

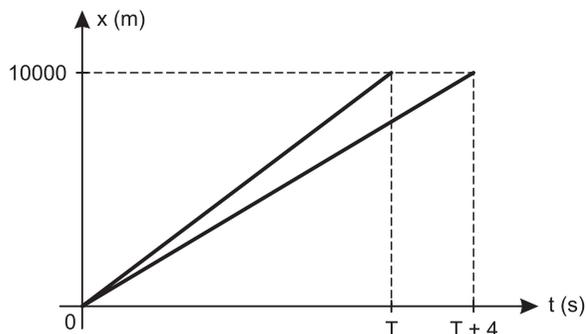




## MÓDULO 17

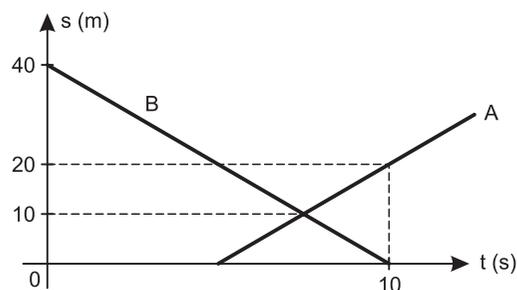
## Cinemática IV

1. Suponha que numa olimpíada as posições ( $x$ ) dos ganhadores das medalhas de ouro e prata, na corrida de 10000m, 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.

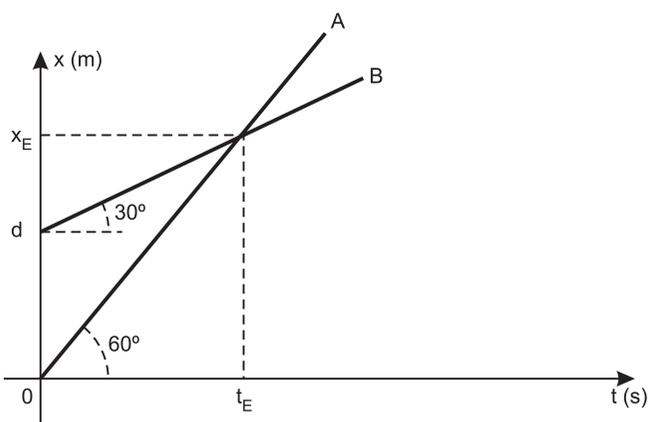
2. (AFA-2009) – O diagrama abaixo representa as posições de dois corpos A e B em função do tempo.



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

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).



- Demonstre que  $t_E = d \operatorname{sen} 60^\circ$ .
- Para  $d = 2,0$ , calcule o valor de  $x_E$ .

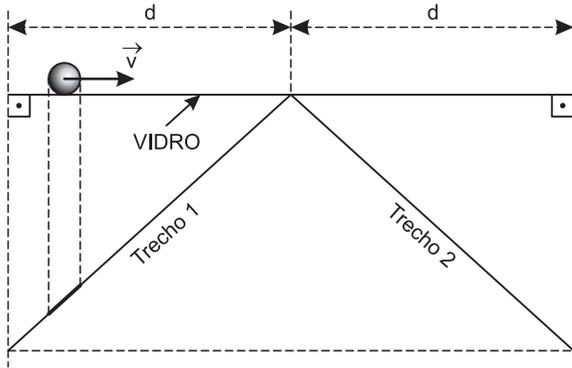
4. (UFC-2010) – Duas pessoas pegam simultaneamente escadas rolantes, paralelas, de mesmo comprimento  $\ell$ , em uma loja, sendo que uma delas desce e a outra sobe. A escada que desce tem velocidade  $V_A = 1 \text{ m/s}$  e a que sobe é  $V_B$ . Considere o tempo de descida da escada igual a 12s. Sabendo-se que as pessoas se cruzam a  $1/3$  do caminho percorrido pela pessoa que sobe, determine:

- a velocidade  $V_B$  da escada que sobe.
- o comprimento das escadas.
- a razão entre os tempos gastos na descida e na subida das pessoas.

