

CADERNO 1 – CURSO D/E

FRENTE 1 – CINEMÁTICA

■ Módulo 1 – Fundamentos da Cinemática

- 1) No estudo da Cinemática, não aparece o conceito de massa.

CINEMÁTICA = GEOMETRIA + TEMPO

Resposta: E

- 2) I) Verdadeira.
 II) Falsa. O conceito de *ponto material* compara o tamanho do corpo com as distâncias envolvidas no movimento estudado; não tem nada que ver com a massa do corpo.
 III) Falsa. A distância percorrida pelo trem para atravessar o túnel é a soma dos comprimentos do trem e do túnel (5L), e, portanto, é relevante o tamanho do trem.
 IV) Verdadeira. O comprimento do trem é desprezível em comparação com a distância percorrida (400km).
 V) Verdadeira. Não existe rotação de ponto material.

- 3) Para um referencial fixo no solo terrestre, o poste está em repouso e a garota está a 100km/h.
 Para um referencial fixo no carro, o poste está em movimento a 100km/h e a garota está em repouso.
 Os conceitos de repouso e movimento são relativos e dependem do referencial adotado.

- 4) a) repouso – movimento
 b) repouso – movimento
 c) movimento
- 5) Os conceitos de repouso e movimento são relativos, isto é, dependem do referencial adotado. Para o referencial fixo no ônibus (Heloísa), o passageiro está em repouso.
 Para o referencial fixo na superfície terrestre (Abelardo), o passageiro está em movimento.

- 6) I) Correta. A e C estão-se aproximando.
 II) Correta. C e B estão-se aproximando.
 III) Falsa. Como A e B têm velocidades iguais e no mesmo sentido, a distância entre elas permanece constante, e A está parada em relação a B.

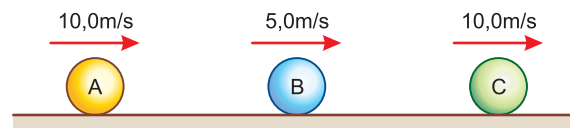
Resposta: B

- 7) I) Verdadeira. Se A estiver parada em relação a B, é porque A e B têm a mesma velocidade em relação ao solo terrestre, e, portanto, B também está parada em relação a A.
 II) Verdadeira. Se B está em movimento em relação a C, então $V_B \neq V_C$ e C estará em movimento em relação a B.
 III) Verdadeira. Para o conceito de repouso, vale a propriedade transitiva.

$$\left. \begin{matrix} V_A = V_B \\ V_C = V_B \end{matrix} \right\} \Rightarrow V_A = V_C$$

- IV) Falsa. Para o conceito de movimento, não vale a propriedade transitiva.

Exemplo:



A está em movimento em relação a B.

B está em movimento em relação a C.

A está em repouso em relação a C.

Resposta: B

- 8) I) Verdadeira.
 II) Falsa. Para haver movimento, basta que pelo menos uma coordenada cartesiana esteja variando.
 III) Verdadeira.
 IV) Verdadeira.
- 9) Para um referencial no solo terrestre, o carro e dona Gertrudes estão em movimento com velocidade de 100km/h e o poste está em repouso.
 Para um referencial no carro, dona Gertrudes está em repouso e o poste está em movimento a 100km/h.
 Repouso e movimento são conceitos relativos que dependem do referencial adotado.
 Resposta: D
- 10) I. Falsa. Trajetória é sinônimo de caminho, e não podemos definir um conceito usando um sinônimo.
 II. Verdadeira.
 III. Falsa. A trajetória depende do referencial.
 IV. Verdadeira. O ponto material em repouso ocupa uma única posição no espaço.

- 11) Para um referencial fixo no carro ou fixo no helicóptero, a bolinha tem como trajetória um segmento de reta vertical.
 Para um referencial fixo na superfície terrestre, a trajetória da bolinha é parabólica.

Resposta: C

- 12) Se a resistência do ar fosse desprezível, a velocidade horizontal da bomba seria constante, e ela estaria sempre na mesma vertical do avião (opção b).
 Porém, como há resistência do ar, a velocidade horizontal da bomba é menor que a do avião, e ela vai ficando para trás em relação ao avião (opção c).

