OBJETIVO

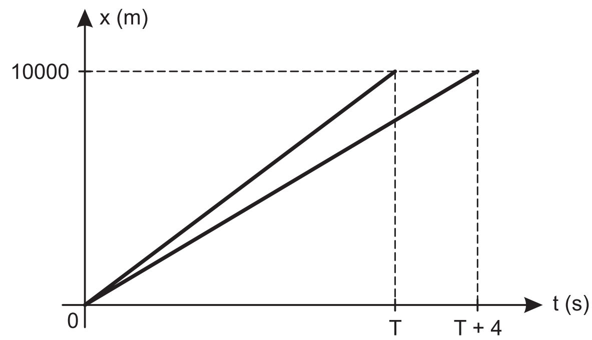
ITA
Física
Livro do Professor

5

MÓDULO 17

Cinemática IV

1. Suponha que numa olimpíada as posições (x) dos ganhadores das medalhas de ouro e prata, na corrida de 10 000m, variem com o tempo (t) de forma aproximadamente linear, conforme mostra o diagrama a seguir.



Sabendo que a velocidade escalar do primeiro colocado é 0,25% maior que a do segundo, determine, para o vencedor, o intervalo de tempo gasto na corrida e sua velocidade escalar.

RESOLUÇÃO:
Como o espaço varia linearmente com o tempo, podemos concluir que os atletas realizam movimentos uniformes e, assim, temos:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Mas, $V_1 = V_2 + 0{,}25\%\ V_2$

$$V_1 = 1{,}0025\ V_2$$

$$\frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = 1{,}0025\ \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2}$$

$$\frac{10\,000}{T} = 1{,}0025 \cdot \frac{10\,000}{(T+4)}$$

$$1{,}0025T = T + 4$$

$$0{,}0025T = 4$$

$$T = \frac{4}{0{,}0025}$$

$\boxed{T = 1600s}$ **(26 min 40s)**

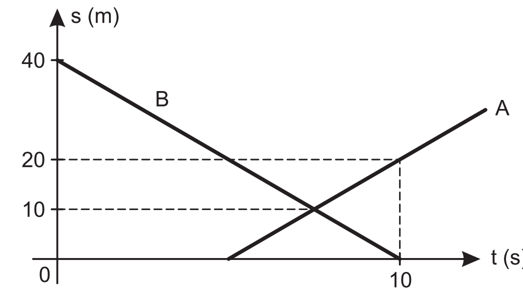
A velocidade escalar do vencedor é dada por:

$$V_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = \frac{10\,000m}{1600s}$$

$\boxed{V_1 = 6{,}25m/s}$

Respostas: 1600s
6,25m/s

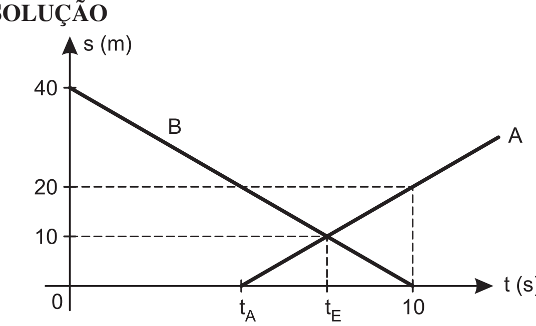
2. **(AFA-2009)** – O diagrama abaixo representa as posições de dois corpos A e B em função do tempo.



Por este diagrama, afirma-se que o corpo A iniciou o seu movimento, em relação ao corpo B, depois de

a) 2,5s b) 7,5s c) 5,0s d) 10s

RESOLUÇÃO



Observamos, pelo diagrama, que os movimentos dos corpos A e B são uniformes. Dessa forma, a função horária dos espaços para o movimento de B, é dada por:

1) $s_B = s_{0_B} + v_B t$

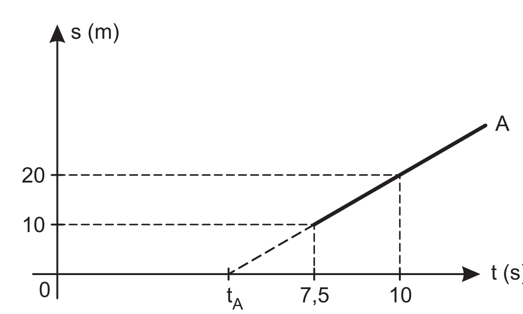
Mas, $v_B = \frac{\Delta s_B}{\Delta t_B} = \frac{-40}{10} = -4{,}0\ m/s$

Assim: $\boxed{s_B = 40 - 4{,}0t}$

2) Observemos que no instante do encontro (t_E), a posição do corpo B corresponde a 10 m. Assim, temos:

$s_B = 40 - 4{,}0t \Rightarrow 10 = 40 - 4{,}0t_E \Rightarrow t_E = 7{,}5s$

3) Analisando, agora, o movimento do corpo A, temos:



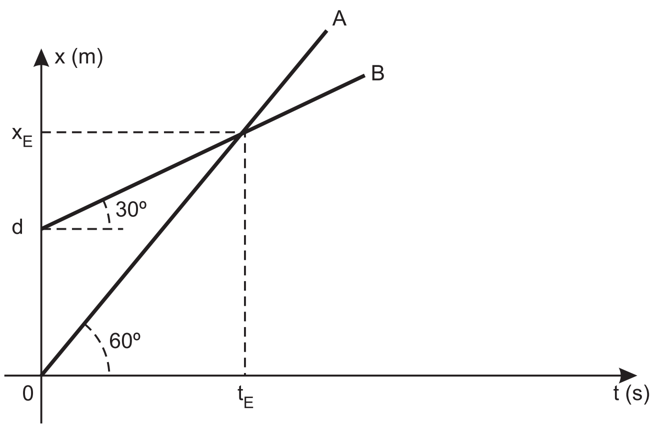
$$V_A = \frac{\Delta s_A}{\Delta t_A} \Rightarrow V_A = \frac{10}{2{,}5} \Rightarrow V_A = 4{,}0\ m/s$$

Como o movimento de A é uniforme (V_A constante), podemos analisar outro trecho do movimento, utilizando novamente a expressão:

$$V_A = \frac{\Delta s_A'}{\Delta t_A'} \Rightarrow 4{,}0 = \frac{\Delta s_A}{(7{,}5 - t_A)} \Rightarrow \boxed{t_A = 5{,}0s}$$

Portanto, o corpo A iniciou seu movimento no instante 5,0s.
Resposta: C

3. O gráfico a seguir representa a coordenada de posição (espaço) em função do tempo para duas partículas A e B que descrevem uma mesma trajetória retilínea.
Nas escalas usadas, um mesmo comprimento representa uma unidade de tempo (1,0s) e uma unidade de espaço (1,0m).



a) Demonstre que $t_E = d$ sen 60°.
b) Para d = 2,0, calcule o valor de x_E.

