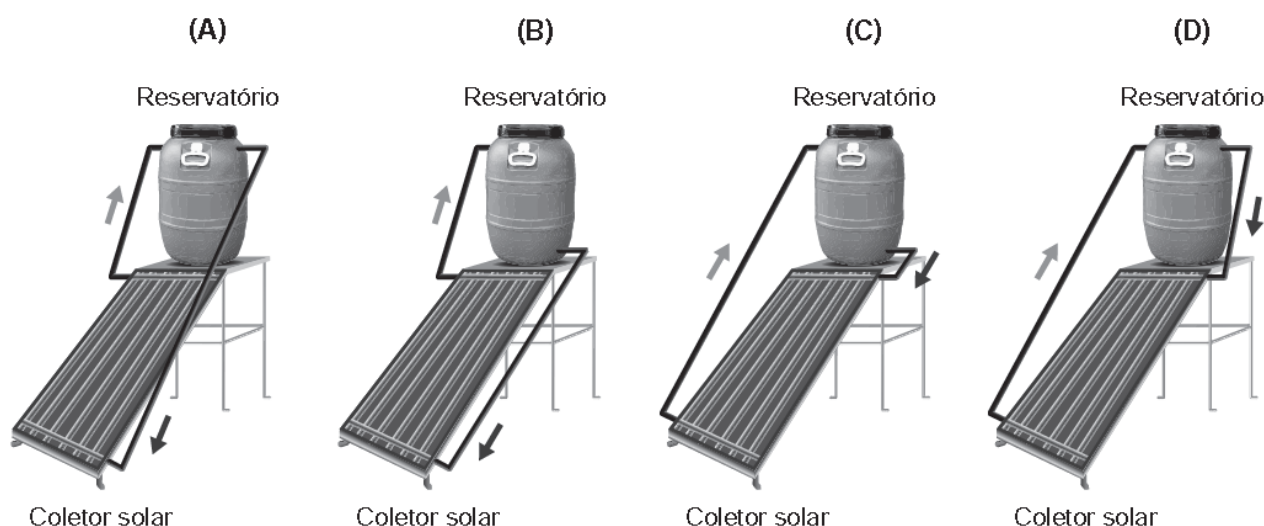
2. Num certo local, foi construído um sistema de aquecimento de água de baixo custo, que funciona como a seguir se descreve.

O sistema é constituído por um coletor solar e por um reservatório, encontrando-se este numa posição mais elevada em relação àquele.

A água, que circula no coletor solar dentro de tubos, é aquecida pelo Sol e sobe, por convecção, ao reservatório. A água mais fria do reservatório desce para o coletor. A repetição cíclica deste processo possibilita o aquecimento da água do reservatório.

- 2.1. Nos esquemas seguintes, as setas indicam o sentido da circulação da água.

Qual dos esquemas apresenta a forma mais eficiente de ligar o coletor solar ao reservatório, para aquecer a água do reservatório?



- * 2.2. O coletor solar foi construído com uma área de $2,5 \text{ m}^2$, e o sistema *coletor solar + reservatório* foi cheio com 100 L de água. Após 7,0 h de exposição solar, a temperatura da água subiu de 23°C para 41°C .

Admita que a irradiância solar média, no nível em que o coletor se encontra, é 600 W m^{-2} e que $\rho_{\text{água}} = 1,00 \text{ kg dm}^{-3}$.

Considere desprezável o aquecimento do reservatório por exposição solar direta e a reflexão no coletor solar.

Calcule a energia dissipada neste processo de aquecimento.

Apresente todos os cálculos efetuados.

4. Uma das opções de mobilidade sustentável nas cidades passa pelo uso da bicicleta como meio de transporte.

Na Figura 3, que não está à escala, está representada uma ciclista que se desloca numa trajetória retilínea, numa ciclovia. A ciclovia tem um troço horizontal, entre A e B, e um troço de inclinação constante, entre B e C.



Figura 3

O conjunto, de massa m , constituído pela ciclista e pela sua bicicleta não motorizada pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

- * 4.1. Considere a roda traseira da bicicleta como um sistema fechado.

No troço de A a B, a roda cedeu ao exterior 12 J, como calor, tendo sido realizado sobre ela um trabalho de 22 J.

Qual foi a variação da energia interna da roda?

- (A) +34 J
- (B) +10 J
- (C) -10 J
- (D) -34 J

- 4.2. No planeamento das ciclovias, recomenda-se que sejam evitadas rampas com uma inclinação longitudinal superior a 5%. Admita que uma inclinação de 5% significa que, por cada 100 m de pista inclinada percorrida, há um desnível de 5 m na vertical.

Com o objetivo de determinar a inclinação aproximada do troço entre B e C da ciclovia, foi realizada a seguinte experiência:

- quando a ciclista passou na posição B, observou que o velocímetro da bicicleta marcava 30 km h^{-1} ;
- quando iniciou a subida, na posição B, deixou de pedalar, percorrendo 40 m até parar na posição C.

Admita que, no trajeto de B a C, foi dissipada 30% da energia mecânica do conjunto *ciclista + bicicleta* e que as forças dissipativas se mantiveram constantes ao longo de todo o percurso.

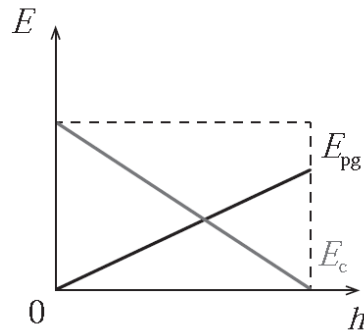
Considere o troço horizontal da ciclovia como nível de referência da energia potencial gravítica.

- * 4.2.1. Verifique se a inclinação da ciclovia cumpre a recomendação indicada.

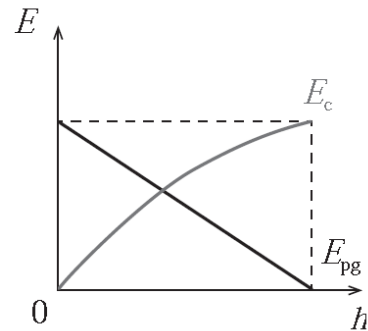
Mostre como chegou à verificação solicitada, apresentando todos os cálculos efetuados.

4.2.3. Qual das opções seguintes pode representar os esboços dos gráficos da energia cinética, E_c , e da energia potencial gravítica, E_{pg} , do conjunto *ciclista + bicicleta + Terra*, em função da altura, h , correspondentes ao trajeto de B a C?

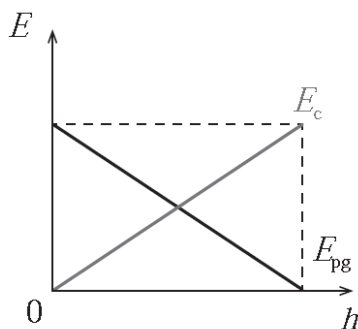
(A)



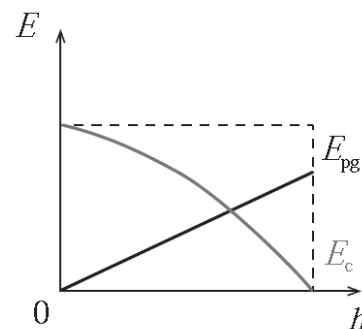
(B)



(C)



(D)



5. No âmbito da agricultura inteligente (ou *smart farming*), aposta-se na hidroponia, uma técnica de cultivo de espécies vegetais que não necessita de solo e em que se usam ferramentas tecnológicas.

Esta forma de cultivo mais sustentável pode ser implantada em meio urbano, permite economizar água e reforça a segurança alimentar.

5.1. No processo de fotossíntese, as plantas não necessitam de absorver radiação em todo o espectro da luz visível. A *clorofila a*, nos cloroplastos das plantas, absorve fundamentalmente radiação com comprimentos de onda de 430 nm e de 660 nm.

Em hidroponia, utilizam-se circuitos com associações de vários LED, que emitem, cada um deles, radiação com um dos comprimentos de onda referidos anteriormente.

Na Figura 6, representam-se curvas características de dois tipos de LED, X e Y, que poderão ser utilizados em iluminação em estações hidropónicas.

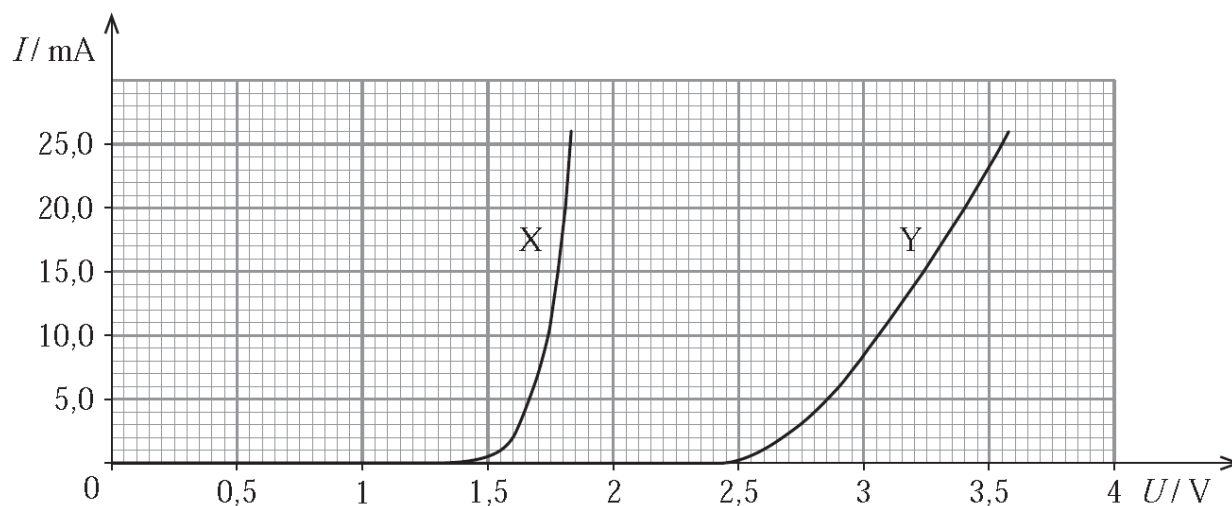


Figura 6

*** 5.1.1.** Para testar a adequação de dois LED, 1 e 2, montou-se um circuito elétrico no qual estes foram associados em paralelo com uma pilha ideal (de resistência interna nula) de força eletromotriz 9,0 V.

O circuito elétrico inclui ainda um aparelho de medida (amperímetro) e duas resistências elétricas, R e outra, de $360\ \Omega$, de acordo com a Figura 7.

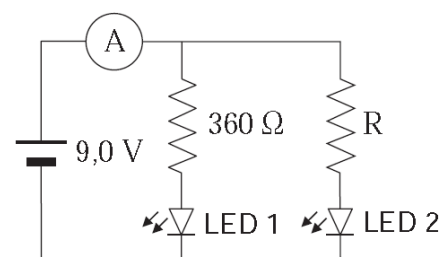


Figura 7

Para preservar a longevidade e o bom funcionamento dos LED, a corrente elétrica que atravessa cada LED não pode exceder 20 mA.

Dada esta condição, para uma corrente elétrica de 40 mA, lida no amperímetro, o valor de R é

- (A) $280\ \Omega$, e o LED 2 corresponde ao LED Y da Figura 6.
- (B) $225\ \Omega$, e o LED 2 corresponde ao LED Y da Figura 6.
- (C) $280\ \Omega$, e o LED 2 corresponde ao LED X da Figura 6.
- (D) $225\ \Omega$, e o LED 2 corresponde ao LED X da Figura 6.

Exame Nacional de 2022 - 2.ª Fase

1. O Sol emite luz, mas também fluxos de partículas que constituem o vento solar.

Estas partículas carregadas eletricamente, como prótons, elétrons e iões de hélio, interagem com o campo magnético terrestre, deformando-o.

1.3. O satélite de observação solar SOHO contém instrumentos que permitem estudar distúrbios do vento solar.

1.3.2. O satélite SOHO está equipado com painéis fotovoltaicos.

Considere que a potência média da radiação solar por unidade de área, na órbita do satélite, é 1370 W m^{-2} e que o conjunto de painéis fotovoltaicos instalados no satélite tem um rendimento médio de 20%. Admita que a potência útil dos painéis é 1500 W.

Qual das expressões seguintes permite calcular a área total de painéis fotovoltaicos no SOHO?