Resposta: C

- 13) 1) Em relação ao trem, a bolinha terá apenas a queda livre vertical, pois sua velocidade horizontal é igual à do trem.
 2) Em relação à estação, a bolinha terá dois movimentos simultâneos:

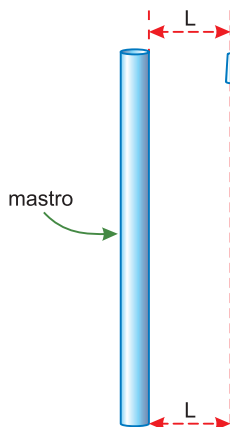
- queda vertical pela ação da gravidade;
 - movimento horizontal com a mesma velocidade do trem.
- A superposição destes dois movimentos origina uma trajetória parabólica.

Resposta: C

■ Módulo 2 – Equação Horária dos Espaços e Velocidade Escalar Média

- Verdadeira. É a própria definição de espaço.
 - Falsa. Distância entre dois pontos é medida sempre em linha reta.
 - Falsa. Espaço é indicador de posição e não de distância percorrida.
 - Falsa. Espaço é grandeza algébrica (pode ser negativo).
- Resposta: A

- Verdadeira. Toda função do 2.º grau tem como gráfico uma parábola.
 - Falsa. A função $s = f(t)$ não indica a trajetória da partícula, que está indeterminada.
 - Verdadeira. Para $t = 3,0 \text{ s} \Rightarrow s = 2,0 (3,0)^2 - 18,0 = 0$
 - Falsa. Para $t = 0$, temos $s = s_0 = -18,0 \text{ m}$
- Quando a luneta é abandonada, ela tem uma velocidade horizontal V_0 igual à do navio, que é mantida por inércia.



Para um referencial no navio, a luneta cai verticalmente e mantém uma distância L constante do mastro vertical.

Resposta: E

- $t_1 = 0$
 $s_1 = 0$
 $t_2 = 10,0 \text{ s}$
 $s_2 = 200 \text{ m}$

- A trajetória não está determinada; a equação horária não tem nada que ver com a trajetória.
- $t = 0 \Rightarrow s = 0$: o carro está na origem dos espaços.

- Toda vez que o espaço for múltiplo de c :
 $s = 0 \dots\dots\dots t_0 = 0$
 $s = c = 200 \text{ m} \dots\dots\dots t_1 = 10,0 \text{ s (1 volta)}$
 $s = 2c = 400 \text{ m} \dots\dots\dots t_2 = 20,0 \text{ s (2 voltas)}$
 \vdots
 $s = nc = n \cdot 400 \text{ m} \dots\dots\dots t_n = n \cdot 10,0 \text{ s (n voltas)}$

- Verdadeira. O gráfico é parabólico porque a função $s = f(t)$ é do 2.º grau.
 - Falsa. A equação horária dos espaços não tem nada que ver com a trajetória descrita.
 - Falsa. Para $t = 0 \Rightarrow s = s_0 = -16,0 \text{ m}$
 - Verdadeira. Para $t = 4,0 \text{ s}$, temos $s = 0$
 - Verdadeira. O comprimento da circunferência C é dado por: $C = 2\pi R = 2 \cdot 3 \cdot 8,0 \text{ (m)} = 48,0 \text{ m}$. Isto significa que a bicicleta passará pela origem quando o espaço for igual a zero ou $48,0 \text{ m}$ ou $96,0 \text{ m}$ ou, genericamente, $n \cdot 48,0 \text{ m}$, com n inteiro positivo. Para $t_1 = 8,0 \text{ s}$, temos:
 $s_1 = 1,0 \cdot 64,0 - 16,0 \text{ (m)} \Rightarrow s_1 = 48,0 \text{ m}$, e a bicicleta estará passando pela origem dos espaços.
- Resposta: 25