RESOLUÇÃO:

a) 1) Se o mesmo comprimento nas duas escalas representa uma unidade de espaço e uma unidade de tempo, temos:

$$V_A = (\text{tg } 60°)\text{m/s} = \sqrt{3}\text{ m/s}$$

$$V_B = (\text{tg } 30°)\text{m/s} = \frac{\sqrt{3}}{3}\text{ m/s}$$

2) Montando-se as equações horárias para os movimentos de A e B, vem:

$x = x_0 + Vt$ **(MU)**

$x_A = \sqrt{3}\,t$ **(SI)**

$x_B = d + \frac{\sqrt{3}}{3}\,t$ **(SI)**

Para o encontro, temos:

$x_A = x_B$

$$\sqrt{3}\,t_E = d + \frac{\sqrt{3}}{3}\,t_E$$

$$\frac{2}{3}\sqrt{3}\,t_E = d \Rightarrow t_E = \frac{3d}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{2}\,d$$

Como $\frac{\sqrt{3}}{2}$ **= sen 60°, vem:** $\boxed{t_E = d \text{ sen } 60°}$

b) Para d = 2,0, vem: $t_E = 2{,}0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}$

Sendo $x_A = \sqrt{3}\,t$ **(SI), vem:**

$$x_E = \sqrt{3}\cdot\sqrt{3} \Rightarrow \boxed{x_E = 3{,}0}$$

4. **(UFC-2010)** – Duas pessoas pegam simultaneamente escadas rolantes, paralelas, de mesmo comprimento ℓ, em uma loja, sendo que uma delas desce e a outra sobe. A escada que desce tem velocidade V_A = 1 m/s e a que sobe é V_B. Considere o tempo de descida da escada igual a 12s. Sabendo-se que as pessoas se cruzam a 1/3 do caminho percorrido pela pessoa que sobe, determine:
a) a velocidade V_B da escada que sobe.
b) o comprimento das escadas.
c) a razão entre os tempos gastos na descida e na subida das pessoas.

RESOLUÇÃO:

a) Os espaços percorridos por cada pessoa são dados por:

$\frac{2}{3}\,\ell = V_A t$ **e** $\frac{1}{3}\,\ell = V_B t$**, sendo** ℓ **o comprimento das escadas e t o tempo gasto pelas pessoas em seus percursos até se cruzarem. Daí, conclui-se que** $\frac{V_B}{V_A} = \frac{1}{2}$**, o que resulta em** $V_B = 0{,}5$ **m/s.**

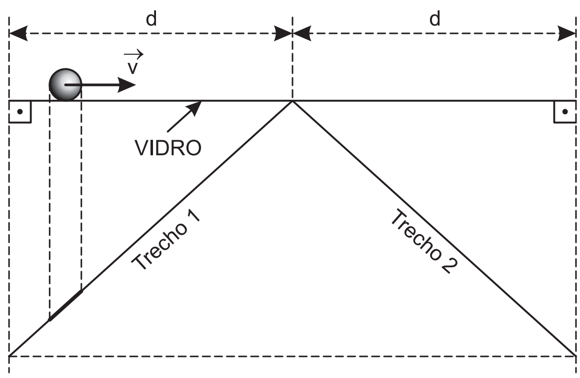
b) O comprimento das escadas será dado por $\ell = V_A t_d$**, em que** t_d **é o tempo de descida, que resulta em** ℓ **= 12 m.**

c) Como $\ell = V_A t_d$ **e** $\ell = V_B t_s$**, temos que** $\frac{t_d}{t_s} = \frac{1}{2}$ **.**

MÓDULO 18

Cinemática IV

1. **(AFA-2009)** – Uma bola rola com velocidade $\vec{V}$, constante, sobre uma superfície de vidro plana e horizontal, descrevendo uma trajetória retilínea. Enquanto a bola se desloca, a sua sombra percorre os planos representados pelos trechos 1 e 2 da figura abaixo, com velocidades escalares médias V_1 e V_2, respectivamente.



Considerando que a sombra está sendo gerada por uma projeção ortogonal à superfície de vidro, pode-se afirmar que o seu movimento é

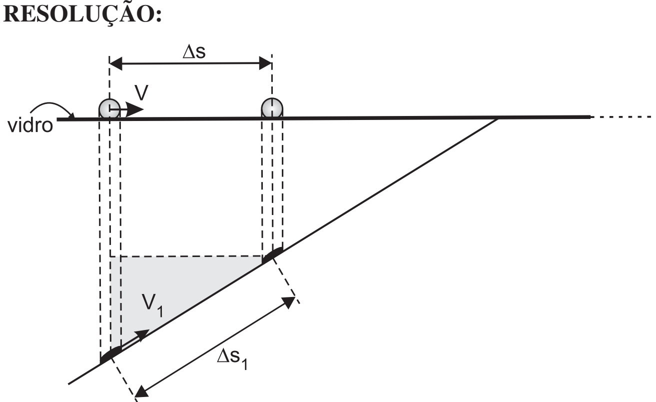
a) acelerado no trecho 1 e retardado no trecho 2, sendo $V_1 > V > V_2$

b) acelerado nos dois trechos, sendo $V_1 = V_2 > V$

c) uniforme nos dois trechos, sendo $V_1 = V_2 = V$

d) uniforme nos dois trechos, sendo $V_1 = V_2 > V$

RESOLUÇÃO:



Observemos, pela figura, que quando a bola desloca-se sobre o vidro de uma distância Δs (com velocidade de módulo V), simultaneamente, a sombra da bola desloca-se, sobre o plano inclinado, de uma distância Δs_1 (com velocidade de módulo V_1). Mas, pelo triângulo retângulo hachurado, podemos concluir que:

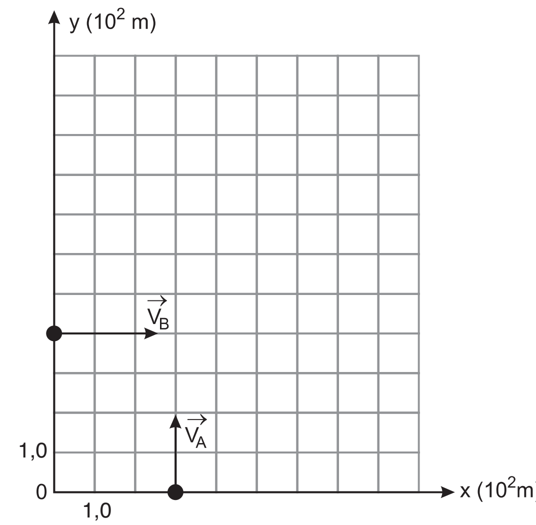
$$\Delta s_1 > \Delta s \Rightarrow \boxed{V_1 > V}$$

De forma análoga, podemos afirmar que $V_2 > V$ e, pela simetria dos trechos 1 e 2, concluímos que $V_1 = V_2$.

Assim, temos: $\boxed{V_1 = V_2 > V}$

Resposta: D

2. **(OLÍMPIADA BRASILEIRA DE FÍSICA)** – A figura abaixo representa quarteirões de 100m de comprimento de uma certa cidade e os veículos A e B, que se movem com velocidades escalares de módulos 43,2km/h e 57,6km/h, respectivamente, a partir dos pontos ali representados, no momento inicial.



Calcule o instante em que a distância entre os dois carros será mínima e de quanto ela será?