# MÓDULO 18

## Cinemática IV

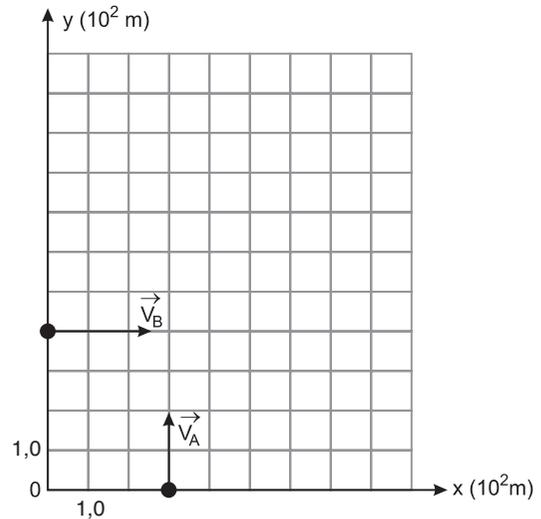
1. (AFA-2009) – Uma bola rola com velocidade  $\vec{V}$ , constante, sobre uma superfície de vidro plana e horizontal, descrevendo uma trajetória retilínea. Enquanto a bola se desloca, a sua sombra percorre os planos representados pelos trechos 1 e 2 da figura abaixo, com velocidades escalares médias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

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?

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.

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

## MÓDULO 19

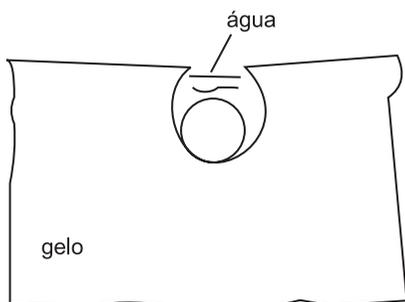
### Termologia III

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  $L_v = 540 \text{ cal/g}$  ;  
calor específico da água  $c = 1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$  ; 1 caloria = 4,2 joules

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

- a)  $8,9 \text{ cm}^3$     b)  $3,9 \text{ cm}^3$     c)  $39,0 \text{ cm}^3$   
d)  $8,5 \text{ cm}^3$     e)  $7,4 \text{ cm}^3$



3. (ITA-2005) – Inicialmente  $48 \text{ g}$  de gelo a  $0^\circ\text{C}$  são colocados num calorímetro de alumínio de  $2,0 \text{ g}$ , também a  $0^\circ\text{C}$ . Em seguida,  $75 \text{ g}$  de água a  $80^\circ\text{C}$  são despejados dentro desse recipiente. Calcule a temperatura final do conjunto.

Dados: calor latente do gelo  $L_g = 80 \text{ cal/g}$ ,  
calor específico da água  $c_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ,  
calor específico do alumínio  $c_{\text{Al}} = 0,22 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

4. (ITA-96) – Num dia de calor, em que a temperatura ambiente era de  $30^{\circ}\text{C}$ , João pegou um copo com volume de  $200\text{cm}^3$  de refrigerante à temperatura ambiente e mergulhou nele dois cubos de gelo, de massa  $15\text{g}$  cada um. Se o gelo estava à temperatura de  $-4^{\circ}\text{C}$  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

$$c_g = 0,5\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C}$$

calor específico latente de fusão do gelo:

$$L = 80\text{ kcal/kg}$$

- a)  $16^{\circ}\text{C}$             b)  $25^{\circ}\text{C}$             c)  $0^{\circ}\text{C}$   
d)  $12^{\circ}\text{C}$             e)  $20^{\circ}\text{C}$

## MÓDULO 20

### Termologia III

1. (ITA) – Um bloco de gelo de massa  $3,0\text{kg}$ , que está a uma temperatura de  $-10,0^{\circ}\text{C}$ , é colocado em um calorímetro (recipiente isolado de capacidade térmica desprezível) contendo  $5,0\text{kg}$  de água à temperatura de  $40,0^{\circ}\text{C}$ . Qual a quantidade de gelo que sobra sem se derreter?