- $s = k t^2 \Rightarrow \frac{C}{4} = k T^2 \Rightarrow k = \frac{C}{4T^2}$
 - $t = T \dots\dots s_1 = \frac{C}{4}$
 $t = 2T \dots\dots s_2 = 4s_1 = C$ (posição A)
 - $t = T \dots\dots s_1 = \frac{C}{4}$
 $t = 3T \dots\dots s_3 = \frac{9C}{4} = 2C + \frac{C}{4}$ (posição B)
 - $t = T \dots\dots s_1 = \frac{C}{4}$
 $t = 4T \dots\dots s_4 = 16 \cdot \frac{C}{4} = 4C$ (posição A)

- Para o encontro: $s_A = s_B \Rightarrow t = t_1 = 10 \text{ s}$ e $t = t_2 = 20 \text{ s}$
 $\Delta t = t_2 - t_1 = 10 \text{ s}$

Resposta: B

- Leitura do gráfico:
 $x = 1500 \text{ km} \dots t_S = 3,0 \text{ min}$
 $x = 1500 \text{ km} \dots t_P = 5,0 \text{ min}$
 $\Delta t = t_P - t_S = 2,0 \text{ min}$
- Resposta: B
- Para $t_A = 2,0 \text{ h} \Leftrightarrow s_A = 60 \text{ km}$ (posição de Azambuja)
 - Dado: $s_G - s_A = 120 \text{ km}$
 $s_G = s_A + 120 \text{ km} = 60 \text{ km} + 120 \text{ km} = 180 \text{ km}$
 - Leitura do gráfico:
 $s_G = 120 \text{ km} \Leftrightarrow t_G = 5,0 \text{ h}$
 $\Delta t = t_G - t_A = 5,0 \text{ h} - 2,0 \text{ h}$
 $\Delta t = 3,0 \text{ h}$

Resposta: C

10) $x = 26,0 + 4,0t^2$ (SI)

$t_1 = 0 \Rightarrow x_1 = 26,0\text{m}$

$t_2 = 2,0\text{s} \Rightarrow x_2 = 26,0 + 4,0 \cdot (2,0)^2 \text{ (m)} = 42,0\text{m}$

$V_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{42,0 - 26,0}{2,0 - 0} \text{ (m/s)} = 8,0\text{m/s}$

Resposta: B

11) a) Na etapa de natação:

$V_{m1} = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} \Rightarrow 4,0 = \frac{6,0}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = 1,5\text{h}$

b) (1) Na etapa de corrida:

$V_{m2} = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} \Rightarrow 12,0 = \frac{6,0}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = 0,5\text{h}$

(2) Na prova toda:

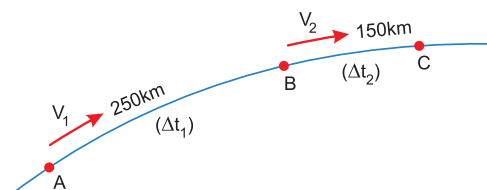
$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = 2,0\text{h}$

$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{12,0\text{km}}{2,0\text{h}} \Rightarrow V_m = 6,0\text{km/h}$

Respostas: a) 1,5h

b) 6,0km/h

12)



1) No trecho AB (250km), o tempo gasto Δt_1 é dado por:

$V_1 = \frac{AB}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{AB}{V_1} = \frac{250}{100} \text{ (h)} = 2,5\text{h}$

2) No trecho BC (150km), o tempo gasto Δt_2 é dado por:

$V_2 = \frac{BC}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{BC}{V_2} = \frac{150}{75} \text{ (h)} = 2,0\text{h}$

3) O tempo total do trajeto é dado por:

$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3$
 $\Delta t = 2,5\text{h} + 2,0\text{h} + 0,5\text{h}$
 $\Delta t = 5,0\text{h}$

4) A velocidade escalar média na viagem toda é dada por:

$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{400\text{km}}{5,0\text{h}} = V_m = 80\text{km/h}$

Resposta: C

13) A velocidade escalar média é dada por:

$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2\text{km}}{4\text{min}} = 0,5 \frac{\text{km}}{\text{min}}$

No trajeto total de 15km o tempo gasto, em movimento, será de:

$V_m = \frac{\Delta s_{\text{total}}}{\Delta t_m} \Rightarrow 0,5 = \frac{15}{\Delta t_m} \Rightarrow \Delta t_m = 30\text{min}$

Entre a partida da Estação Bosque e a chegada ao Terminal, o metrô para, durante 1 min, em 5 estações, e, portanto, o tempo total em que fica parado é $\Delta t_p = 5\text{min}$.