RESOLUÇÃO:

1) $V_A = 43{,}2\text{km/h} = 12{,}0\text{m/s}$

$V_B = 57{,}6\text{km/h} = 16{,}0\text{m/s}$

2) As coordenadas cartesianas de posição de A e B serão dadas por:

$x_A = 300\text{m}$; $y_A = V_A t = 12{,}0t$ (SI)

$x_B = 16{,}0t$ (SI); $y_B = 400\text{m}$

3) A distância d entre A e B é dada por:

$d^2 = (x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2$

$d^2 = (300 - 16{,}0t)^2 + (12{,}0t - 400)^2$

$d^2 = 90000 - 9600t + 256t^2 + 144t^2 - 9600t + 160000$

$z = d^2 = 400t^2 - 19200t + 250000$

Procuremos o valor mínimo de $z = d^2$

$$t = -\frac{b}{2a} = \frac{19200}{800}\text{ (s)} = 24\text{s}$$

Substituindo-se o valor de t:

$z = d^2 = 400(24)^2 - 19200 \cdot 24 + 250000$

$d^2 = 230400 - 460800 + 250000$

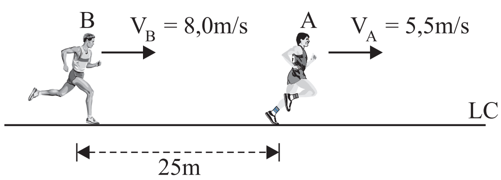
$d^2 = 19600 \Rightarrow \boxed{d = 140\text{m}}$

Respostas: 24s e 140m

3. **(OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA)** – Numa corrida internacional de atletismo, o atleta brasileiro estava 25m atrás do favorito, o queniano Paul Tergat, quando, no fim da corrida o brasileiro reage, imprimindo uma velocidade escalar constante de 8,0m/s, ultrapassando Tergat e vencendo a prova com uma vantagem de 75m. Admitindo-se que a velocidade escalar de Tergat se manteve constante e igual a 5,5m/s, calcule qual o intervalo de tempo decorrido desde o instante em que o brasileiro reagiu, até o instante em que cruzou a linha de chegada.

Admita que ambos descrevem trajetórias retilíneas e paralelas.

RESOLUÇÃO:



Para um referencial fixo em Tergat (indicado por A) temos:

$$V_{rel} = \frac{\Delta s_{rel}}{\Delta t}$$

$$V_B - V_A = \frac{\Delta s_{rel}}{\Delta t}$$

$$8{,}0 - 5{,}5 = \frac{25 + 75}{\Delta t}$$

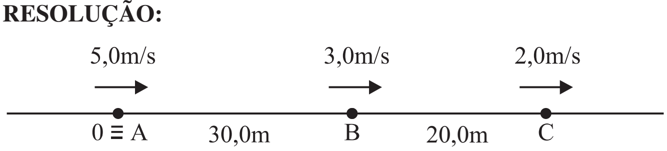
$$\Delta t = \frac{100}{2{,}5}\ \text{(s)} = 40\text{s}$$

Resposta: 40s

4. Três pessoas, A, B e C, percorrem uma mesma reta, no mesmo sentido. As três têm velocidades escalares constantes e respectivamente iguais a 5,0m/s, 3,0m/s e 2,0m/s, sendo que A persegue B e esta persegue C. Num dado instante, A está a 30,0m de B e B, a 20,0m de C. A partir deste instante, a posição de B será o ponto médio das posições de A e C, no instante

a) 5,0s b) 10,0s c) 15,0s d) 20,0s e) 30,0s

RESOLUÇÃO:



1) Equações horárias: $x = x_0 + V\,t$

$x_A = 5{,}0t$ (SI)

$x_B = 30{,}0 + 3{,}0t$ (SI)

$x_C = 50{,}0 + 2{,}0t$ (SI)

2) Condição: $x_B = \dfrac{x_A + x_C}{2}$

$$30{,}0 + 3{,}0\,t_1 = \frac{5{,}0\,t_1 + 50{,}0 + 2{,}0t_1}{2}$$

$$60{,}0 + 6{,}0\,t_1 = 7{,}0\,t_1 + 50{,}0$$

$$\boxed{t_1 = 10{,}0\text{s}}$$

Resposta: B

MÓDULO 19

Termologia III

1. **(ITA-2008)** – Durante a realização de um teste, colocou-se 1 litro de água a 20°C no interior de um forno de microondas. Após permanecer ligado por 20 minutos, restou meio litro de água. Considere a tensão da rede de 127 V e de 12 A a corrente consumida pelo forno. Calcule o fator de rendimento do forno.

Dados: calor de vaporização da água L_v = 540 cal/g ; calor específico da água c = 1 cal/g °C ; 1 caloria = 4,2 joules

RESOLUÇÃO:

1) Potência do microondas:

Pot = Ui

Pot = 127 . 12 (W)

Pot = 1524 W

2) Potência utilizada no aquecimento da água:

$$Pot_u = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m\,c\,\Delta\theta + mLv}{\Delta t}$$

$$Pot_u = \frac{1000 \cdot 1 \cdot (100 - 20) + 500 \cdot 540}{20 \cdot 60}\ \text{(cal/s)}$$

$$Pot_u = \frac{80\,000 + 270\,000}{1200}\ \text{(cal/s)}$$

$$Pot_u \cong 291{,}67 \ \frac{cal}{s} = 1225W$$

3) O rendimento é dado por:

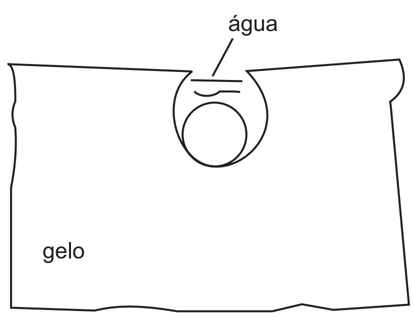
$$\eta = \frac{Pot_u}{Pot} = \frac{1225}{1524}$$

$$\eta = 0{,}80$$

Resposta: η (%) = 80%

2. **(ITA-99)** – Numa cavidade de 5 cm^3 feita num bloco de gelo, introduz-se uma esfera homogênea de cobre de 30 g aquecida a 100°C, conforme o esquema abaixo. Sabendo-se que o calor latente de fusão do gelo é de 80 cal/g, que o calor específico do cobre é de 0,096 cal/g°C e que a massa específica do gelo é de 0,92 g/cm^3, o volume total da cavidade é igual a:

a) 8,9 cm^3 b) 3,9 cm^3 c) 39,0 cm^3
d) 8,5 cm^3 e) 7,4 cm^3



RESOLUÇÃO:

Supondo-se que o bloco é de gelo fundente (0°C), a energia liberada pela esfera de cobre para esfriar-se até 0°C provocou a fusão de uma massa m de gelo:

$$\underset{(cobre)}{Q_{cedido}} + \underset{(gelo)}{Q_{recebido}} = 0$$

$$(m\ c\ \Delta\theta)_{cobre} + (mL)_{gelo} = 0$$

$$30 \,.\, 0{,}096 \,.\, (0 - 100) + m_g \,.\, 80 = 0$$

$$80\ m_g = 288$$

$$m_g = 3{,}60\ g$$

Usando-se a expressão de densidade absoluta, para o gelo, vem:

$$d = \frac{m}{V} \Rightarrow 0{,}92 = \frac{3{,}60}{V_g}$$

$$V_g \cong 3{,}9cm^3$$

Portanto, no equilíbrio térmico, o volume da cavidade passa a ser:

$$V = 5cm^3 + 3{,}9cm^3$$

$$\boxed{V = 8{,}9cm^3}$$

Resposta: A

3. **(ITA-2005)** – Inicialmente 48g de gelo a 0°C são colocados num calorímetro de alumínio de 2,0g , também a 0°C. Em seguida, 75g de água a 80°C são despejados dentro desse recipiente. Calcule a temperatura final do conjunto.
Dados: calor latente do gelo L_g = 80cal/g,
calor específico da água c_{H_2O} = 1,0 cal g^{-1} °C^{-1},
calor específico do alumínio c_{Al} = 0,22 cal g^{-1}°C^{-1}.