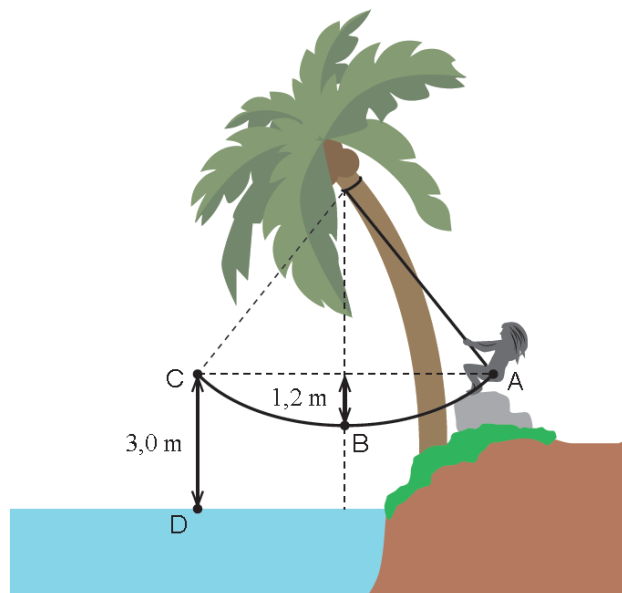
(A) $\frac{1500 \times 0,20}{1370} \text{ m}^2$

(B) $\frac{1500}{1370 \times 0,20} \text{ m}^2$

(C) $\frac{1370 \times 0,20}{1500} \text{ m}^2$

(D) $\frac{1370}{1500 \times 0,20} \text{ m}^2$

2. Uma rapariga deixa-se baloiçar presa numa corda inextensível, que está atada a um coqueiro, como se representa na Figura 2 (que não está à escala).



A rapariga parte do repouso em A e oscila presa à corda até C, passando pelo ponto intermédio, B. Em A e em C, a rapariga encontra-se à mesma altura, considerando-se como nível de referência a superfície da água.

Considere que a rapariga pode ser representada pelo seu centro de massa, CM (modelo da partícula material), e que a resistência do ar é desprezável.

Considere a superfície da água como o nível de referência da energia potencial gravítica.

2.1. No movimento da rapariga entre os pontos A e B,

(A) a variação da energia cinética da rapariga é nula.

(B) apenas atuam, no CM da rapariga, forças conservativas.

(C) apenas atuam, no CM da rapariga, forças não conservativas.

(D) a variação da energia mecânica do sistema *rapariga + Terra* é nula.

- * 2.2. Ao atingir o ponto C, a rapariga larga a corda e cai verticalmente, atingindo a superfície da água no ponto D.

Mostre que a razão entre o módulo da velocidade da rapariga no ponto D, v_D , e o módulo da velocidade da rapariga no ponto B, v_B , ou seja, $\frac{v_D}{v_B}$, é 1,6.

4. Na Figura 5, está esquematizado um processo laboratorial destinado a estudar o aquecimento de uma amostra de água. Montou-se um circuito elétrico com uma pilha, um interruptor e uma resistência de imersão, R. Neste circuito, foram instalados dois aparelhos de medida, um voltímetro e um amperímetro.

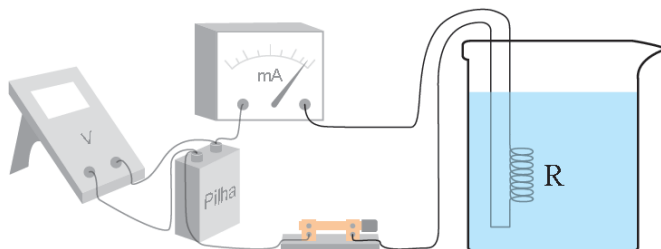
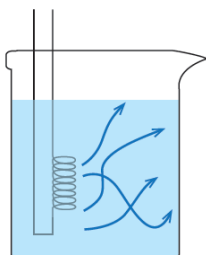


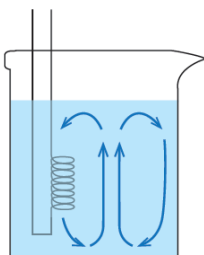
Figura 5

- * 4.1. Qual das opções seguintes pode representar o processo responsável pelo aquecimento da água nesta experiência?

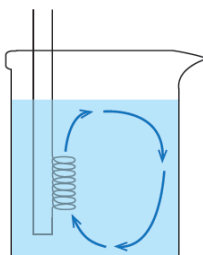
(A)



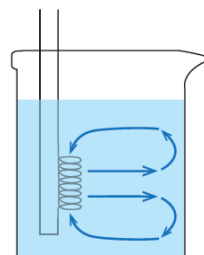
(B)



(C)



(D)



- * 4.2. Num ensaio, foi aquecida uma amostra de água durante 10 minutos, usando-se uma resistência elétrica de imersão. Mediu-se a diferença de potencial, U , de 8,17 V nos terminais da resistência e a corrente elétrica, I , de 700 mA no circuito. Admita que estes valores se mantiveram constantes ao longo do ensaio.

Qual a energia dissipada pela resistência, por efeito Joule, durante este ensaio?

(A) 4,9 kJ

(B) 3,4 kJ

(C) 1,7 kJ

(D) 5,7 kJ

Exame Nacional de 2022 - 1.ª Fase

1. Em 2020, foi enviada mais uma sonda espacial ao planeta Marte, integrada na missão *Mars 2020*. Essa sonda transportou, pela primeira vez na história da exploração espacial, um pequeno helicóptero.

Fazer voar um helicóptero em Marte foi um desafio. Os engenheiros sabiam que a aceleração gravítica de Marte, aproximadamente $\frac{1}{3}$ da terrestre, ajudaria na descolagem, mas a sua atmosfera rarefeita iria tornar mais difícil a sustentação. Assim, o pequeno helicóptero, de 1,8 kg de massa, foi construído com duas hélices de 1,2 m de diâmetro, que rodam, em direções opostas, a 2400 rotações por minuto.

<https://mars.nasa.gov> (consultado em 18/10/2021). (Texto adaptado)

- 1.1. Com os dados do altímetro, os engenheiros confirmaram o sucesso do primeiro voo de teste, em que o helicóptero apenas efetuou uma trajetória vertical.

Na Figura 1, encontra-se representado o gráfico da altitude do helicóptero, y , em função do tempo, t .

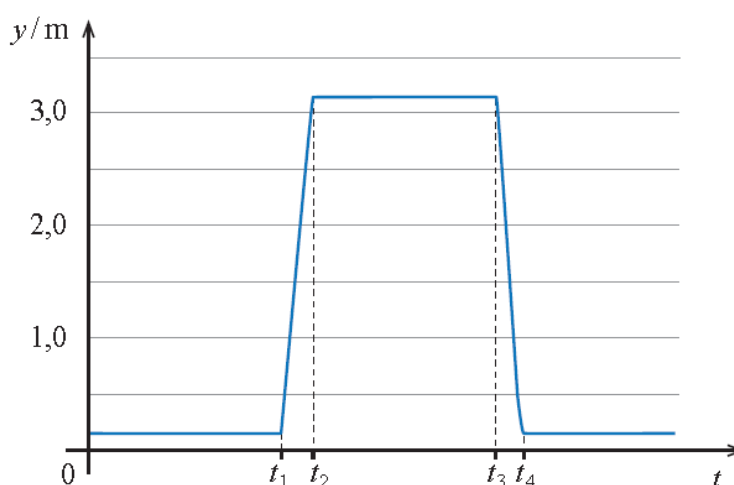


Figura 1

- 1.1.2. Em Marte, o trabalho realizado pela força gravítica que atua no helicóptero, no deslocamento entre a posição inicial e a altitude máxima, é

- (A) 54 J.
- (B) 18 J.
- (C) -18 J.
- (D) -54 J.

- * 1.3. A entrada da sonda na atmosfera de Marte foi uma das fases críticas da missão. A interação da sonda com a atmosfera provocou um aumento significativo da temperatura do seu revestimento.

Numa aproximação à situação real, esquematiza-se na Figura 2, que não está à escala, uma parte de um percurso retilíneo da sonda ao entrar na atmosfera marciana, entre a posição A e a posição B.

Admita que, sobre a sonda, atuam três forças constantes: a força gravítica, $\vec{F}_g$, uma força perpendicular à trajetória, $\vec{F}$, e a força de arrasto (força de atrito aerodinâmico), $\vec{F}_a$.

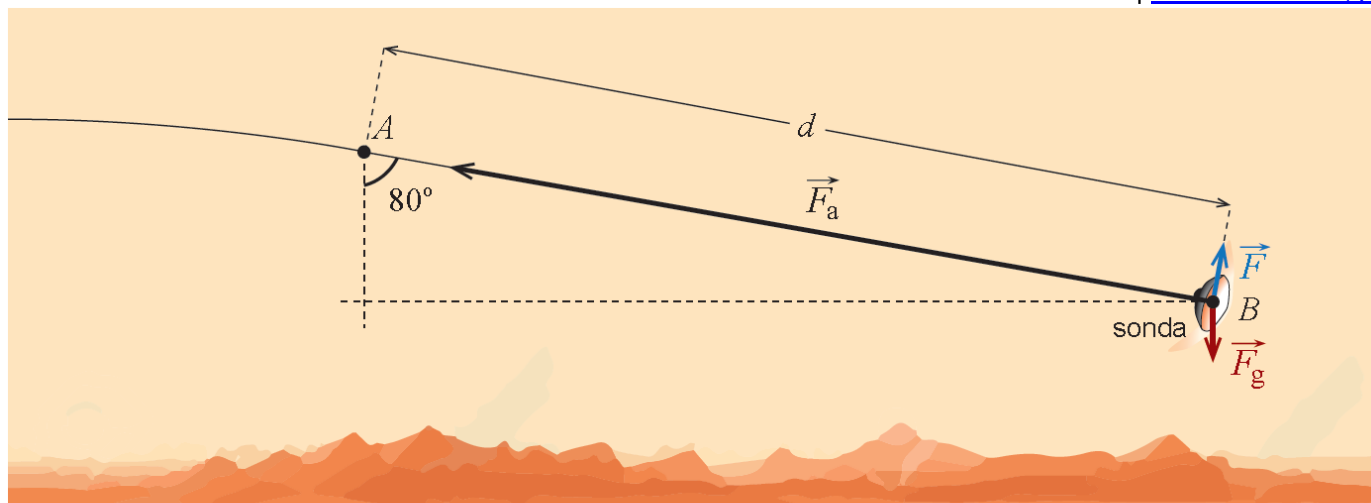


Figura 2

Admita que a sonda, de massa 1050 kg , passa pela posição A com uma velocidade de $16\,500 \text{ km h}^{-1}$ e descreve uma trajetória que faz um ângulo de 80° com a vertical.

Considere que, no percurso entre A e B:

- a sonda perde 55% da sua energia cinética inicial;
- a intensidade da força de arrasto é, em média, 30 vezes superior à da força gravítica.

Determine a distância percorrida, d .

Apresente todos os cálculos efetuados.

5. Nas imediações de um lago, um vulcão entra em erupção, com libertação de grandes quantidades de dióxido de enxofre, SO_2 . Este gás reage com o dióxigénio atmosférico, O_2 , transformando-se em trióxido de enxofre, SO_3 .

*** 5.2.** A erupção de um vulcão pode libertar energia suficiente para vaporizar a água de um lago.

Calcule a energia, em unidades SI, necessária para vaporizar $59\,400 \text{ m}^3$ de água no estado líquido, à pressão atmosférica normal.

Admita que, nas condições indicadas:

- a massa volúmica da água é $1,00 \text{ g cm}^{-3}$;
- a temperatura inicial da água é $18,0^\circ\text{C}$;
- a entalpia de vaporização da água é $2,26 \times 10^3 \text{ kJ kg}^{-1}$.

Apresente todos os cálculos efetuados.

7. Com o objetivo de determinar as características de uma pilha, um grupo de alunos montou um circuito elétrico, constituído por uma pilha, uma resistência variável e um interruptor. Foram também instalados dois aparelhos de medida (um voltímetro e um amperímetro), tal como se esquematiza na Figura 7.

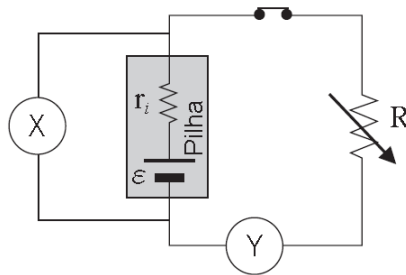


Figura 7

- * 7.1. O voltímetro é o aparelho de medida representado por

- (A) X e está instalado em paralelo com a pilha.
- (B) X e está instalado em série com a pilha.
- (C) Y e está instalado em paralelo com a pilha.
- (D) Y e está instalado em série com a pilha.