O tempo total incluindo as paradas será de:

$\Delta t_{\text{total}} = \Delta t_m + \Delta t_p = 30\text{min} + 5\text{min} \Rightarrow \Delta t_{\text{total}} = 35\text{min}$

Resposta: D

14) Nos 15min em que sua velocidade escalar média foi reduzida para 60km/h, o motorista percorreu uma distância d_1 dada por:

$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad 60 = \frac{d}{\frac{1}{4}} \Rightarrow d = 15\text{km}$

Se a velocidade escalar média fosse mantida em 90km/h, os 15km seriam percorridos em um intervalo de tempo T dado por:

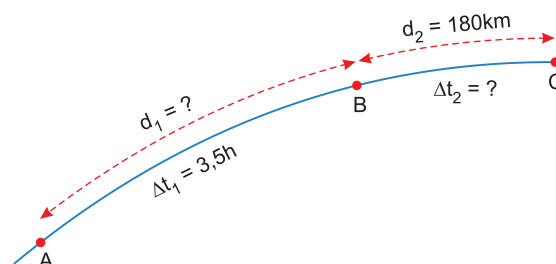
$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \quad 90 = \frac{15}{T} \quad T = \frac{1}{6} \text{ h} = 10\text{min}$

O tempo de viagem aumentará de um valor Δt dado por:

$\Delta t = 15\text{min} - 10\text{min} \Rightarrow \Delta t = 5\text{min}$

Resposta: A

15)



1) Cálculo de d_1 :

$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
 $80 = \frac{d_1}{3,5} \Rightarrow d_1 = 280\text{km}$

2) Cálculo de Δt_2 :

$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$
 $40 = \frac{180}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{180}{40} \text{ h} \Rightarrow \Delta t_2 = 4,5\text{h}$

3) O tempo total gasto é dado por:

$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_p$
 $\Delta t = 3,5 + 4,5 + 2,0 \text{ (h)} \Rightarrow \Delta t = 10,0\text{h}$

4) A velocidade escalar média no percurso total é dada por:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{280 + 180}{10,0} \left(\frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$$

$$V_m = 46 \text{ km/h}$$

Resposta: B

16) a) $V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{100}{\Delta t} \text{ (SI)}$

A maior velocidade escalar média corresponde a Δt mínimo.

$$V_{m(\text{máx})} = \frac{100}{4} \text{ (m/s)} = 25 \text{ m/s}$$

A menor velocidade escalar média corresponde a Δt máximo.

$$V_{m(\text{mín})} = \frac{100}{20} \text{ (m/s)} = 5 \text{ m/s}$$

b) Com a velocidade escalar média de 60 km/h, o tempo gasto para percorrer os 100 m seria dado por:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \frac{60}{3,6} = \frac{100}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{360}{60} \text{ (s)} = 6 \text{ s}$$

Somente os carros que fizerem o percurso em tempo menor que 6 s terão velocidade escalar média maior que 60 km/h.

No caso, serão os veículos 2º e 7º.