RESOLUÇÃO:

Fazendo o balanço energético, temos:

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{água} + [(mL_g)_{gelo} + mc\Delta\theta] + (mc\Delta\theta)_{calorímetro} = 0$$

$$75 \,.\, 1{,}0 \,.\, (\theta_f - 80) + 48 \,.\, 80 + 48 \,.\, 1{,}0 \,.\, (\theta_f - 0) +$$

$$+ 2{,}0 \,.\, 0{,}22 \,.\, (\theta_f - 0) = 0$$

$$75\ \theta_f - 6000 + 3840 + 48\ \theta_f + 0{,}44\ \theta_f = 0$$

$$123{,}44\ \theta_f = 2160$$

$$\boxed{\theta_f \cong 17{,}50°C}$$

Resposta: 17,50°C

4. **(ITA-96)** – Num dia de calor, em que a temperatura ambiente era de 30°C, João pegou um copo com volume de $200cm^3$ de refrigerante à temperatura ambiente e mergulhou nele dois cubos de gelo, de massa 15g cada um. Se o gelo estava à temperatura de – 4°C e derreteu-se por completo e supondo que o refrigerante tem o mesmo calor específico sensível que a água, a temperatura final da bebida de João ficou sendo de aproximadamente:
Dados: calor específico sensível do gelo
$c_g = 0{,}5kcal/kg°C$
calor específico latente de fusão do gelo:
L = 80 kcal/kg
a) 16°C b) 25°C c) 0°C
d) 12°C e) 20°C

RESOLUÇÃO:

Supondo que as trocas de calor ocorrem apenas entre o refrigerante e o gelo, temos:

$Q_{refr} + Q_{gelo} = 0$

$(m\ c\ \Delta\theta)_{refr} + (mc\ \Delta\theta)_{gelo} + (m\ L)_{fusão} + (m\ c\ \Delta\theta)_{água} = 0$

Considerando que a densidade do refrigerante é igual à da água, vem:

$200 \cdot 1{,}0\ (\theta_F - 30) + 30 \cdot 0{,}5 \cdot 4 + 30 \cdot 80 + 30 \cdot 1{,}0\ (\theta_F - 0) = 0$

$200\ \theta_F - 6000 + 60 + 2400 + 30\ \theta_F = 0$

$230\ \theta_F = 3540$

$\boxed{\theta_F \cong 15{,}4°C}$

Resposta: A

MÓDULO 20

Termologia III

1. **(ITA)** – Um bloco de gelo de massa 3,0kg, que está a uma temperatura de –10,0°C, é colocado em um calorímetro (recipiente isolado de capacidade térmica desprezível) contendo 5,0kg de água à temperatura de 40,0°C. Qual a quantidade de gelo que sobra sem se derreter?
Dados:
calor específico sensível do gelo: $c_g = 0{,}5kcal/kg°C$
calor específico latente de fusão do gelo: L = 80 kcal/kg
calor específico sensível da água: $c_a = 1{,}0kcal/kg°C$

RESOLUÇÃO:

1) Resfriamento da água até 0°C:

$Q_1 = m\ c\ \Delta\theta$

$Q_1 = 5{,}0 \cdot 1{,}0\ (0 - 40{,}0)$

$Q_1 = -200kcal$

2) Aquecimento do gelo até 0°C:

$Q_2 = m\ c\ \Delta\theta$

$Q_2 = 3{,}0 \cdot 0{,}5\ [0 - (-10{,}0)]$

$Q_2 = 15kcal$

3) Fusão de parte do gelo:

$Q_1 + Q_2 + Q_{fusão} = 0$

$-200 + 15 + m_F \cdot 80 = 0$

$80m_F = 185$

$m_F \cong 2{,}3kg$

4) A massa de gelo que não se derrete é de:

$m' = m_{gelo} - m_F$

$m' = 3{,}0 - 2{,}3$

$\boxed{m' = 0{,}7kg}$

Resposta: 0,7kg

2. **(FUVEST)** – Quando água pura é cuidadosamente resfriada, nas condições normais de pressão, pode permanecer no estado líquido até temperaturas inferiores a 0°C, num estado instável de "superfusão". Se o sistema é perturbado, por exemplo, por vibração, parte da água se transforma em gelo e o sistema se aquece até se estabilizar em 0°C. O calor latente de fusão da água é L = 80 cal/g. Considerando-se um recipiente termicamente isolado e de capacidade térmica desprezível, contendo um litro de água a –5,6°C, à pressão normal, determine:
a) A quantidade, em g, de gelo formada, quando o sistema é perturbado e atinge uma situação de equilíbrio a 0°C.
b) A temperatura final de equilíbrio do sistema e a quantidade de gelo existente (considerando-se o sistema inicial no estado de "superfusão" a –5,6°C), ao colocar-se, no recipiente, um bloco metálico de capacidade térmica C = 400cal/°C, na temperatura de 91°C.

RESOLUÇÃO:

a) Se o sistema é termicamente isolado, não há trocas de calor com o meio externo. Assim, a energia térmica de que a água necessita para o aquecimento até 0ºC será fornecida pela massa m de água que irá se solidificar.
Usando a equação do balanço energético, temos:

$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$

$(mL)_{gelo} + (m\ c\ \Delta\theta)_{água} = 0$

Como a densidade da água vale $1000kg/m^3 = 1000g/dm^3 = 1000g/\ell$, um litro de água tem massa igual a 1000g.

Portanto:
$$m \cdot (-80) + 1000 \cdot 1{,}0 \cdot [0 - (-5{,}6)] = 0$$
$$-80m + 5600 = 0$$
$$80m = 5600$$
$$\boxed{m = 70g}$$

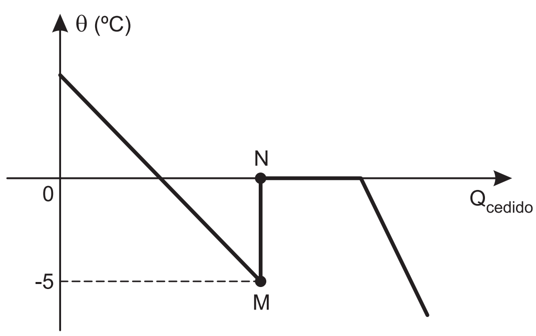
b) **Usando a equação do balanço energético, temos:**

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$$
$$(C\ \Delta\theta)_{metal} + (m\ c\ \Delta\theta)_{água} = 0$$
$$400 \cdot (\theta_f - 91) + 1000 \cdot 1{,}0 \cdot [\theta_f - (-5{,}6)] = 0$$
$$400\ \theta_f - 36400 + 1000\ \theta_f + 5600 = 0$$
$$1400\ \theta_f = 30800$$
$$\boxed{\theta_f = 22^oC}$$

No final, teremos apenas água a 22ºC. Assim a massa de gelo será nula.