- * 7.2. A força eletromotriz da pilha pode ser determinada antes da montagem do circuito, através de uma única medição direta.

Descreva esse procedimento e explique o seu fundamento.

- * 7.3. Na tabela seguinte, estão registados os valores da diferença de potencial, U , e da corrente elétrica, I , medidos para cada valor de resistência elétrica introduzida no circuito.

Ensaio	1.º	2.º	3.º	4.º	5.º	6.º
U / V	8,41	8,05	7,58	6,01	6,31	5,70
I / A	0,10	0,21	0,32	0,38	0,61	0,74

Ao traçar o gráfico de U , em função de I , os alunos perceberam que um dos pares de valores experimentais não acompanhava a tendência linear dos restantes. Na determinação das características da pilha, decidiram eliminar esse par de valores.

Apresente as características da pilha, com dois algarismos significativos.

Na resposta:

- identifique o par de valores experimentais que os alunos eliminaram;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico de U , em função de I (para os cinco ensaios considerados).

Exame Nacional de 2021 - Época Especial

3. Um corpo foi abandonado sobre um plano com uma dada inclinação, α , de acordo com a Figura 4 (que não está à escala).

Admita que o corpo pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

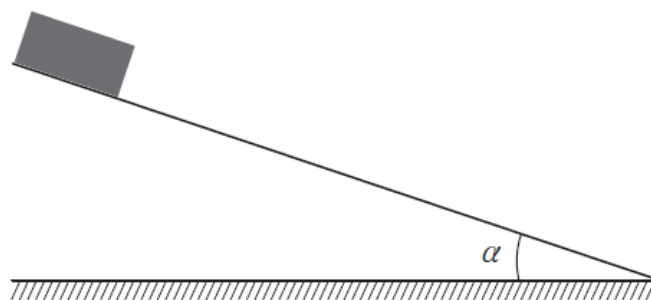


Figura 4

- * 3.1. Numa série de ensaios, o corpo, de massa 189,2 g, foi abandonado de cinco posições diferentes. Admita que a resultante das forças que nele atuam é constante.

Na tabela, estão registadas as distâncias, d , percorridas pelo corpo sobre o plano inclinado e as energias cinéticas, E_c , do corpo, ao percorrer aquelas distâncias.

d / mm	E_c / mJ
200	33,0
300	51,3
400	67,7
500	84,0
600	102

Determine o módulo da aceleração do corpo.

Na resposta:

- deduza uma expressão que mostre uma relação linear de E_c em função de d ;
- apresente a equação da reta de ajuste ao gráfico de E_c em função de d ;
- calcule o valor solicitado com três algarismos significativos, a partir da equação da reta de ajuste.

Apresente todos os cálculos efetuados.

5. Muitos satélites movimentam-se em órbitas aproximadamente circulares e estão equipados com painéis fotovoltaicos que produzem a energia necessária ao seu funcionamento.

5.1. Um satélite geoestacionário possui painéis fotovoltaicos cuja área total é $6,0 \text{ m}^2$.

Considere que a irradiância solar média é $1,25 \text{ kW m}^{-2}$ e que, ao fim de uma órbita, a energia elétrica produzida pelos painéis é 22 kW h .

O rendimento médio dos painéis fotovoltaicos será

- (A) 49% (B) 34% (C) 24% (D) 12%

7. Na Figura 7, está esquematizado um circuito elétrico com os seguintes componentes:

- uma pilha, de força eletromotriz $9,0 \text{ V}$ e resistência interna $1,5 \Omega$;
- três componentes puramente resistivos (R_1 , R_2 e R_3), com a mesma resistência elétrica;
- um amperímetro ideal;
- um interruptor.

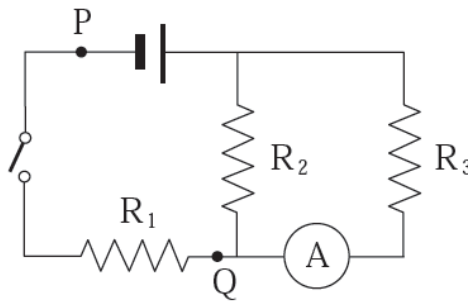


Figura 7

* 7.1. Qual a diferença de potencial elétrico entre os pontos P e Q quando o interruptor está aberto?

* 7.2. Com o interruptor fechado, o amperímetro regista $0,25 \text{ A}$.

Determine a potência total dissipada nos três componentes puramente resistivos.

Apresente todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2021 - 2.ª Fase

4. Um corpo sobre um plano inclinado, abandonado de uma altura h , acaba por parar após percorrer uma distância d num plano horizontal.

Na Figura 1 (que não está à escala), está esquematizado o percurso do corpo entre a posição inicial (posição A) e a posição final (posição C).

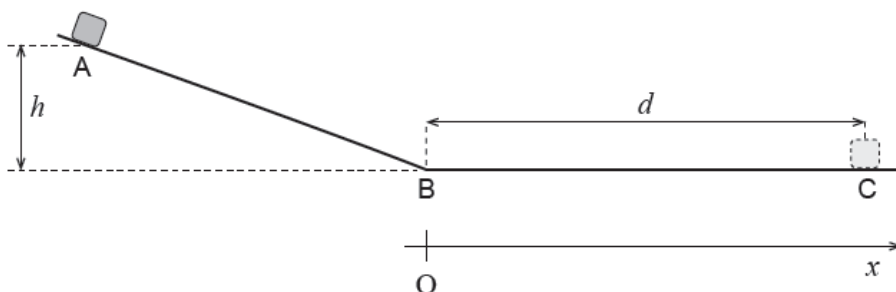


Figura 1

Considere o referencial Ox , representado na figura, e admita que:

- o corpo pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material);
- no plano inclinado, as forças de atrito que atuam no corpo são desprezáveis;
- no plano horizontal, a resultante das forças que atuam no corpo é constante.

- * 4.1. Entre as posições A e C, o módulo do trabalho realizado pela força gravítica que atua no corpo, $|W_{\vec{F}_g}|$, é igual ao módulo do trabalho realizado pela resultante das forças de atrito que atuam no corpo, $|W_{\vec{F}_a}|$. Comprove esta afirmação, explicitando o seu raciocínio.

6. Considere um corpo que desce ao longo de um plano inclinado, em condições tais que as forças dissipativas são desprezáveis.

- * 6.1. O aumento da energia cinética do corpo é diretamente proporcional à _____ corpo, sendo _____ diminuição da energia potencial gravítica do sistema *corpo + Terra*.

- (A) distância percorrida pelo ... igual à
- (B) distância percorrida pelo ... diferente da
- (C) velocidade do ... diferente da
- (D) velocidade do ... igual à

7. As baterias e as pilhas são geradores de tensão contínua.

7.1. Considere duas baterias ideais (baterias cujas resistências internas podem ser consideradas nulas) idênticas e dois componentes puramente resistivos, P e Q, de resistências $8\text{ k}\Omega$ e $24\text{ k}\Omega$, respetivamente. Uma das baterias é ligada a P e a outra é ligada a Q.

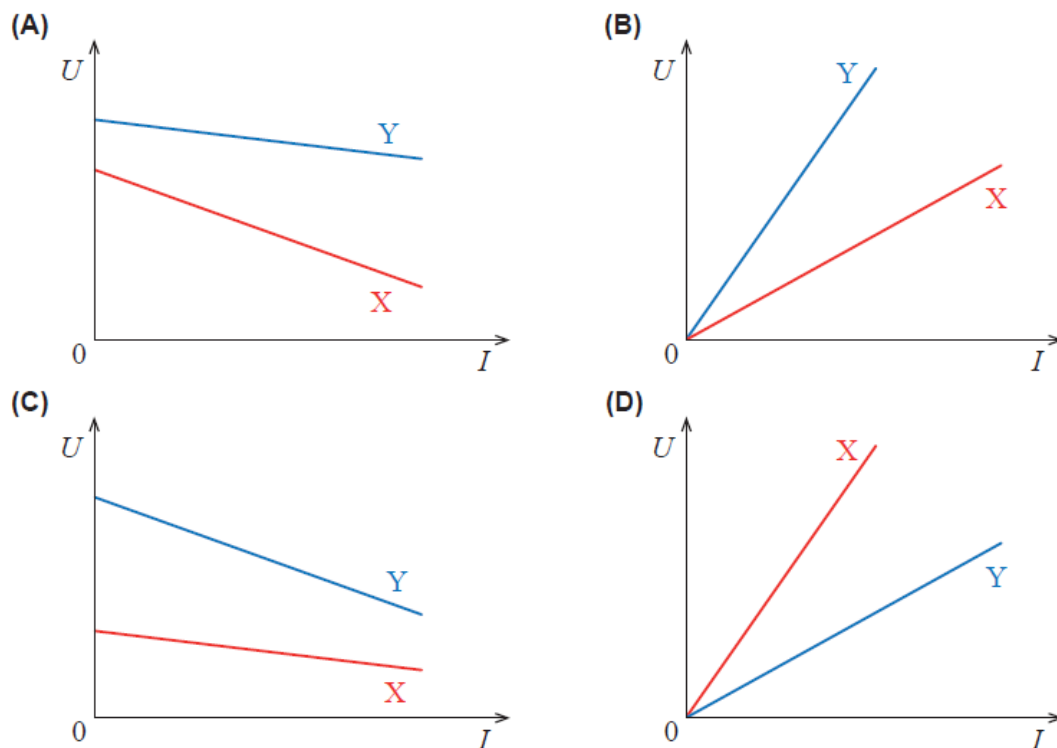
A energia fornecida a P, relativamente à energia fornecida a Q, num mesmo intervalo de tempo, é

- (A) 9 vezes menor.
- (B) 3 vezes menor.
- (C) 3 vezes maior.
- (D) 9 vezes maior.

7.2. Considere duas pilhas novas, X e Y, com as mesmas características.

A pilha X foi utilizada para alimentar um circuito elétrico durante um intervalo de tempo significativo. A pilha Y não foi utilizada.

Qual dos esboços de gráfico seguintes pode traduzir as diferenças de potencial elétrico, U , nos terminais das pilhas X e Y, em função da corrente elétrica, I , fornecida?



Exame Nacional de 2021 - 1.ª Fase

1. Em meados do século XIX, James Joule estabeleceu a equivalência entre trabalho e calor, comparando a energia transferida como trabalho, necessária para obter um determinado aumento de temperatura numa amostra de água, com a energia transferida como calor para obter o mesmo efeito.

Joule utilizou um dispositivo semelhante ao esquematizado na Figura 1, no qual dois discos de chumbo (D_1 e D_2) eram elevados a uma determinada altura. Quando os discos caíam, faziam rodar um sistema de pás mergulhado na água contida num recipiente. O movimento rotativo das pás provocava a agitação da água, o que conduzia a um aumento da sua temperatura.

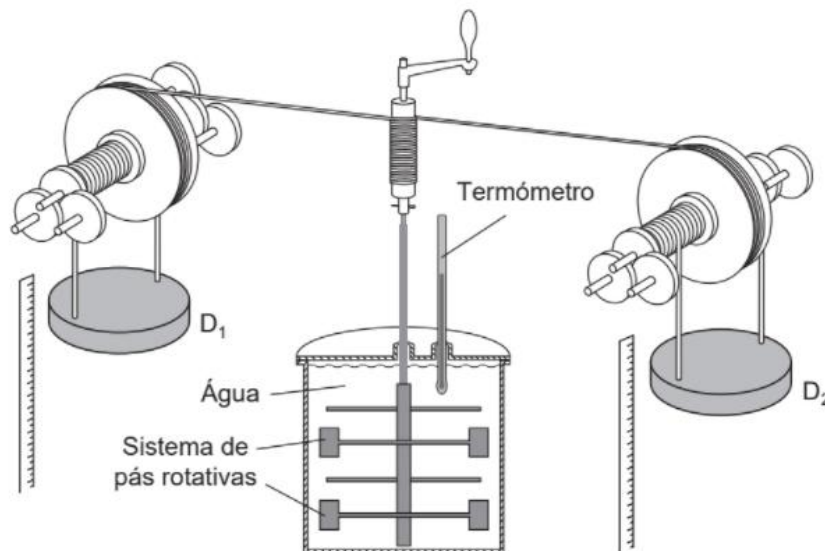


Figura 1

A massa total dos discos era 26,3 kg e a massa da água contida no recipiente era 6,04 kg.