Dados:

calor específico sensível do gelo:  $c_g = 0,5\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C}$

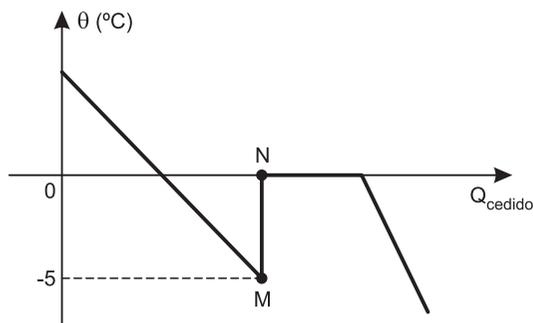
calor específico latente de fusão do gelo:  $L = 80\text{ kcal/kg}$

calor específico sensível da água:  $c_a = 1,0\text{kcal/kg}^{\circ}\text{C}$

2. (FUVEST) – Quando água pura é cuidadosamente resfriada, nas condições normais de pressão, pode permanecer no estado líquido até temperaturas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ , 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  $0^{\circ}\text{C}$ . O calor latente de fusão da água é  $L = 80\text{ cal/g}$ . Considerando-se um recipiente termicamente isolado e de capacidade térmica desprezível, contendo um litro de água a  $-5,6^{\circ}\text{C}$ , à pressão normal, determine:

- a) A quantidade, em g, de gelo formada, quando o sistema é perturbado e atinge uma situação de equilíbrio a  $0^{\circ}\text{C}$ .  
b) A temperatura final de equilíbrio do sistema e a quantidade de gelo existente (considerando-se o sistema inicial no estado de “superfusão” a  $-5,6^{\circ}\text{C}$ ), ao colocar-se, no recipiente, um bloco metálico de capacidade térmica  $C = 400\text{cal}^{\circ}\text{C}$ , na temperatura de  $91^{\circ}\text{C}$ .

3. (AFA-2010) – A água, em condições normais, solidifica-se a  $0^{\circ}\text{C}$ . 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,  $80 \text{ cal/g}$  e  $1,0 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ , a massa de água, em gramas, que se solidifica no trecho MN é

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

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  $0,64 \text{ cm}^3$  na mistura. No mesmo tempo, a contração teria sido  $0,42 \text{ cm}^3$  sem a presença do animal.

- a) Determine a quantidade de calor que a mistura recebe do animal no intervalo de tempo considerado, sendo dados  $d_{\text{GELO}} = 0,92 \text{ g/cm}^3$ ,  $d_{\text{ÁGUA}} = 1,0 \text{ g/cm}^3$  e  $L_F = 80 \text{ cal/g}$ .
- b) Admitamos que o referido tempo seja o necessário para que o animal, inicialmente a  $30^{\circ}\text{C}$ , 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.

## exercícios-tarefa

### ■ 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

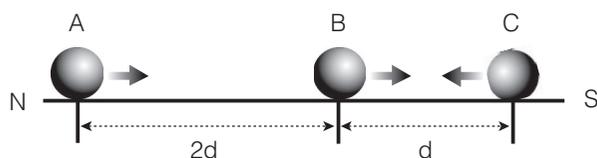
a) 0,5m      b) 0,6m      c) 0,7m      d) 0,8m

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 permanece constante e com módulo  $V_1$  e, na segunda metade de tempo, a velocidade permanece 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  $-3,0$ m/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  $T_0$  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  $V_C$ .

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  $V_P$  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:

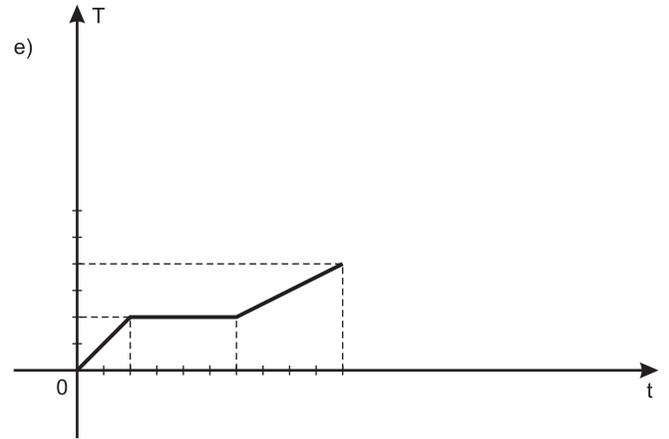
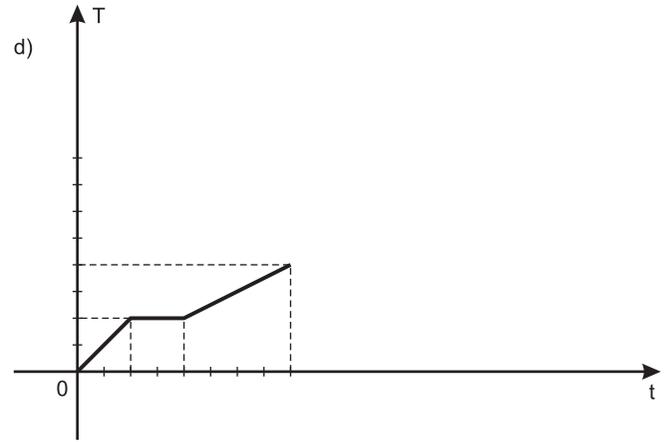
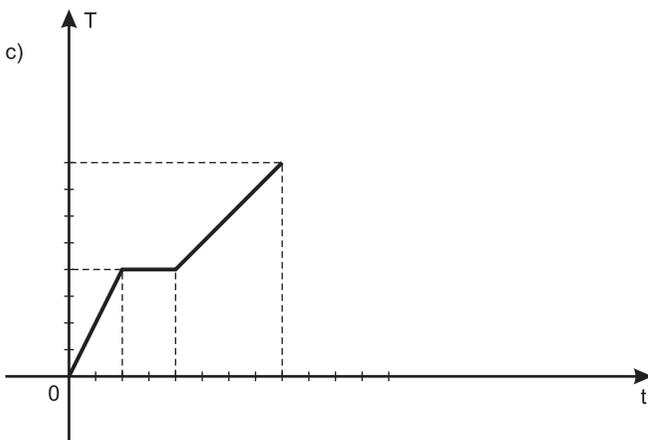
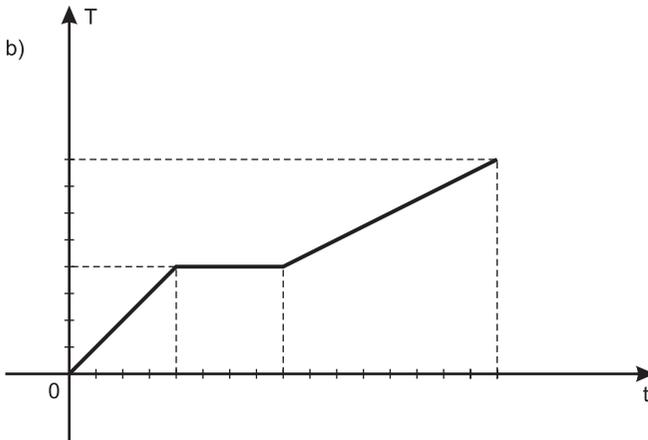
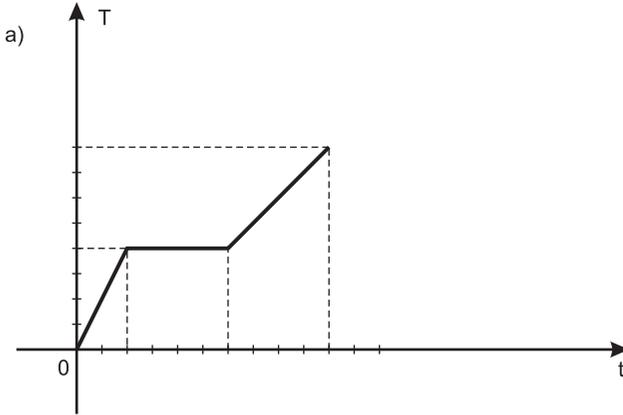
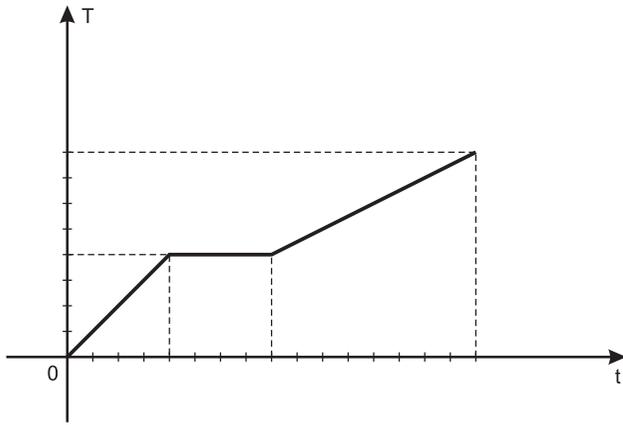
- a) 162km/h e 180km/h      b) 108km/h e 72km/h  
c) 162km/h e 126km/h      d) 210km/h e 150km/h  
e) 96km/h e 74km/h