Respostas: a) 70g b) 22ºC; massa de gelo nula.

3. **(AFA-2010)** – A água, em condições normais, solidifica-se a 0°C. Entretanto, em condições especiais, a curva de resfriamento de 160 g de água pode ter o aspecto a seguir.



Sabendo-se que o calor latente de fusão do gelo e o calor específico da água valem, respectivamente, 80 cal/g e 1,0 cal/g°C, a massa de água, em gramas, que se solidifica no trecho MN é

a) 8 b) 10 c) 16 d) 32

RESOLUÇÃO:
Observemos, pelo gráfico, que no ponto M a água encontra-se em estado de superfusão. Assim, quando o sistema sofre uma perturbação, parte da água se solidifica (trecho MN). Supondo o sistema termicamente isolado, temos:

$$Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$$
$$(mL)_{gelo} + (m\ c\ \Delta\theta)_{água} = 0$$
$$m \cdot (-80) + 160 \cdot 1{,}0 \cdot (0 - (-5)) = 0$$
$$80m = 800$$
$$\boxed{m = 10g}$$

Resposta: B

4. Numa experiência em laboratório de Biologia, um animal foi introduzido numa mistura de água e gelo, sob pressão normal. Decorrido certo tempo, houve contração de 0,64 cm^3 na mistura. No mesmo tempo, a contração teria sido 0,42cm^3 sem a presença do animal.

a) Determine a quantidade de calor que a mistura recebe do animal no intervalo de tempo considerado, sendo dados d_{GELO} = 0,92 g/cm^3, $d_{ÁGUA}$ = 1,0 g/cm^3 e L_F = 80 cal/g.
b) Admitamos que o referido tempo seja o necessário para que o animal, inicialmente a 30°C, entre em equilíbrio térmico com a mistura. Consideremos ainda que o animal não produza calor por processos metabólicos e que 20% do calor que ele cede se perca para o ambiente. Determine a capacidade térmica do animal.

RESOLUÇÃO:
a) (1) **A diferença de volumes (contração) que se verifica no processo ocorre porque o gelo, ao fundir-se, sofre uma diminuição de volume. Assim, temos:**
$$\Delta V = V_{água} - V_{gelo}$$
$$\Delta V = \frac{m}{d_{água}} - \frac{m}{d_{gelo}}$$
$$\boxed{\Delta V = m\left(\frac{1}{d_{água}} - \frac{1}{d_{gelo}}\right)}$$

(2) **Cálculo da massa de gelo que se funde sem a presença do animal:**
$$\Delta V = m\left(\frac{1}{d_{água}} - \frac{1}{d_{gelo}}\right)$$
$$-0{,}42 = m\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{0{,}92}\right)$$
$$m = 4{,}83g$$

(3) **Cálculo da massa de gelo que se funde com a presença do animal:**
$$-0{,}64 = m'\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{0{,}92}\right)$$
$$m' = 7{,}36g$$

(4) $\Delta m = m' - m$
$$\Delta m = 7{,}36 - 4{,}83 = 2{,}53g$$

(5) $\Delta Q = \Delta m \cdot L_f$
$$\Delta Q = 2{,}53 \cdot 80$$
$$\boxed{\Delta Q = 202{,}4\ cal}$$

b) $\Delta Q = 80\%\ Q_{animal}$
$$\Delta Q = 0{,}8 \cdot (C_{animal} \cdot \Delta\theta)$$
$$-202{,}4 = 0{,}8 \cdot C_{animal} \cdot (0 - 30)$$
$$\boxed{C_{animal} \cong 8{,}4cal/°C}$$

Respostas: a) 202,4cal b) 8,4cal/°C

■ MÓDULOS 17 E 18

1. **(AFA-2007)** – Uma pessoa está observando uma corrida a 170m do ponto de largada. Em dado instante, dispara-se a pistola que dá início à competição. Sabe-se que o tempo de reação de um determinado corredor é 0,2s, sua velocidade é constante com módulo 7,2km/h e a velocidade do som no ar tem módulo igual a 340m/s. A distância desse atleta em relação à linha de largada, quando o som do disparo chegar ao ouvido do espectador, é

a) 0,5m b) 0,6m c) 0,7m d) 0,8m

2. Duas velas de mesmo comprimento são feitas de materiais diferentes, de modo que uma queima completamente em 3 horas e a outra em 4 horas, cada qual numa taxa constante. A que horas da tarde as velas devem ser acesas simultaneamente para que, às 16h, uma fique com um comprimento igual à metade do comprimento da outra?

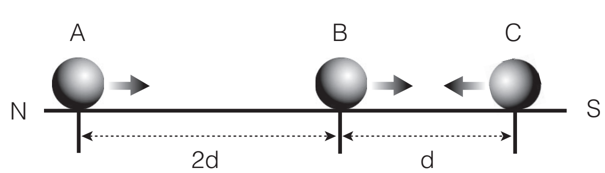
3. **(Olimpíada Brasileira de Física)** – Um trem percorre uma distância **d** em linha reta. Na primeira metade do tempo total gasto, a velocidade permaneceu constante e com módulo V_1 e, na segunda metade de tempo, a velocidade permaneceu também constante e com módulo V_2.

a) Qual é a velocidade escalar média do trem no percurso?

b) Faça um esboço do gráfico da posição em função do tempo gasto pelo trem durante o percurso. Admita $V_2 > V_1$ e adote $s_0 = 0$.

c) Calcule a distância d_1 percorrida na primeira metade do tempo do percurso.

4. Três corpos descrevem movimentos retilíneos e uniformes. Os corpos A e B, representados na figura, movimentam-se no sentido Norte-Sul, e o corpo C no sentido Sul-Norte. Sabendo-se que as velocidades escalares dos corpos B e C valem, respectivamente, 2,0m/s e – 3,0m/s, qual deve ser a velocidade escalar do corpo A para que os três móveis se cruzem ao mesmo tempo?



5. Uma pessoa vai todos os dias de uma cidade A onde mora até uma cidade C onde trabalha, passando por uma cidade B.

O trajeto de A para B é feito de trem, que parte de A rumo a B, com um intervalo de tempo $\mathbf{T_0}$ entre a partida de trens sucessivos.

Ao chegar a B, a pessoa toma o carro de sua empresa e se dirige para C. Admita uma trajetória retilínea entre B e C. Admita que a pessoa e o carro da empresa chegam simultaneamente a B e despreze o tempo gasto para a pessoa sair do trem, entrar no carro e este atingir sua velocidade de cruzeiro, que é mantida constante durante todo o trajeto até C.

Tanto na ida de B para C como no retorno de C para B, o carro mantém velocidade constante de módulo $\mathbf{V_C}$.

Um dia, a pessoa acordou mais cedo e tomou o trem, que parte imediatamente antes do habitual.

Chegando em B começou, imediatamente, a caminhar rumo a C com velocidade constante de módulo $\mathbf{V_P}$ até encontrar o carro da empresa.

Despreze o tempo gasto para o carro parar, embarcar a pessoa, inverter o sentido de seu movimento e retornar à velocidade constante de módulo V_C.