A partir dos resultados obtidos numa série de experiências, Joule verificou que, após 20 quedas sucessivas de uma mesma altura de 1,60 m, o aumento de temperatura da água era, em média, 0,313 °C.

- * 1.1. Admita que, naquela série de experiências, o aumento da energia interna da água foi, em média, 95,2% da diminuição da energia potencial gravítica do sistema *discos + Terra* que resultou das 20 quedas sucessivas dos discos.

Considere que, no local onde foram realizadas as experiências, o módulo da aceleração gravítica era $9,81 \text{ m s}^{-2}$.

Determine, a partir dos resultados de Joule, a capacidade térmica mássica da água.

Apresente todos os cálculos efetuados.

- * 1.2. Considere que, durante uma parte do percurso, os discos caíram com velocidade constante.

Qual foi a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuaram nos discos, nessa parte do percurso?

2. Um LED (Light Emitting Diode) é um dispositivo que emite luz com elevada eficiência.

Na Figura 2, representa-se o gráfico da corrente elétrica, I , num LED, em função da diferença de potencial elétrico, U , nos seus terminais (curva característica do LED).

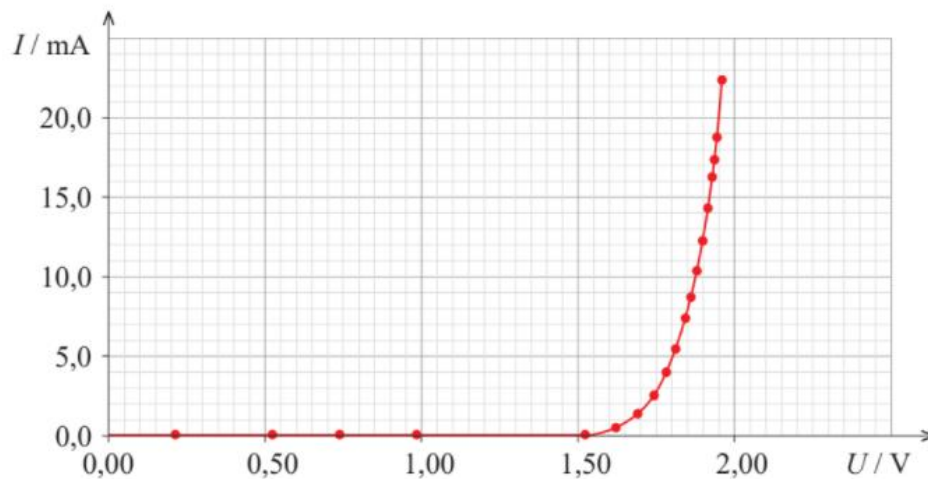
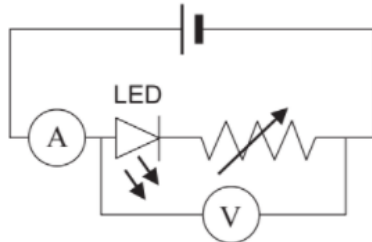


Figura 2

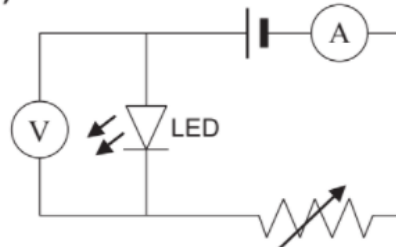
Para se obter a curva característica do LED, montou-se um circuito no qual o LED se encontrava ligado em série a um reóstato e a uma pilha ideal (pilha cuja resistência interna pode ser considerada nula) de força eletromotriz 4,50 V. Nesse circuito, introduziram-se ainda dois aparelhos de medida adequados.

* 2.1. Qual dos esquemas seguintes representa o circuito que permite obter a curva característica do LED?

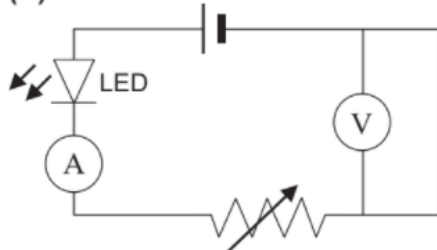
(A)



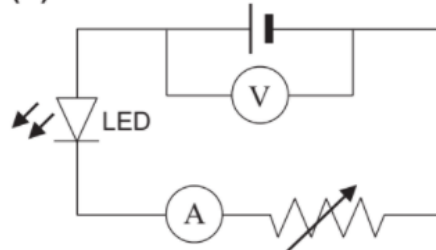
(B)



(C)



(D)



* 2.2. Caso os terminais do LED tivessem sido ligados diretamente à pilha, a corrente elétrica seria superior à que o LED suporta e este acabaria por se queimar. Ao introduzir-se o reóstato em série no circuito, a corrente elétrica no LED pode ser controlada.

Determine qual deverá ser o valor da resistência elétrica mínima introduzida pelo reóstato, para que a corrente elétrica no LED não exceda 20 mA.

Apresente todos os cálculos efetuados.

9. Na Figura 4 (que não está à escala), representa-se parte do percurso de um corpo que foi lançado da posição A, no instante $t = 0,0$ s, passando pela posição B, ao fim de $1,0$ s, e atingindo a posição C, no instante $t = 1,5$ s.



Figura 4

Considere que o corpo pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

Na Figura 5, apresenta-se o gráfico do módulo da velocidade, v , do corpo em função do tempo, t .

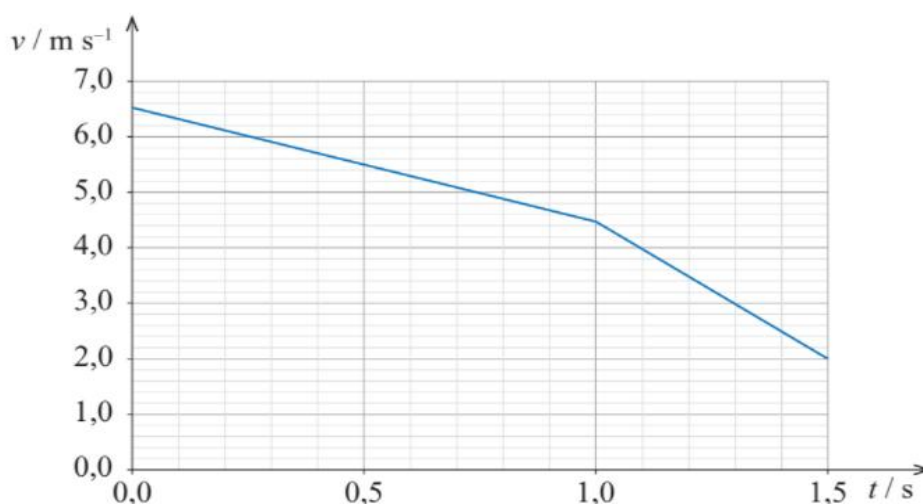


Figura 5

9.3. Considere:

- ΔE_c a variação de energia cinética do corpo;
- ΔE_{pg} a variação de energia potencial gravítica do sistema *corpo + Terra*;
- $\sum_i W_i$ a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam no corpo;
- $W_{\vec{F}_g}$ o trabalho realizado pela força gravítica que atua no corpo.

Pode afirmar-se que no percurso do corpo entre as posições A e C

- (A) $|\Delta E_c| < |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| < |W_{\vec{F}_g}|$
- (B) $|\Delta E_c| < |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| > |W_{\vec{F}_g}|$
- (C) $|\Delta E_c| > |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| < |W_{\vec{F}_g}|$
- (D) $|\Delta E_c| > |\Delta E_{pg}|$ e $|\sum_i W_i| > |W_{\vec{F}_g}|$

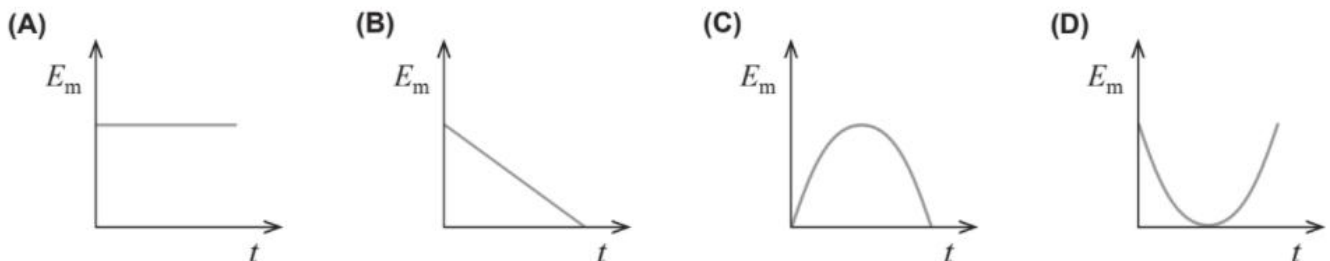
Exame Nacional de 2020 - Época Especial

GRUPO I

Lançaram-se verticalmente, de baixo para cima, uma bola de basquetebol, B, e uma bola de voleibol, V, sendo a massa da bola B superior à massa da bola V. Os lançamentos foram repetidos, alterando-se as condições iniciais.

Considere desprezável a resistência do ar e considere que as bolas podem ser representadas pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

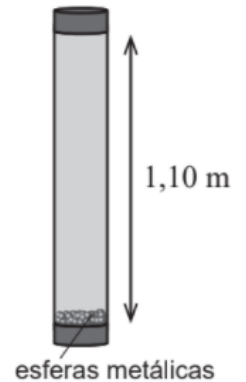
2. O trabalho realizado pela força gravítica que atua em cada uma das bolas, desde a posição em que a bola é lançada até atingir o solo, depende
- (A) da velocidade com que a bola é lançada.
 - (B) da altura máxima atingida pela bola.
 - (C) da distância percorrida pela bola até atingir o solo.
 - (D) da distância da bola ao solo na posição em que é lançada.
4. Considere o movimento da bola de basquetebol desde o instante imediatamente após a primeira colisão com o solo até ao instante imediatamente antes da segunda colisão com o solo.
- Qual dos esboços de gráfico seguintes pode representar a energia mecânica, E_m , do sistema *bola de basquetebol + Terra*, em função do tempo, t , no movimento considerado?



GRUPO II

A Figura 1 representa um tubo cilíndrico de altura 1,10 m, fechado em ambas as extremidades. O tubo contém pequenas esferas metálicas.

Ao inverter-se rapidamente o tubo, as esferas caem, praticamente na vertical, colidindo com a base inferior do tubo. Repetindo diversas vezes este procedimento, verifica-se um aumento da temperatura das esferas.



1. Identifique o principal processo de transferência de energia responsável pelo aumento da temperatura das esferas.

2. Considere o intervalo de tempo desde o instante em que as esferas iniciam a queda, após uma dada inversão, até ao instante imediatamente após a sua colisão com a base inferior do tubo, e considere que a transferência de energia das esferas para o tubo não é desprezável.

No intervalo de tempo considerado, _____ da energia mecânica do sistema *esferas + Terra* é _____ à variação da energia interna das esferas.

- (A) o aumento ... superior
- (B) o aumento ... inferior
- (C) a diminuição ... superior
- (D) a diminuição ... inferior

3. A experiência foi realizada com esferas de chumbo de massa total m , tendo sido repetida com esferas de ferro, com a mesma massa total. Em cada experiência, o tubo foi invertido 50 vezes.

A capacidade térmica mássica do chumbo é $129 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, sendo a capacidade térmica mássica do ferro superior.

Considere que a transferência de energia entre as esferas e a sua vizinhança é desprezável.

- 3.1. Determine o aumento da temperatura das esferas de chumbo na experiência realizada.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

- 3.2. Conclua se, nas experiências realizadas, o aumento da temperatura das esferas de ferro terá sido maior, igual ou menor do que o aumento da temperatura das esferas de chumbo.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

GRUPO III

4. Considere o circuito esquematizado na Figura 5, em que R_1 e R_2 representam dois condutores óhmicos e G é um gerador que pode ser considerado ideal (um gerador cuja resistência interna pode ser considerada nula).

Quando o interruptor k_2 está aberto, é medida uma corrente elétrica I no amperímetro (ideal).

Preveja se a corrente elétrica medida pelo amperímetro aumenta, diminui ou se mantém constante quando se fecha o interruptor k_2 .

Mostre como chegou à previsão solicitada.