### ■ 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.



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:  $0,50 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
- (2) calor específico latente de fusão do gelo:  $80 \text{ cal/g}$
- (3) calor específico sensível da água:  $1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

Determine a massa do bloco de gelo e a capacidade térmica do calorímetro.

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

Dado:  $c_{\text{água}} = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ .

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

5. Um recipiente de capacidade térmica  $50\text{ cal}^{\circ}\text{C}$  contém  $400\text{g}$  de água a  $20^{\circ}\text{C}$ . Nele são injetados  $50\text{g}$  de vapor de água a  $120^{\circ}\text{C}$ . Admitindo que não há perda de calor para o ambiente, qual a temperatura final de equilíbrio térmico, em  $^{\circ}\text{C}$ ?

Dados:

calor específico sensível da água =  $1,0\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$

calor específico sensível do vapor de água =  $0,50\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$

calor específico latente de vaporização de água =  $540\text{cal/g}$

6. Um vestibulando dispõe de termômetro, balança, gelo em fusão e água em ebulição sob pressão normal. Se esse

estudante desejar  $300\text{g}$  de água (calor específico sensível =  $1,0\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ ) a  $70^{\circ}\text{C}$ , a massa de gelo ( $L_f = 80\text{ cal/g} \rightarrow$  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)  $50\text{g}$  e  $250\text{g}$     b)  $100\text{g}$  e  $200\text{g}$     c)  $120\text{g}$  e  $180\text{g}$   
 d)  $180\text{g}$  e  $120\text{g}$     e)  $250\text{g}$  e  $50\text{g}$

7. (ITA-2007) – Um corpo indeformável em repouso é atingido por um projétil metálico com a velocidade de  $300\text{ m/s}$  e a temperatura de  $0^{\circ}\text{C}$ . 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  $t_f = 300^{\circ}\text{C}$ , calor específico  $c = 0,02\text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$  e calor latente de fusão  $L_f = 6\text{ cal/g}$ . Considerando  $1\text{ cal} \approx 4\text{ J}$ , 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:

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

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

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

$$\Delta t = T_S - T_R$$

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

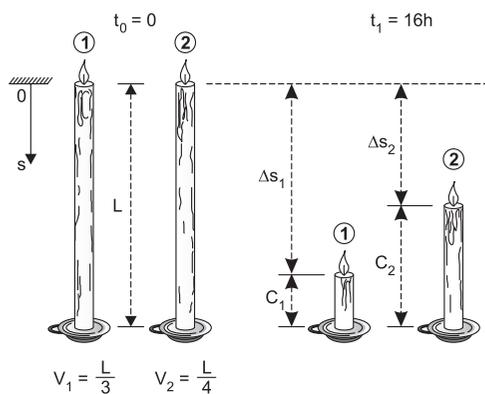
(3) A distância percorrida pelo atleta é dado por:

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

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

Resposta: B

2)



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

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

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

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

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

Da qual:  $\Delta t = 2\text{h}24\text{min}$

$$(II) \Delta t = t_1 - t_0 \Rightarrow t_0 = t_1 - \Delta t \Rightarrow t_0 = 16\text{h} - 2\text{h}24\text{min}$$

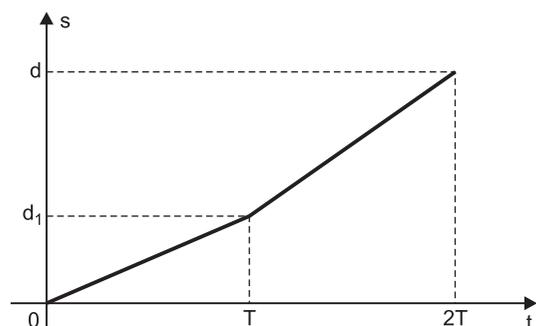
Da qual:  $t_0 = 13\text{h}36\text{min}$