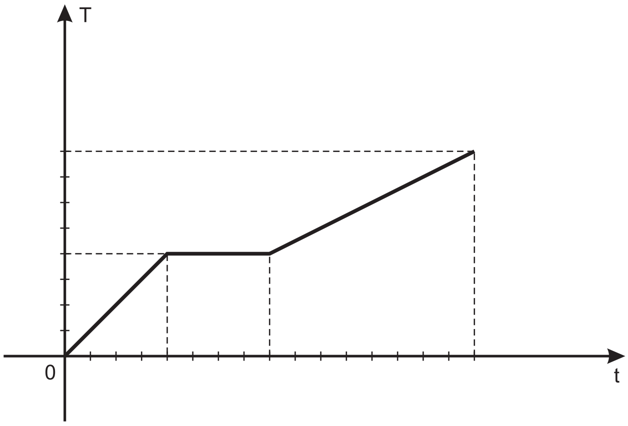
Determine quanto tempo antes do horário habitual a pessoa chegou a C.

6. Dois automóveis percorrem uma pista circular, de raio 400m, partindo simultaneamente do mesmo ponto. Se a percorrerem no mesmo sentido, o primeiro encontro entre eles ocorre 240s após a partida. Se a percorrerem em sentidos opostos, o primeiro encontro ocorre 30s após a partida. Adotando $\pi = 3$ e admitindo que os automóveis realizam movimentos uniformes, é possível concluir que os módulos de suas velocidades escalares são:

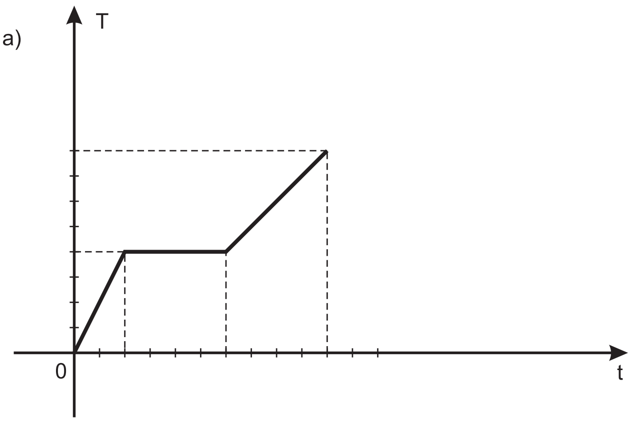
a) 162km/h e 180km/h b) 108km/h e 72km/h
c) 162km/h e 126km/h d) 210km/h e 150km/h
e) 96km/h e 74km/h

■ MÓDULOS 19 E 20

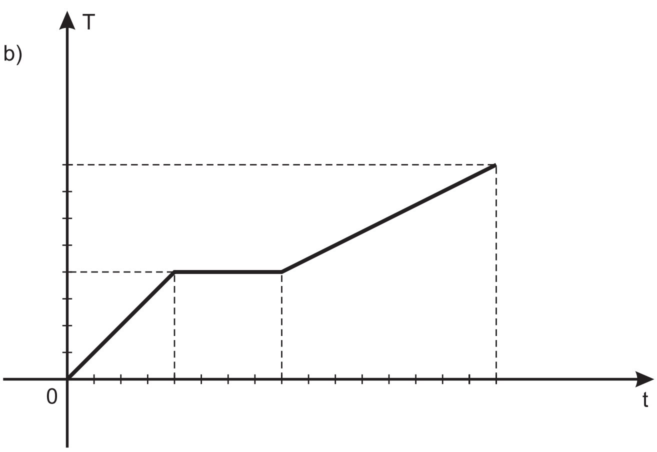
1. **(ITA)** – Numa garrafa térmica contendo um líquido, foi introduzido um aquecedor de imersão cuja resistência elétrica praticamente não varia com a temperatura. O aquecedor é ligado a uma fonte de tensão constante. O gráfico dado corresponde aproximadamente ao que se observa caso a garrafa térmica contenha 200 gramas do líquido. Escolha o gráfico (todos na mesma escala) que melhor representa o que se pode observar caso a garrafa térmica contenha só 100 gramas do líquido.
(Observação: a garrafa não é fechada com rolha.)
T = temperatura; t = tempo.



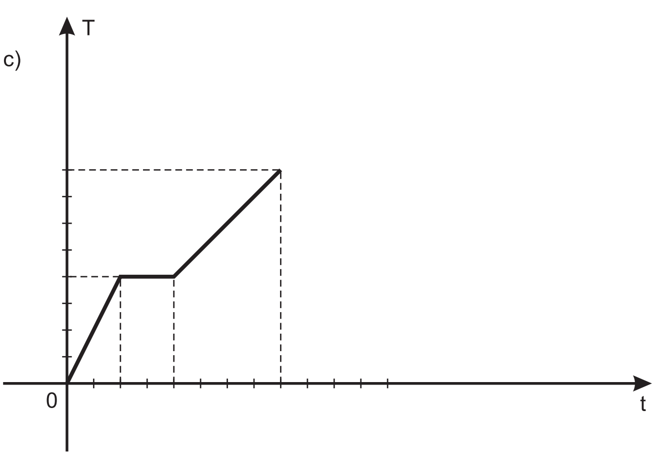
a)



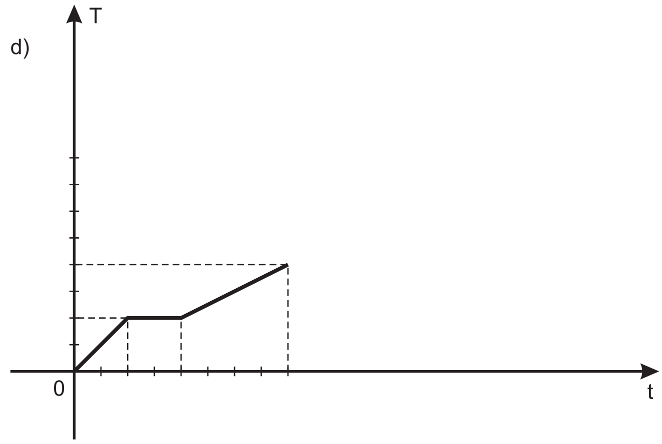
b)



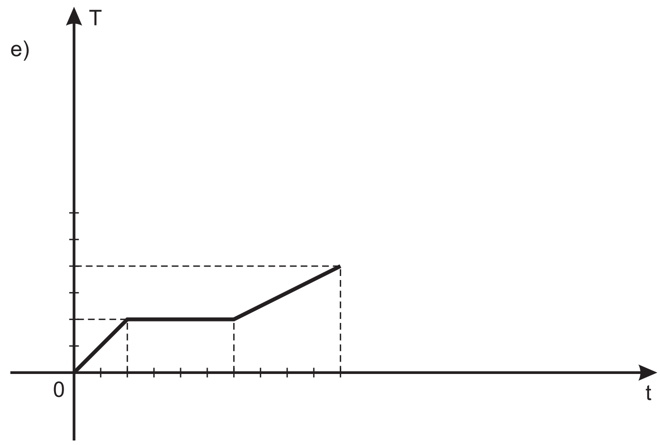
c)



d)



e)



2. Um calorímetro contém um bloco de gelo. Para aquecer o calorímetro e o bloco de gelo de 270K para 272K, é necessária uma quantidade de calor de 500 cal.
Para aquecer o calorímetro e o bloco de gelo de 272K a 274K, é necessária uma quantidade de calor de 16,6kcal.
Admita que o gelo está sob pressão atmosférica normal e que não há perda de calor para o ambiente.
Considere os seguintes dados:
(1) calor específico sensível do gelo: 0,50 cal/g°C
(2) calor específico latente de fusão do gelo: 80cal/g
(3) calor específico sensível da água: 1,0 cal/g°C
Determine a massa do bloco de gelo e a capacidade térmica do calorímetro.