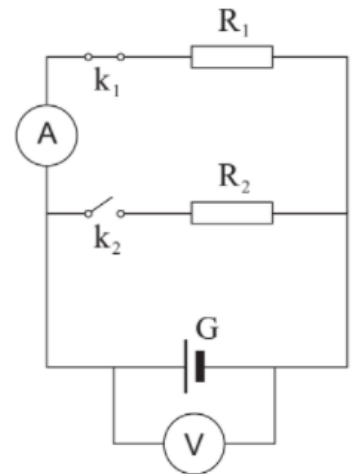


Figura 5

Exame Nacional de 2020 - 2.ª fase**GRUPO I**

6. A água, presente nos estados sólido, líquido e gasoso na atmosfera terrestre, é uma substância peculiar, pois as propriedades que a caracterizam, como a variação de entalpia de vaporização e a capacidade térmica mássica, apresentam valores muito diferentes dos que seriam expectáveis.

- 6.2. Para vaporizar uma amostra de água que se encontre à temperatura de ebulição, à pressão atmosférica normal, é necessário 7,2 vezes mais energia do que para aquecer essa amostra de 25 °C até 100 °C.

A energia envolvida na vaporização de 1,0 g de água que se encontra à temperatura de ebulição será, aproximadamente,

- (A) $3,0 \times 10^3$ J
- (B) $2,3 \times 10^3$ J
- (C) $3,0 \times 10^6$ J
- (D) $2,3 \times 10^6$ J

- 6.3. Uma esfera metálica é aquecida e, a seguir, mergulhada em água fria contida num calorímetro. Admita que o sistema *esfera + água* se comporta como um sistema isolado.

Considere que a massa da esfera é igual à massa da água contida no calorímetro e que a capacidade térmica mássica do metal constituinte da esfera é menor do que a capacidade térmica mássica da água.

Num mesmo intervalo de tempo, a energia cedida pela esfera será _____ energia absorvida pela água, sendo a diminuição da temperatura da esfera _____ do que o aumento da temperatura da água.

- (A) menor do que a ... maior
- (B) menor do que a ... menor
- (C) igual à ... maior
- (D) igual à ... menor

GRUPO II

Um automóvel encontrava-se estacionado no cimo de uma rampa, como se representa na Figura 1 (que não está à escala), quando, acidentalmente, se destravou. Deslizou ao longo da rampa, com aceleração constante, até colidir com um motociclo que se encontrava parado.

Considere que, no movimento considerado, a resultante das forças dissipativas que atuaram no automóvel não foi desprezável, e considere que o automóvel pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

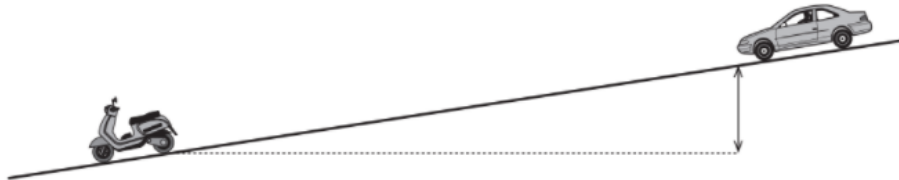
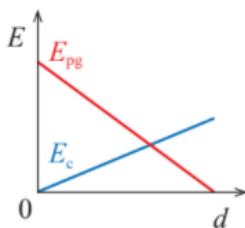


Figura 1

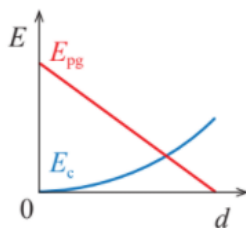
3. Nas opções seguintes, apresenta-se o esboço do gráfico da energia potencial gravítica, E_{pg} , do sistema *automóvel + Terra* (em relação a um determinado nível de referência) em função da distância, d , percorrida pelo automóvel sobre a rampa.

Em qual das opções está também representado o esboço do gráfico da energia cinética, E_c , do automóvel em função da distância, d , percorrida pelo automóvel sobre a rampa?

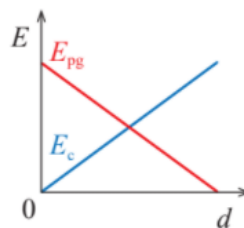
(A)



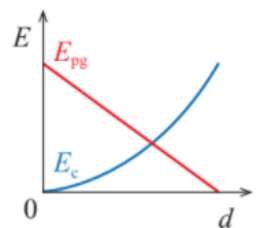
(B)



(C)



(D)



4. O automóvel, de massa $1,2 \times 10^3$ kg, deslizou 80 m ao longo da rampa até colidir com o motociclo. A análise do acidente permitiu determinar que o módulo da velocidade do automóvel no instante da colisão era $7,5 \text{ m s}^{-1}$.

Considere que o desnível entre as posições inicial e final do automóvel era 7,0 m.

- 4.2. Determine, a partir de considerações energéticas, a intensidade da resultante das forças dissipativas que atuaram no automóvel paralelamente ao deslocamento.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

GRUPO III

2. O circuito elétrico representado na Figura 2 é constituído por um gerador ideal (um gerador cuja resistência interna pode ser considerada nula), um reóstato T e um interruptor.

Conclua como varia a potência dissipada no reóstato T quando a resistência elétrica introduzida por esse reóstato aumenta.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

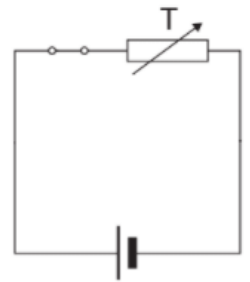


Figura 2

Exame Nacional de 2020 - 1.ª fase**GRUPO I**

2. Na recriação da experiência de Galileu, foi utilizado um plano inclinado, de comprimento L , que está esquematizado na Figura 1.

Em dois dos ensaios realizados, a esfera foi largada de duas posições diferentes, A e B, tendo-se medido o tempo que a esfera demorou a atingir a posição C.

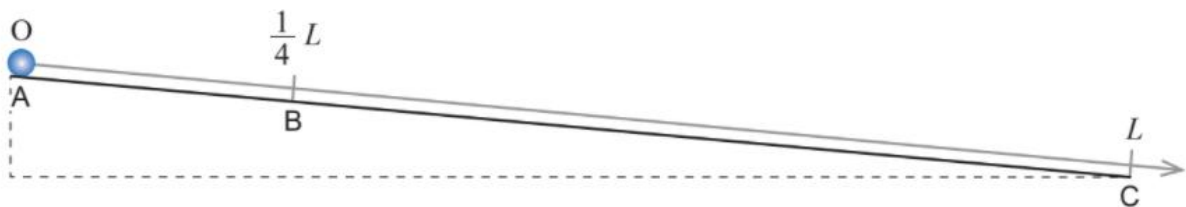


Figura 1

- 2.1. O trabalho realizado pela força gravítica que atua na esfera, desde a posição de onde é largada até à posição C, _____ da posição inicial _____ da intensidade da resultante das forças de atrito que atuam na esfera.

- (A) depende ... e depende
- (B) depende ... e não depende
- (C) não depende ... e depende
- (D) não depende ... e não depende

GRUPO II

1. Na Figura 3, apresentam-se os gráficos do módulo da velocidade, v , de duas gotas de água, A e B, de diferentes diâmetros, em queda vertical, em função da distância, d , percorrida pelas gotas.

Considere que as gotas de água podem ser representadas pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

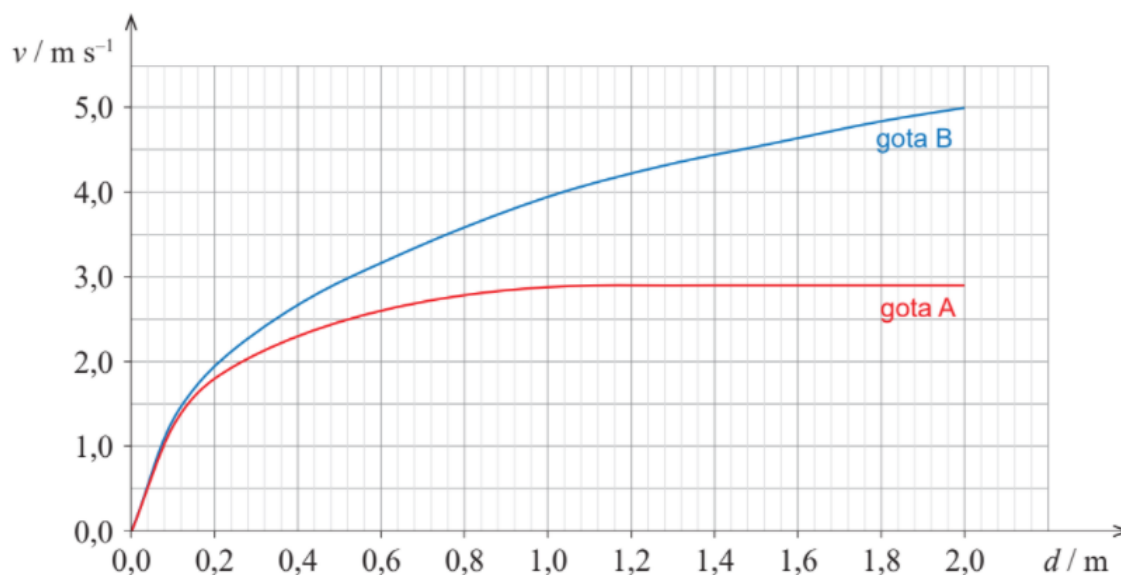


Figura 3

- 1.3. A massa da gota B é $4,2 \times 10^{-3} \text{ g}$.

- 1.3.1. Determine a energia dissipada na queda de 2,0 m da gota B.

Explicite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

- 1.3.2. Considere que, em determinadas condições, a variação de entalpia (mássica) de vaporização da água é $2,4 \text{ kJ g}^{-1}$.

A energia necessária para a vaporização da gota B, nessas condições, é

- (A) 0,57 J
(B) 10 J
(C) 0,57 kJ
(D) 10 kJ

2. Considere que foi fornecida, à pressão de 1 atm, a mesma energia a uma gota de água e a uma amostra de ar com o dobro da massa dessa gota.

A essa pressão, a capacidade térmica mássica da água líquida é cerca de quatro vezes superior à capacidade térmica mássica do ar.

A variação de temperatura da gota, comparada com a variação de temperatura da amostra de ar, será, aproximadamente,

- (A) oito vezes maior.
- (B) oito vezes menor.
- (C) duas vezes maior.
- (D) duas vezes menor.

GRUPO III

3. Na Figura 5, está representado um circuito elétrico com:

- um gerador de força eletromotriz 9,20 V e resistência interna $2,0 \, \Omega$;
- um voltímetro ligado nos terminais do gerador;
- dois condutores, A e B, de resistências elétricas R_A e R_B , sendo $R_A = 3 R_B$.

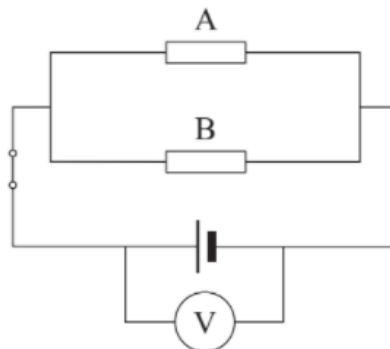


Figura 5

Determine a potência dissipada no condutor A quando o voltímetro marca 8,74 V.

Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

Exame Nacional de 2019 - Época Especial

GRUPO II

A Figura 4 apresenta as curvas características, a 25 °C, de um painel fotovoltaico, para três irradiâncias diferentes. Estas curvas representam a corrente elétrica, I , fornecida pelo painel, em função da diferença de potencial elétrico, U , nos seus terminais.