Resposta: 13h36min

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

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

b)



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

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

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

$$s = s_0 + Vt \text{ (MU)}$$

$$s_A = V_A t$$

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

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

(2) Encontro de B com C

$$s_B = s_C$$

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

$$5,0t_E = d \quad t_E = \frac{d}{5,0}$$

(3) Local de encontro

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

(4) Móvel A:  $s_E = 2,4d$

$$t_E = d/5,0$$

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

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  $-\frac{d}{V_C}$  e retorna, habitualmente,

no instante  $T_1 = \frac{d}{V_C}$ .

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

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

na ida e o mesmo valor na volta, portanto chegará a C

$$\text{no instante } T_2 = -\frac{d}{V_C} + 2\left(T + \frac{d}{V_C}\right) = 2T + \frac{d}{V_C}$$

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

Por outro lado:  $d_1 + d_2 = d$

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

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

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

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

6) (1) Mesmo sentido:

$$V_1 - V_2 = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{2 \cdot 3 \cdot 400 \frac{\Delta t}{240}}$$

$$V_1 - V_2 = \frac{240}{240}$$

$$V_1 - V_2 = 10 \text{ (I)}$$

(2) Sentidos opostos:

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

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

$$V_1 + V_2 = 80 \text{ (II)}$$

3) De I e II, vem:

$$V_1 = 45\text{m/s (162km/h)}$$

e

$$V_2 = 35\text{m/s (126km/h)}$$

Resposta: C

## ■ MÓDULOS 19 E 20

1) Resposta: C

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

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

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

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

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

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

(3) De (II) – (I), vem:

$$16\,100 = 80,5m$$

$$m = 200g$$

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

$$C_{cal} = 150cal/^{\circ}C$$

Respostas: 200g      150cal/^{\circ}C

3) (1) Vapor transformando-se em água a 50^{\circ}C:

$$Q_1 = m L$$

$$Q_1 = m \cdot (-540) = -540m$$

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

$$Q_2 = m \cdot 1,0 \cdot (50 - 100) = -50m$$

(2) Gelo transformando-se em água a 50^{\circ}C:

$$Q_3 = m L$$

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

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

$$Q_4 = 500 \cdot 1,0 \cdot (50 - 0) = 25\,000\,cal$$

(3) Aquecimento do calorímetro:

$$Q_5 = C \cdot \Delta\theta$$

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

(4) No equilíbrio térmico, temos:

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

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

$$590m = 65\,490$$

$$m = 111g$$

Resposta: 111g

4)  $Q_{solidif} = Q_{Liq}$

$$m_S L_S = m c_{Liq} \cdot \Delta\theta$$

$$m_S \cdot 5 = m \cdot 0,2 \cdot (44 - 30)$$

$$m_S = 0,56m$$

Resposta: 56%

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

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

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

$$50 \cdot 0,50 (100 - 120) + 50 \cdot (-540) + 50 \cdot 1,0 \cdot (\theta_f - 100) +$$

$$+ 400 \cdot 1,0 \cdot (\theta_f - 20) + 50 \cdot (\theta_f - 20) = 0$$

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

$$+ 50\theta_f - 1000 = 0$$

$$500 \theta_f = 41500$$

$$\theta_f = 83^{\circ}C$$

Resposta: 83^{\circ}C

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

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

$$m_V \cdot 1,0 (70 - 100) + m_g \cdot 80 + m_g \cdot 1,0 \cdot (70 - 0) = 0$$

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

$$150 m_g = 30 m_V$$

$$m_V = 5 m_g$$

Como:

$$m_V + m_g = 300$$

então:

$$5 m_g + m_g = 300$$

$$6 m_g = 300$$

$$m_g = 50g$$

$$m_V = 300 - 50$$

$$m_V = 250g$$

Resposta: A

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

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

Observe que a massa  $m$  do projétil está em kg.

(2) Calor absorvido pelo projétil:

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

$$Q = 7500m \text{ (cal)}$$

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

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

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

$$7500m = 6000m + 6000m'$$

$$1500m = 6000m'$$

A fração pedida é obtida por:

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

Resposta: B