3. Um bloco de gelo de massa 500g a 0°C é colocado num calorímetro de capacidade térmica 9,8 cal/°C, inicialmente a 0°C. Faz-se chegar então, a esse calorímetro, vapor de água a 100°C em quantidade suficiente para o equilíbrio térmico se dar a 50°C. Sendo L_F = 80cal/g o calor específico latente de fusão do gelo e L_C = –540 cal/g o calor específico latente de condensação do vapor a 100°C, calcule a massa de vapor introduzida no calorímetro.
Dado: $c_{água}$ = 1,0 cal/g°C.

4. **(UFPA)** – Para o fósforo, a temperatura de fusão é 44°C, o calor específico no estado líquido 0,2cal/g°C e o calor latente de fusão 5 cal/g. Uma certa massa de fósforo é mantida em sobrefusão a 30°C. Num certo instante verifica-se uma solidificação abrupta. Que fração do total de massa do fósforo se solidifica?

5. Um recipiente de capacidade térmica 50 cal/°C contém 400g de água a 20°C. Nele são injetados 50g de vapor de água a 120°C. Admitindo que não há perda de calor para o ambiente, qual a temperatura final de equilíbrio térmico, em °C?
Dados:
calor específico sensível da água = 1,0cal/g°C
calor específico sensível do vapor de água = 0,50cal/g°C
calor específico latente de vaporização de água = 540cal/g

6. Um vestibulando dispõe de termômetro, balança, gelo em fusão e água em ebulição sob pressão normal. Se esse estudante desejar 300g de água (calor específico sensível = = 1,0 cal/g°C) a 70°C, a massa de gelo (L_f = 80 cal/g → → calor específico latente de fusão) fundente e a massa de água em ebulição, que ele deve juntar no interior de um calorímetro ideal, devem ser, respectivamente, de
a) 50g e 250g b) 100g e 200g c) 120g e 180g
d) 180g e 120g e) 250g e 50g

7. **(ITA-2007)** – Um corpo indeformável em repouso é atingido por um projétil metálico com a velocidade de 300 m/s e a temperatura de 0°C. Sabe-se que, devido ao impacto, 1/3 da energia cinética é absorvida pelo corpo e o restante transforma-se em calor, fundindo parcialmente o projétil. O metal tem ponto de fusão t_f = 300°C, calor específico c = 0,02 cal/g°c e calor latente de fusão L_f = 6 cal/g. Considerando 1 cal ≅ 4 J, a fração x da massa total do projétil metálico que se funde é tal que
a) x < 0,25. b) x = 0,25. c) 0,25 < x < 0,5.
d) x = 0,5. e) x > 0,5.

resolução dos exercícios-tarefa

■ Módulos 17 e 18

1) (1) O tempo gasto pelo som do disparo da pistola para chegar ao espectador é dado por:

$$\Delta s = V_{som}\,\Delta t \text{ (MU)}$$

$$170 = 340\,T_s \Rightarrow \boxed{T_s = 0{,}5s}$$

(2) O tempo de movimento do atleta é dado por:

$$\Delta t = T_S - T_R$$

$$\Delta t = 0{,}5s - 0{,}2s \Rightarrow \boxed{\Delta t = 0{,}3s}$$

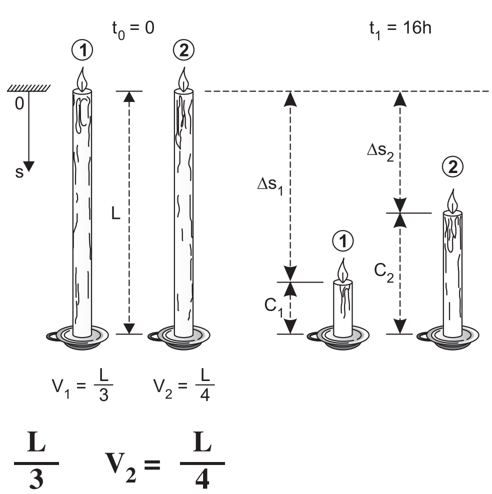
(3) A distância percorrida pelo atleta é dado por:

$$\Delta s = V_A\,\Delta t \text{ (MU)}$$

$$\Delta s = \frac{7{,}2}{3{,}6}\,.\,0{,}3\text{ (m)} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 0{,}6m}$$

Resposta: B

2)



$$V_1 = \frac{L}{3} \qquad V_2 = \frac{L}{4}$$

(I) $C_2 = 2C_1 \Rightarrow L - \Delta s_2 = 2(L - \Delta s_1)$

$$L - V_2\,\Delta t = 2L - 2V_1\,\Delta t$$

$$2\,\frac{L}{3}\,\Delta t - \frac{L}{4}\,\Delta t = L$$

$$\frac{8\,\Delta t - 3\Delta t}{12} = 1 \Rightarrow \Delta t = \frac{12}{5}\,h = 2{,}4h$$

Da qual: $\boxed{\Delta t = 2h24min}$

(II) $\Delta t = t_1 - t_0 \Rightarrow t_0 = t_1 - \Delta t \Rightarrow t_0 = 16h - 2h24min$

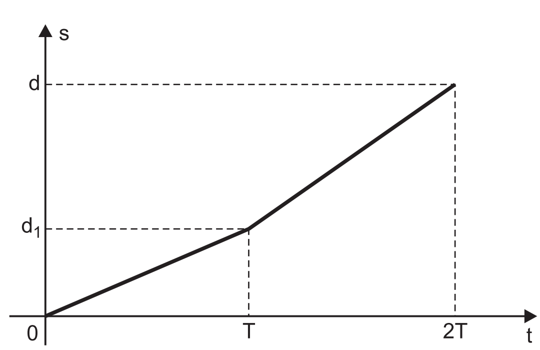
Da qual: $\boxed{t_0 = 13h36min}$

Resposta: 13h36min

3) a) $V_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{\Delta s_1 + \Delta s_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2}$

$$V_m = \frac{V_1 T + V_2 T}{2T} \Rightarrow \boxed{V_m = \frac{V_1 + V_2}{2}}$$

b)



c) $V_m = \dfrac{V_1 + V_2}{2} = \dfrac{d}{2T} \Rightarrow \boxed{T = \dfrac{d}{V_1 + V_2}}$

$$\boxed{d_1 = V_1\, T = \frac{V_1}{V_1 + V_2}\, d}$$

4) (1) Origem: posição inicial de A; orientação de A para C

$s = s_0 + Vt$ (MU)

$s_A = V_A\, t$

$s_B = 2d + 2{,}0t$

$s_C = 3d - 3{,}0t$

(2) Encontro de B com C

$s_B = s_C$

$2d + 2{,}0t_E = 3d - 3{,}0t_E$

$5{,}0t_E = d \quad \boxed{t_E = \dfrac{d}{5{,}0}}$

(3) Local de encontro

$s_E = 2d + 2{,}0 \cdot \dfrac{d}{5{,}0} = 2{,}4d$

(4) Móvel A: $s_E = 2{,}4d$

$t_E = d/5{,}0$

$2{,}4d = V_A \cdot \dfrac{d}{5{,}0} \Rightarrow \boxed{V_A = 12{,}0\text{m/s}}$

5) Tomemos como origem dos tempos o instante em que habitualmente a pessoa toma o carro (cidade B). Sendo d a distância entre as cidades C e B, o motorista parte de C no instante $-\dfrac{d}{V_C}$ e retorna, habitualmente, no instante $T_1 = \dfrac{d}{V_C}$.