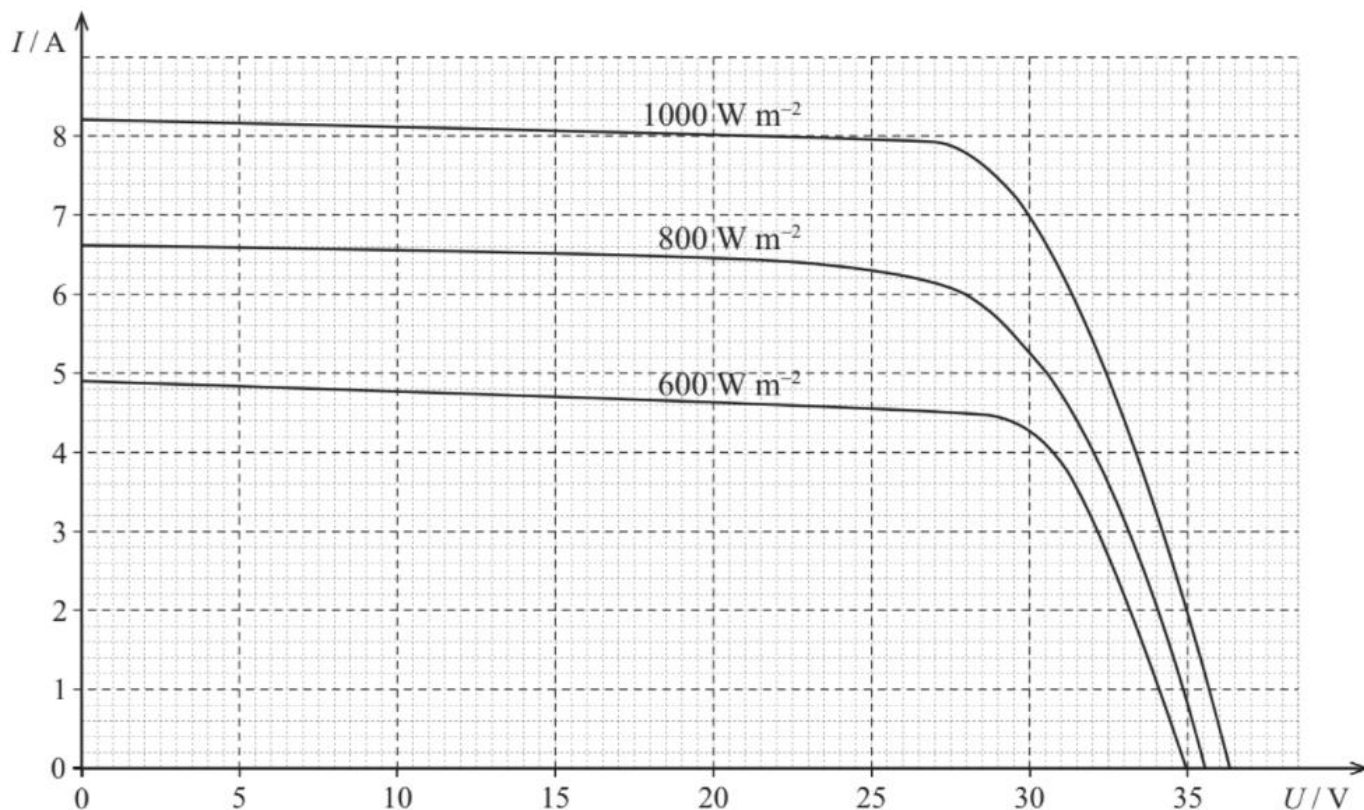
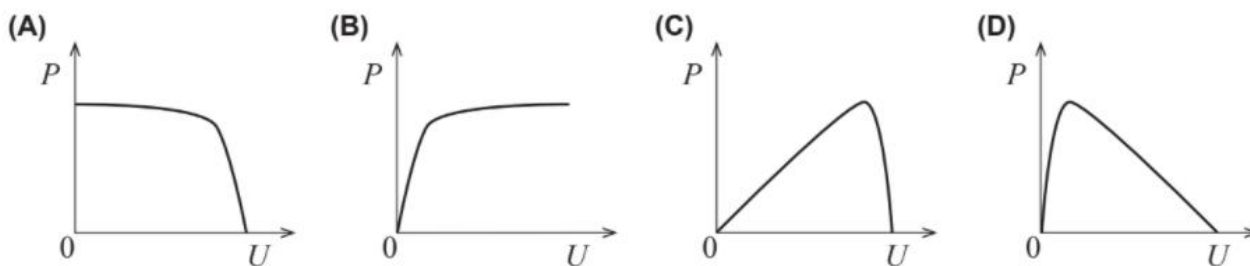


Figura 4

1. Qual é o esboço do gráfico que pode representar, para uma mesma irradiância, a potência elétrica, P , fornecida pelo painel, em função da diferença de potencial elétrico, U , nos seus terminais?



2. A corrente elétrica fornecida por um painel fotovoltaico para uma resistência exterior nula designa-se por corrente de curto-circuito.

Conclua, com base no gráfico da Figura 4, se a corrente de curto-circuito é (ou não) diretamente proporcional à irradiância.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

GRUPO III

1. Na Figura 5 (que não se encontra à escala), está representado um carrinho de brincar, de massa m , que é largado da posição A, sobre um plano inclinado. O carrinho desce esse plano, passa nas posições B e C e inverte o sentido do movimento na posição D.

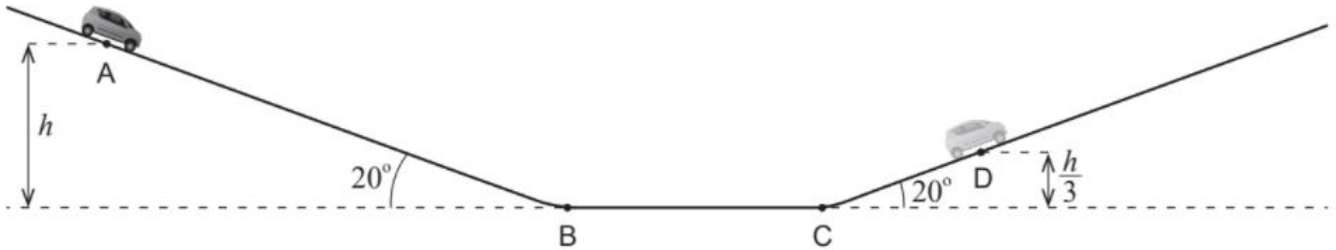


Figura 5

Admita que a intensidade da resultante das forças dissipativas que atuam no carrinho se mantém constante nos percursos entre as posições A e B e entre as posições C e D.

Entre as posições B e C, as forças dissipativas que atuam no carrinho são desprezáveis.

Considere que o carrinho pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

- 1.1. Desde a posição A até à posição D, a diminuição da energia potencial gravítica do sistema *carrinho + Terra* é igual a _____, sendo o trabalho realizado pela força gravítica que atua no carrinho igual a _____.

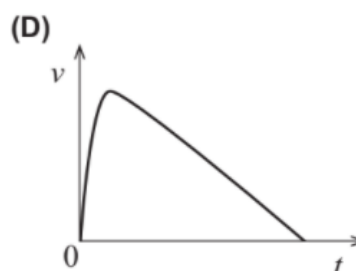
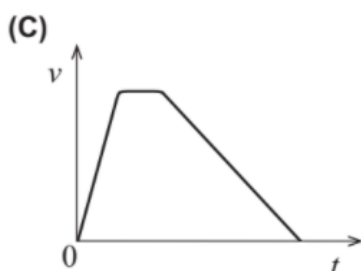
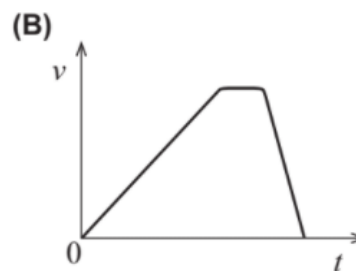
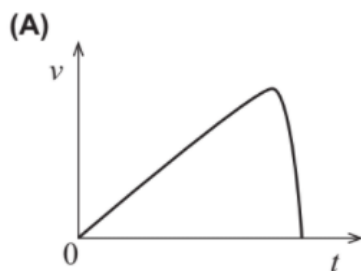
(A) $\frac{1}{3} mgh \dots \frac{1}{3} mgh$

(B) $\frac{1}{3} mgh \dots \frac{2}{3} mgh$

(C) $\frac{2}{3} mgh \dots \frac{1}{3} mgh$

(D) $\frac{2}{3} mgh \dots \frac{2}{3} mgh$

- 1.2. Qual é o esboço do gráfico que pode representar o módulo da velocidade, v , do carrinho em função do tempo, t , entre as posições A e D?



- 1.3. Compare a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam no carrinho entre as posições A e B com a soma dos trabalhos realizados pelas forças que atuam no carrinho entre as posições C e D.

GRUPO V

4. Uma amostra de água de massa m , inicialmente a $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ e contida num recipiente, foi introduzida num congelador. Ao fim de um determinado intervalo de tempo, a temperatura da água estabilizou a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Na tabela seguinte, estão registados os valores de algumas propriedades físicas da água.

Capacidade térmica mássica do gelo / $\text{J kg}^{-1}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	$2,10 \times 10^3$
Variação de entalpia (mássica) de fusão / J kg^{-1}	$3,34 \times 10^5$
Temperatura de fusão / $^{\circ}\text{C}$	0,0

- 4.1. Compare, quantitativamente, a energia envolvida na mudança de estado físico da amostra de água com a energia total envolvida nas variações de temperatura da amostra.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

- 4.2. Até atingir a temperatura de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, a água _____ vizinhança, através das paredes do recipiente, essencialmente por _____.

- (A) cede energia à ... condução
- (B) recebe energia da ... condução
- (C) cede energia à ... convecção
- (D) recebe energia da ... convecção

GRUPO III

1. Numa aula laboratorial, os alunos colocaram num calorímetro 90 g de água, na qual mergulharam um fio condutor eletricamente isolado, de resistência elétrica R . Para aquecer a água, fizeram passar nesse fio, durante 180 s, uma corrente elétrica I , tendo determinado o aumento da temperatura, ΔT , da água, nesse intervalo de tempo.

Repetiram a experiência para diferentes valores de corrente elétrica.

- 1.1. Um aluno traçou, a partir dos resultados experimentais obtidos, um gráfico cujo esboço se encontra representado na Figura 2.

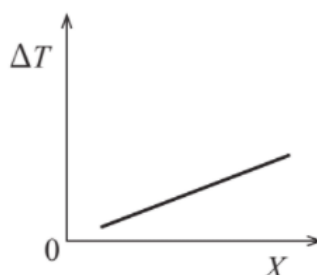


Figura 2

Nesse esboço, X pode representar

- (A) R
- (B) R^2
- (C) I
- (D) I^2

- 1.2. Um outro aluno traçou, a partir dos resultados experimentais obtidos, o gráfico do aumento da temperatura, ΔT , da água em função da potência dissipada, P , no fio condutor.

Determine o declive da reta do gráfico, considerando que toda a potência dissipada no fio é utilizada no aquecimento da água.

Mostre como chegou ao valor solicitado.

2. Para uma irradiância de 1000 W m^{-2} e a 25°C , um painel fotovoltaico, de área $1,63 \text{ m}^2$, fornece uma potência elétrica máxima quando a diferença de potencial nos seus terminais é $28,5 \text{ V}$ e a corrente elétrica é $7,6 \text{ A}$.

Determine o rendimento máximo do painel, nas condições consideradas.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

GRUPO V

O *bungee jumping* é um desporto radical em que um atleta cai de uma altura apreciável, preso a um cabo elástico que, ao esticar, exerce uma força sobre o atleta.

Na Figura 5 (que não se encontra à escala), estão representadas posições de um atleta de massa 72 kg, que cai a partir da plataforma P.

Admita que o atleta inicia o seu movimento de queda vertical com velocidade inicial nula, caindo livremente até à posição R. A partir da posição R, o cabo elástico começa a esticar, passando a exercer uma força no atleta. Na posição S, o atleta atinge a velocidade máxima, de módulo $18,7 \text{ m s}^{-1}$, e, na posição T, inverte o sentido do seu movimento.

Considere o referencial Oy representado na figura.

Admita que o atleta pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e considere desprezáveis a massa do cabo e a força de resistência do ar.

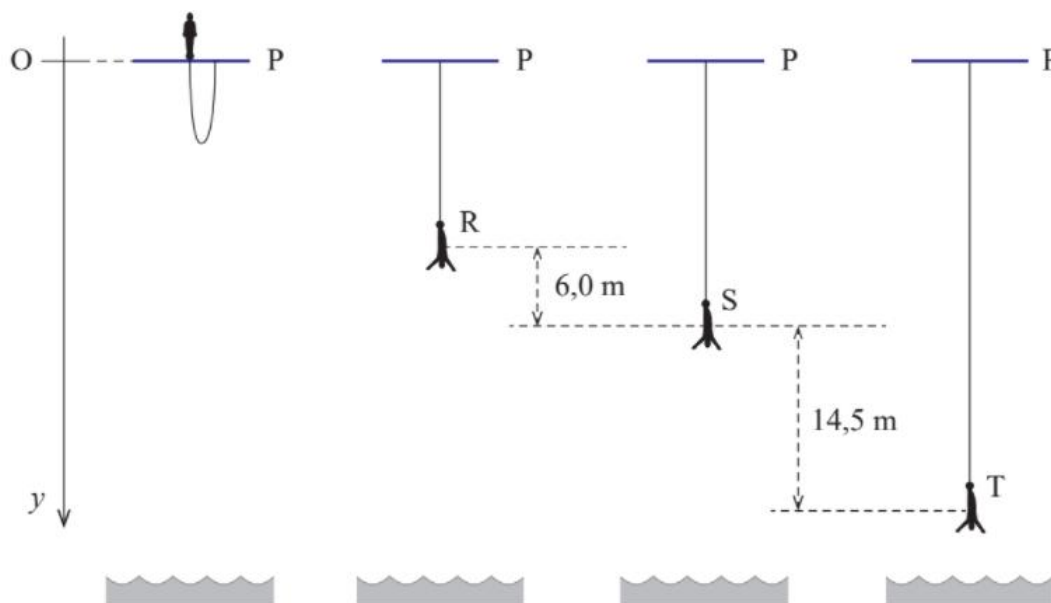


Figura 5

1. Considere o movimento de queda livre do atleta até à posição R.

1.3. Entre a posição inicial e a posição R, a variação de energia potencial gravítica do sistema *atleta + Terra* é _____, e a variação de energia mecânica do sistema é _____.