Quando a pessoa chegou antes, ela começou a caminhar no instante $-T_0$ e encontrou o carro em um instante T.

O carro entre C e E gastou um tempo

$T - \left(-\dfrac{d}{V_C}\right) = T + \dfrac{d}{V_C}$

na ida e o mesmo valor na volta, portanto chegará a C no instante $T_2 = -\dfrac{d}{V_C} + 2\left(T + \dfrac{d}{V_C}\right) = 2T + \dfrac{d}{V_C}$

O intervalo de tempo pedido é $\Delta t = T_1 - T_2 = -2T$

Por outro lado: $d_1 + d_2 = d$

$V_P\,(T + T_0) + V_C\left(T + \dfrac{d}{V_C}\right) = d$

$V_P\, T + V_P\, T_0 + V_C\, T + d = d$

$T(V_P + V_C) = -V_P\, T_0 \Rightarrow T = -\dfrac{V_P\, T_0}{V_P + V_C}$

$$\boxed{\Delta t = \frac{2V_P\, T_0}{V_P + V_C}}$$

6) (1) Mesmo sentido:

$V_1 - V_2 = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{2\pi R}{\Delta t}$

$V_1 - V_2 = \dfrac{2 \cdot 3 \cdot 400}{240}$

$V_1 - V_2 = 10$ (I)

(2) Sentidos opostos:

$V_1 + V_2 = \dfrac{\Delta s}{\Delta t'} = \dfrac{2\pi R}{\Delta t'}$

$V_1 + V_2 = \dfrac{2 \cdot 3 \cdot 400}{30}$

$V_1 + V_2 = 80$ (II)

3) De I e II, vem:

$V_1 = 45$m/s (162km/h)

e

$V_2 = 35$m/s (126km/h)

Resposta: C

■ MÓDULOS 19 E 20

1) Resposta: C

2) (1) $Q_1 = (m\, c\, \Delta\theta_1)_{gelo} + (C \cdot \Delta\theta_1)_{calorímetro}$

$500 = m \cdot 0{,}50 \cdot 2 + C_{cal} \cdot 2$

$500 = m + 2C_{cal}$ (I)

(2) $Q_2 = (m\, c\, \Delta\theta_2)_{gelo} + (m\, L)_{fusão} + (m\, c\, \Delta\theta_2)_{água} + (C\, \Delta\theta)_{cal}$

$16600 = m \cdot 0{,}50 \cdot 1 + m \cdot 80 + m \cdot 1{,}0 \cdot 1 + C_{cal} \cdot 2$

$16600 = 81{,}5m + 2C_{cal}$ (II)

(3) De (II) – (I), vem:
$16\,100 = 80{,}5m$

$\boxed{m = 200g}$

(4) Substituindo em I, temos: $500 = 200 + 2C_{cal}$

$\boxed{C_{cal} = 150cal/°C}$

Respostas: 200g 150cal/°C

3) (1) Vapor transformando-se em água a 50°C:

$Q_1 = m\,L$

$Q_1 = m\,.\,(-540) = -540m$

$Q_2 = m\,c\,\Delta\theta$

$Q_2 = m\,.\,1{,}0\,.\,(50 - 100) = -50m$

(2) Gelo transformando-se em água a 50°C:

$Q_3 = m\,L$

$Q_3 = 500\,.\,80 = 40\,000cal$

$Q_4 = m\,c\,\Delta\theta$

$Q_4 = 500\,.\,1{,}0\,.\,(50 - 0) = 25\,000\ cal$

(3) Aquecimento do calorímetro:

$Q_5 = C\,.\,\Delta\theta$

$Q_5 = 9{,}8\,(50 - 0) = 490\ cal$

(4) No equilíbrio térmico, temos:

$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 = 0$

$-540m - 50m + 40\,000 + 25\,000 + 490 = 0$

$590m = 65\,490$

$\boxed{m = 111g}$

Resposta: 111g

4) $Q_{solidif} = Q_{Líq}$

$m_S\,L_S = m\,c_{Líq}\,.\,\Delta\theta$

$m_S\,.\,5 = m\,.\,0{,}2\,.\,(44 - 30)$

$\boxed{m_S = 0{,}56m}$

Resposta: 56%

5) $Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$

$[(m\,c\,\Delta\theta) + (m\,L)]_{vapor} + (m\,c\,\Delta\theta)_{água\ do\ vapor} +$

$+ (m\,c\,\Delta\theta)_{água} + (C\,\Delta\theta)_{recipiente} = 0$

$50\,.\,0{,}50\,(100 - 120) + 50\,.\,(-540) + 50\,.\,1{,}0\,.\,(\theta_f - 100) +$

$+ 400\,.\,1{,}0\,.\,(\theta_f - 20) + 50\,.\,(\theta_f - 20) = 0$

$-500 - 27000 + 50\theta_f - 5000 + 400\,\theta_f - 8000 +$

$+ 50\theta_f - 1000 = 0$

$500\,\theta_f = 41500$

$\boxed{\theta_f = 83°C}$

Resposta: 83°C

6) $Q_{cedido} + Q_{recebido} = 0$

$m_V c\Delta\theta + m_g L_F + m_g c\Delta\theta = 0$

$m_V\,.\,1{,}0\,(70 - 100) + m_g\,.\,80 + m_g\,.\,1{,}0\,.\,(70 - 0) = 0$

$-30\,m_V + 80m_g + 70m_g = 0$

$150m_g = 30m_V$

$m_V = 5m_g$

Como:

$m_V + m_g = 300$

então:

$5m_g + m_g = 300$

$6m_g = 300$

$\boxed{m_g = 50g}$

$m_V = 300 - 50$

$\boxed{m_V = 250g}$

Resposta: A

7) (1) Cálculo da energia cinética inicial do projétil:

$$E_{c_i} = \frac{m\,V_0^2}{2} = \frac{m\,(300)^2}{2}\ (J)$$

Observe que a massa m do projétil está em kg.

(2) Calor absorvido pelo projétil:

$$Q = \frac{2}{3}\,E_{c_i} = \frac{2}{3}\,.\,\frac{m\,(300)^2}{2}\,.\,\frac{1}{4}\ (cal)$$

$Q = 7500m\ (cal)$

(3) Essa energia foi absorvida pelo projétil provocando seu aquecimento e fusão parcial. Assim:

$Q = mc\Delta\theta + m'L_F$

$7500m = m\,.\,10^3\,.\,0{,}02\,.\,(300 - 0) + m'\,.\,10^3\,.\,6$

$7500m = 6000m + 6000m'$

$1500m = 6000m'$

A fração pedida é obtida por:

$$x = \frac{m'}{m} = \frac{1500}{6000} = 0{,}25 \Rightarrow \boxed{x = 0{,}25}$$

Resposta: B