- (A) negativa ... positiva
- (B) negativa ... nula
- (C) positiva ... positiva
- (D) positiva ... nula

2. Admita que o atleta atinge a posição R com velocidade de módulo $17,0 \text{ m s}^{-1}$.

Determine, a partir do teorema da energia cinética, o trabalho realizado pela força que o cabo exerce no atleta, $W_{\vec{F}_{\text{cabo}}}$, entre a posição R e a posição S.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

GRUPO II

1. Num ensaio laboratorial, adicionou-se uma amostra de água, a uma temperatura T , a uma outra amostra de água, de massa 350,0 g e inicialmente a 5,2 °C. Verificou-se que, após um determinado intervalo de tempo, o sistema resultante daquela adição ficou à temperatura de 27,9 °C.

- 1.1. Calculou-se a energia total cedida pela amostra de água inicialmente à temperatura T , tendo-se obtido $3,85 \times 10^4$ J.

Conclua em que sentido terá ocorrido a transferência de energia entre o sistema resultante daquela adição e o exterior, até ser atingida a temperatura de 27,9 °C.

Mostre como chegou à conclusão solicitada.

- 1.2. As temperaturas foram medidas com um termómetro digital, cujo funcionamento se baseia na variação da resistência elétrica de um fio condutor (constituente do termómetro) com a temperatura. Para que o termómetro funcione adequadamente, a variação da potência dissipada por efeito Joule, no fio, deve ser desprezável.

Considere que a resistência elétrica do fio aumenta 3,85 Ω por cada 10 °C de aumento de temperatura e que, na experiência realizada, o fio foi percorrido por uma corrente constante de $9,0 \times 10^{-4}$ A.

Verifique que, entre 5,2 °C e 27,9 °C, o aumento da potência dissipada naquele fio foi inferior a 10^{-5} W, sendo, por isso, desprezável.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

2. Para determinar experimentalmente a variação de entalpia (mássica) de fusão do gelo, adicionou-se gelo fundente a água previamente aquecida.

- 2.1. Para minimizar o erro nesta determinação, o gelo adicionado deve estar dividido em

- (A) pequenos fragmentos e vir diretamente do congelador.
- (B) pequenos fragmentos e ter sido colocado previamente em água a 0 °C.
- (C) grandes fragmentos e vir diretamente do congelador.
- (D) grandes fragmentos e ter sido colocado previamente em água a 0 °C.

- 2.2.** Na experiência realizada, mediu-se a massa do gelo fundente, a massa e a temperatura inicial da água, e a temperatura à qual o sistema resultante daquela adição atingiu o equilíbrio térmico.

O que é necessário ainda conhecer para calcular a variação de entalpia (mássica) de fusão do gelo, considerando que o sistema é isolado?

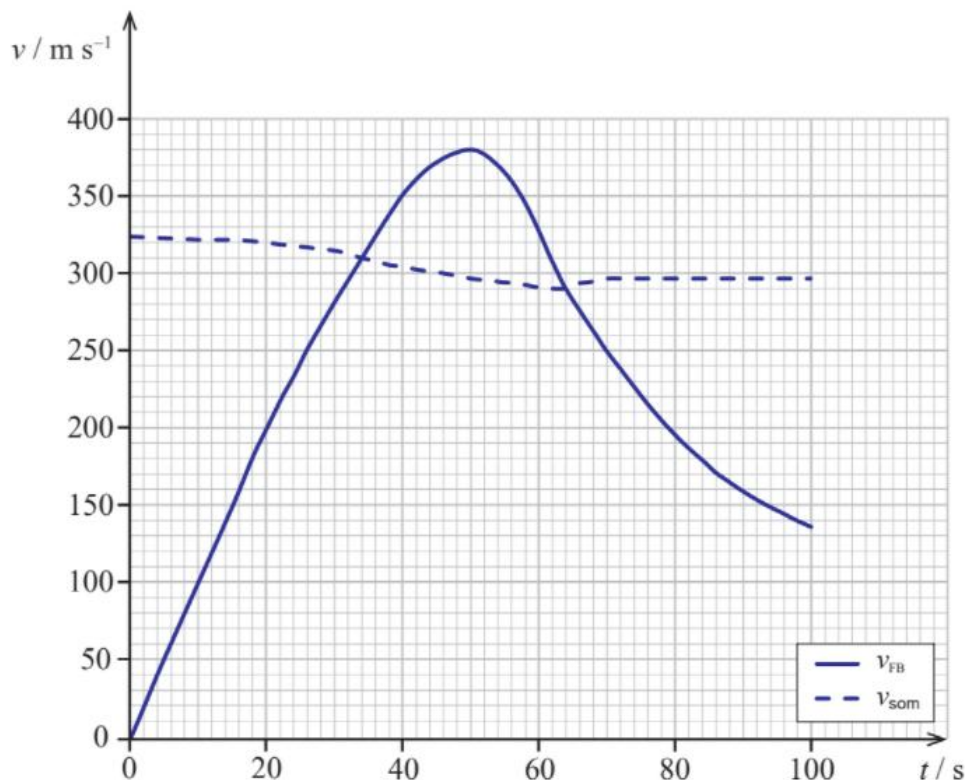
- (A) Apenas a capacidade térmica mássica da água líquida.
- (B) A capacidade térmica mássica da água líquida e a capacidade térmica mássica do gelo.
- (C) A energia necessária à fusão de 1 kg de gelo e a capacidade térmica mássica da água líquida.
- (D) Apenas a energia necessária à fusão de 1 kg de gelo.

GRUPO VI

- 3.** No salto que realizou desde a estratosfera até à Terra, Felix Baumgartner (FB) foi o primeiro homem a quebrar a barreira do som sem qualquer veículo propulsor.

Considere que a queda de FB em direção à Terra foi aproximadamente vertical.

Na Figura 5, apresentam-se, para os primeiros 100 s de queda, os gráficos do módulo da velocidade, v_{FB} , e da altitude, h , de FB, em função do tempo, t . Na figura, está também representada uma linha a tracejado, que traduz o modo como variou o módulo da velocidade do som, v_{som} , ao longo da trajetória percorrida, durante aquele intervalo de tempo.



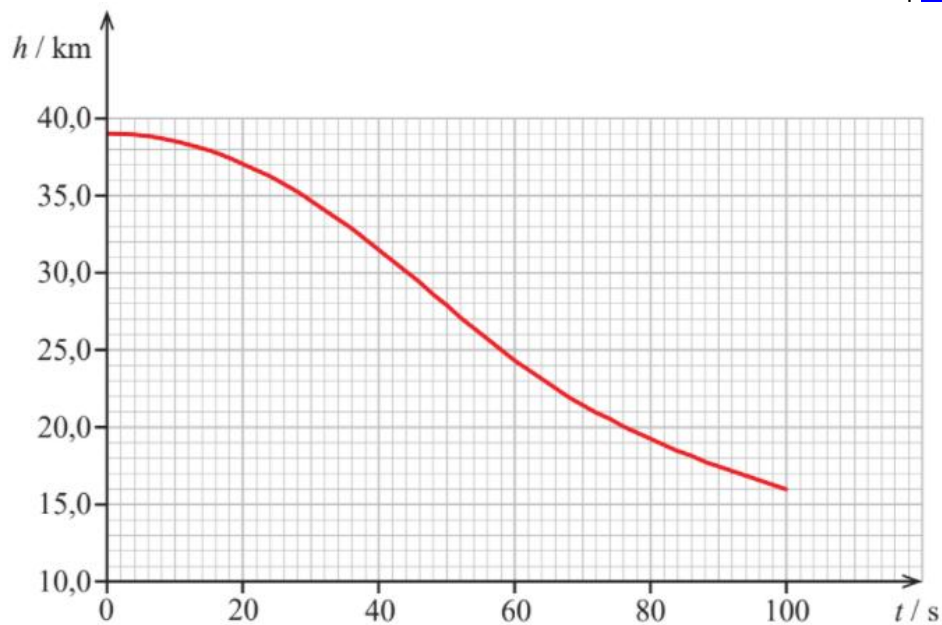


Figura 5

Considere que o conjunto *FB + equipamento* pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a variação da aceleração gravítica com a altitude é desprezável.

3.4. No intervalo de tempo $[50, 100]$ s, a energia potencial gravítica do sistema *FB + equipamento + Terra* _____, e a energia mecânica do sistema _____.

- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| (A) aumentou ... diminuiu | (B) aumentou ... permaneceu constante |
| (C) diminuiu ... diminuiu | (D) diminuiu ... permaneceu constante |

3.6. Considere que a massa do conjunto *FB + equipamento* era 118 kg.

Determine o trabalho realizado pela força de resistência do ar que atuou sobre o conjunto, no intervalo de tempo em que este se moveu com velocidade superior à velocidade do som.

Apresente todas as etapas de resolução, explicitando todos os cálculos efetuados.

GRUPO I

2. Um carrinho, sem qualquer meio de propulsão, move-se na pista representada na Figura 2 (que não está à escala). Largado sobre a pista, de uma posição adequada, o carrinho passa sucessivamente nas posições **A**, **B**, **C** e **D**, percorrendo a parte circular da pista (*loop*), de raio 12 cm.

Admita que o carrinho pode ser representado pelo seu centro de massa (modelo da partícula material) e que a base da pista (onde se encontram as posições **B** e **D**) é o nível de referência da energia potencial gravítica.

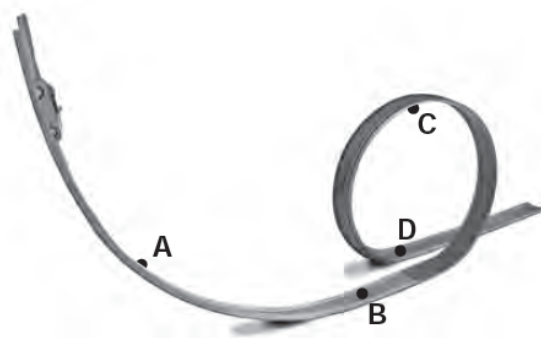


Figura 2

- 2.1. Qual é o trabalho realizado pela força normal exercida pela pista no carrinho, no deslocamento entre as posições **B** e **C**?
- 2.2. Para que o carrinho percorra a parte circular da pista (*loop*), deve passar pela posição **C** com uma velocidade mínima de módulo $1,1 \text{ m s}^{-1}$.

Admita que, entre a posição em que o carrinho é largado e a posição **C**, é dissipada 5,0% da energia mecânica inicial do sistema *carrinho + Terra*.

Calcule a altura mínima a que o carrinho deve ser largado, sobre a pista.

Apresente todas as etapas de resolução.

- 2.3. O trabalho realizado pela força gravítica que atua no carrinho é

- (A) positivo entre as posições **B** e **C**.
- (B) negativo entre as posições **A** e **B**.
- (C) positivo entre as posições **C** e **D**.
- (D) negativo entre as posições **B** e **D**.

- 2.4. Um carrinho I, de massa m , foi largado da mesma posição que um carrinho II, de massa $3m$.

Se as forças dissipativas que atuam nesses carrinhos forem desprezáveis, qual será a relação entre o módulo da velocidade do carrinho I, v_I , e o módulo da velocidade do carrinho II, v_{II} , na posição **D**?

- (A) $v_I = 3 v_{II}$
- (B) $v_I = v_{II}$
- (C) $v_I = \frac{1}{3} v_{II}$
- (D) $v_I = \frac{1}{9} v_{II}$

GRUPO II

Considere uma garrafa térmica cujas paredes são formadas por duas camadas de plástico, entre as quais existe ar.

1. Se, em vez de ar, existisse vácuo entre as duas camadas de plástico, a taxa temporal de transferência de energia entre essas camadas seria menor por

- (A) condução, mas não por radiação.
- (B) condução e por radiação.
- (C) radiação, mas não por convecção.
- (D) radiação e por convecção.

2. Introduziu-se uma amostra de 1,20 kg de um líquido, inicialmente a 80,0 °C, na garrafa térmica.

Na Figura 3, está representado o gráfico da temperatura, θ , dessa amostra, em função do tempo, t , num determinado intervalo de tempo.

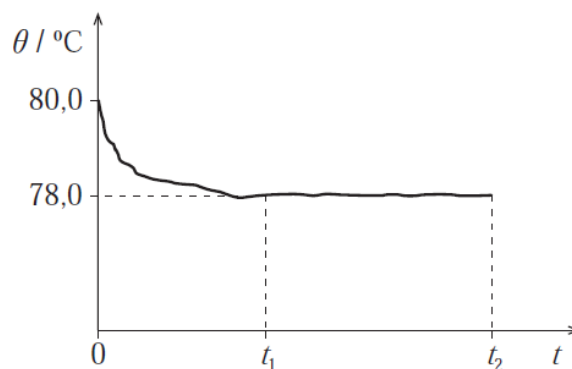


Figura 3

- 2.1. No intervalo de tempo _____, a energia cedida pelo líquido foi _____ à energia absorvida pelo líquido.

- (A) $[0, t_1]$... igual
- (B) $[t_1, t_2]$... inferior
- (C) $[0, t_1]$... inferior
- (D) $[t_1, t_2]$... igual

- 2.2. No instante t_2 , introduziu-se, no líquido contido na garrafa térmica, uma esfera de metal, de massa 800 g e à temperatura de 4,0 °C. Verificou-se que o sistema *esfera + líquido* atingiu o equilíbrio térmico à temperatura de 73,0 °C.

Admita que a transferência de energia entre o sistema *esfera + líquido* e o exterior foi desprezável.

Determine o quociente entre a capacidade térmica mássica do líquido e a capacidade térmica mássica do metal constituinte da esfera.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO II

Numa aula laboratorial, estudou-se o movimento vertical de queda e de ressalto de diversas bolas, em condições em que a resistência do ar pode ser considerada desprezável.

Na atividade realizada, utilizou-se um sensor de posição ligado a um sistema de aquisição automática de dados. Em cada ensaio realizado, abandonou-se uma das bolas de uma posição situada sob o sensor, como representado na Figura 1 (que não está à escala).

Considere o solo como nível de referência da energia potencial gravítica.

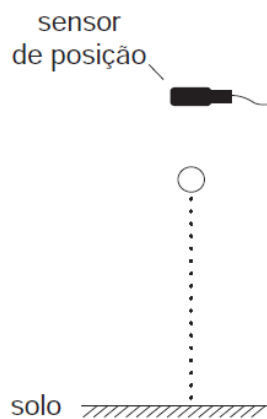


Figura 1

A Figura 2 apresenta o gráfico da distância de uma das bolas ao sensor, em função do tempo, obtido num dos ensaios realizados.

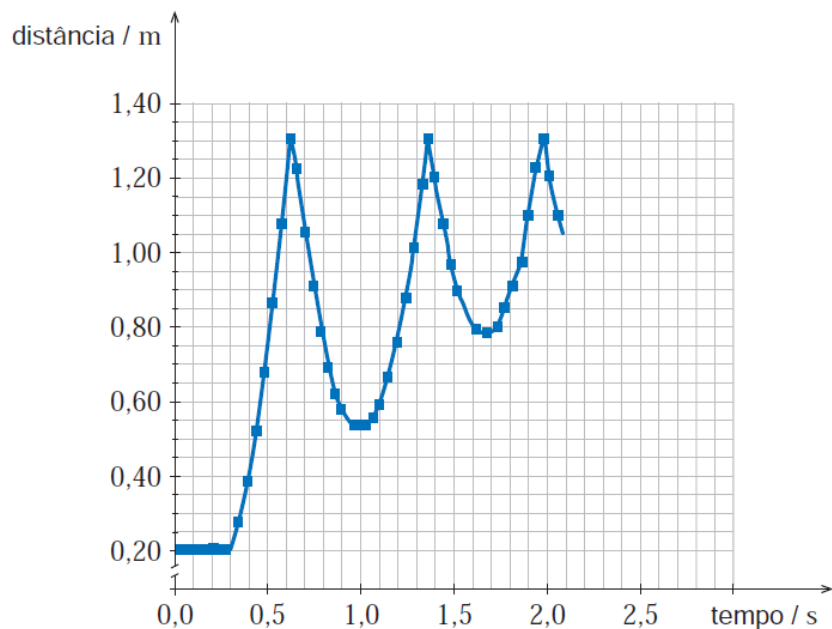


Figura 2

1. Qual foi a distância percorrida pela bola desde a posição em que foi abandonada, sob o sensor, até colidir pela primeira vez com o solo?

(A) 1,10 m
(B) 0,20 m
(C) 1,30 m
(D) 0,34 m

2. No segundo ressalto, em que instante a energia potencial gravítica do sistema *bola + Terra* é máxima?

3. No terceiro ressalto, a bola terá atingido uma altura máxima de 0,37 m.
Qual terá sido o módulo da velocidade com que a bola abandonou o solo, nesse ressalto?

(A) $2,7 \text{ m s}^{-1}$
(B) $1,9 \text{ m s}^{-1}$
(C) $1,4 \text{ m s}^{-1}$
(D) $3,8 \text{ m s}^{-1}$

4. Explique, com base em considerações energéticas, porque é que a altura máxima atingida pela bola nos sucessivos saltos é cada vez menor.

Apresente, num texto estruturado e com linguagem científica adequada, a explicação solicitada.

GRUPO III

1. Na Figura 3, está representado o gráfico da variação da temperatura, $\Delta\theta$, de uma amostra pura de 500 g de ferro, em função da energia, E , que seria necessário fornecer a essa amostra se o processo de aquecimento tivesse um rendimento de 100%.

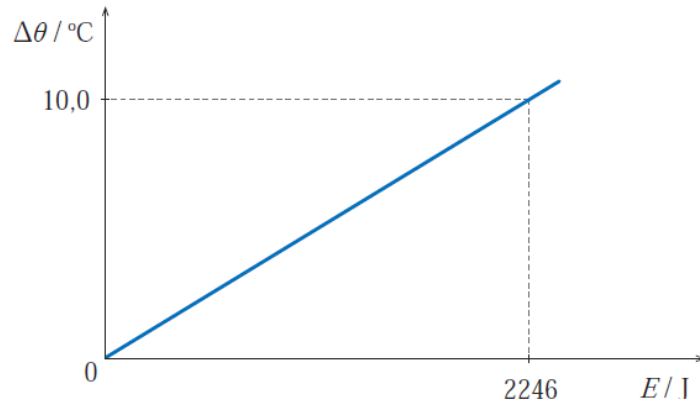


Figura 3

- 1.1. Quando aquela amostra foi aquecida por uma fonte de potência 40 W, durante 1,6 minutos, a sua temperatura aumentou $10,0^\circ\text{C}$.

Qual foi o rendimento deste processo de aquecimento?

- (A) 71% (B) 42% (C) 58% (D) 29%

- 1.2. Um recipiente contém 1,50 kg de água, à temperatura de $20,0^\circ\text{C}$. Uma esfera de ferro, de massa 850 g e inicialmente à temperatura de $70,0^\circ\text{C}$, é introduzida na água.

Determine a temperatura de equilíbrio do sistema *água + esfera*, admitindo que o sistema é isolado.

Apresente todas as etapas de resolução.

2. A energia necessária à fusão de 1,0 kg de ferro, inicialmente à temperatura de fusão, é $2,47 \times 10^2 \text{ kJ}$.

Que energia mínima, em joule, tem de ser absorvida por 500 g de ferro, à temperatura de fusão, para que o ferro se funda completamente?

- (A) $\left(\frac{2,47 \times 10^2 \times 10^3}{0,500}\right) \text{ J}$
 (B) $\left(\frac{2,47 \times 10^2 \times 10^{-3}}{0,500}\right) \text{ J}$
 (C) $(0,500 \times 2,47 \times 10^2 \times 10^3) \text{ J}$
 (D) $(0,500 \times 2,47 \times 10^2 \times 10^{-3}) \text{ J}$

GRUPO I

Em cada local da Terra, a energia solar disponível depende, entre outros fatores, da estação do ano e das condições meteorológicas.

1. A Figura 1 representa um sistema de aquecimento de água, constituído por um depósito, um coletor solar plano com cobertura de vidro e um fluido que circula num circuito fechado, por convecção natural. Este fluido transfere energia, como calor, para a água contida no depósito.

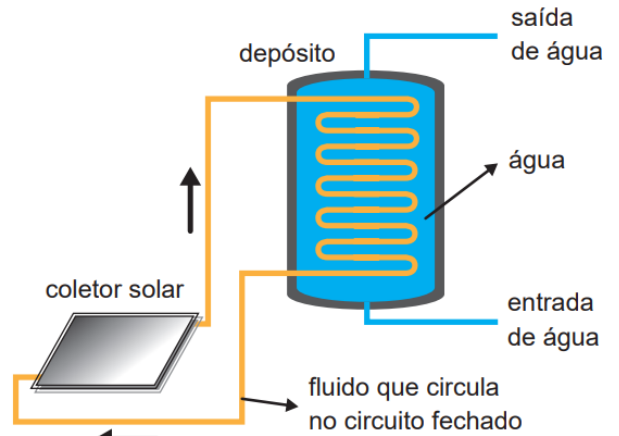


Figura 1

- 1.1. Considere que existe uma diferença significativa entre a temperatura da água que se encontra na parte inferior do depósito e a temperatura da água que se encontra na parte superior.

Compare a massa volúmica da água que se encontra na parte inferior do depósito com a massa volúmica da água que se encontra na parte superior.

- 1.2. A cobertura de vidro do coletor solar é _____ à radiação visível incidente e _____ à maior parte da radiação infravermelha emitida no interior do coletor, o que contribui para o aumento da temperatura no interior do coletor.

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| (A) transparente ... opaca | (B) opaca ... transparente |
| (C) transparente ... transparente | (D) opaca ... opaca |

2. Um depósito com 120 kg de água está ligado a um coletor plano de área $4,0 \text{ m}^2$, que está exposto à radiação solar, em média, durante 8,0 h por dia. Nas condições de exposição, a potência média da radiação solar incidente por unidade de área é $5,1 \times 10^2 \text{ W m}^{-2}$.

- 2.1. A grandeza *potência por unidade de área* pode também ser expressa em

- | | |
|--------------------------|---------------------------------------|
| (A) kW h m^{-2} | (B) $\text{kJ s}^{-1} \text{ m}^{-2}$ |
| (C) kJ s m^{-2} | (D) $\text{kW h}^{-1} \text{ m}^{-2}$ |

2.2. A temperatura da água contida no depósito aumenta, em média, $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, ao fim das $8,0\text{ h}$ diárias de exposição do coletor à radiação solar.

Determine o rendimento médio do processo de aquecimento considerado.

Apresente todas as etapas de resolução.

GRUPO II

1. Uma esfera, largada de uma certa altura, cai verticalmente até atingir o solo.

Na Figura 2, apresenta-se um esboço do gráfico do módulo da velocidade, v , dessa esfera, em função do tempo, t , desde o instante em que a esfera é largada até atingir o solo.

Considere que a esfera pode ser representada pelo seu centro de massa (modelo da partícula material).

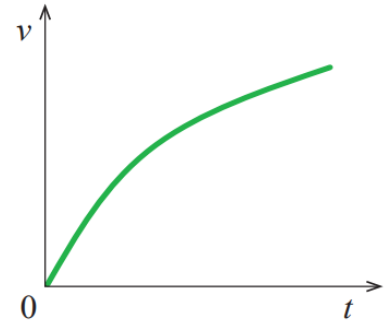


Figura 2

1.2. Conclua se a variação de energia cinética da esfera entre a posição em que é largada e o solo é maior, menor ou igual ao trabalho realizado pela força gravítica que nela atua, nesse deslocamento.

Apresente, num texto estruturado e com linguagem científica adequada, a fundamentação da conclusão solicitada.

1.3. Considere o solo como nível de referência da energia potencial gravítica.

Qual das opções pode representar um esboço dos gráficos da energia cinética, E_c , da esfera e da energia potencial gravítica, E_{pg} , do sistema *esfera + Terra*, em função da altura, h , a que a esfera se encontra do solo?