Respostas: a) 25 m/s e 5 m/s b) 2º e 7º

17) 1) Cálculo do tempo gasto em cada trecho:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta s}{V_m}$$

$$\Delta t_1 = \frac{d}{V} \text{ e } \Delta t_2 = \frac{2d}{2V} = \frac{d}{V}$$

2) O tempo total entre A e C é dado por:

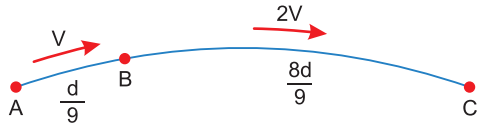
$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{2d}{V}$$

3) A velocidade escalar média entre A e C é dada por:

$$V_{AC} = \frac{AC}{\Delta t} = 3d \cdot \frac{V}{2d} \Rightarrow V_{AC} = \frac{3}{2} V$$

Resposta: C

18)



Trecho AB: $V = \frac{d/9}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{d}{9V}$

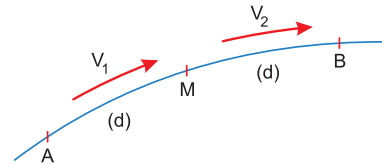
Trecho BC: $2V = \frac{8d/9}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{8d}{18V}$

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{d}{9V} + \frac{8d}{18V} = \frac{2d + 8d}{18V} = \frac{10d}{18V}$$

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = d \cdot \frac{18V}{10d} \Rightarrow V_m = \frac{9}{5} V$$

Resposta: A

19) 1) Antônio



AM: $\Delta t_1 = \frac{d}{V_1}$ MB: $\Delta t_2 = \frac{d}{V_2}$

AB: $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{d}{V_1} + \frac{d}{V_2} = \frac{d(V_2 + V_1)}{V_1 V_2}$

$$V_m = \frac{2d}{\Delta t} = 2d \cdot \frac{V_1 V_2}{d(V_2 + V_1)}$$

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

$$V_m = \frac{2 \cdot 4 \cdot 6}{10} \text{ (km/h)}$$

$$V_m = 4,8 \text{ km/h}$$

2) Bernardo

$$V_m = \frac{\Delta s_1 + \Delta s_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{V_1 T + V_2 T}{2T}$$

$$V_m = \frac{V_1 + V_2}{2} = 5 \text{ km/h}$$

Portanto:

$$V_m(\text{Antônio}) < V_m(\text{Bernardo}) = V_m(\text{Carlos})$$

$$\Delta t_{(\text{Antônio})} > \Delta t_{(\text{Bernardo})} = \Delta t_{(\text{Carlos})}$$

Resposta: D

20) A distância percorrida entre dois pontos da linha do Equador, diametralmente opostos, corresponde à metade da circunferência terrestre:

$$\Delta s = \frac{2\pi R}{2} = 3 \cdot 6400 \text{ km} \approx 19 \text{ 200 km}$$

Sendo $V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$, vem:

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{V_m} = \frac{19 \text{ 200}}{800} \text{ (h)} \Rightarrow \Delta t = 24 \text{ h}$$

Resposta: C

■ Módulo 3 – Velocidade Escalar Instantânea e Aceleração Escalar

- 1) Nenhuma partícula pode atingir a velocidade da luz no vácuo, que vale $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$.

Resposta: A

- 2) $v = 5,0 - 2,0t$ (SI)

Para $t_1 = 4,0\text{s}$, temos:

$$v_1 = 5,0 - 2,0 \cdot 4,0 \text{ (m/s)} \Rightarrow v_1 = 5,0 - 8,0 \text{ (m/s)}$$

$$v_1 = -3,0 \text{ m/s}$$

Portanto: $|v_1| = 3,0 \text{ m/s}$.

O sinal (-) indica que a velocidade no instante $t_1 = 4,0\text{s}$ tem sentido oposto ao da velocidade inicial ($v_0 = 5,0 \text{ m/s}$).

Resposta: D

- 3) A velocidade escalar se anula no ponto de inversão do movimento, que corresponde ao vértice da parábola (instante $t = 3\text{s}$).

Resposta: C

- 4) Para haver inversão no sentido do movimento, a velocidade escalar deve trocar de sinal, o que ocorre a partir dos instantes t_3 e t_5 .

Resposta: C

- 5) a) $s = 2,0t^2 - 18,0$ (SI)

$$2,0t_1^2 - 18,0 = 0 \Rightarrow t_1 = 3,0\text{s}$$

$$b) V = \frac{ds}{dt} = 4,0t \text{ (SI)}$$

$$t_1 = 3,0\text{s} \Rightarrow V_1 = 12,0 \text{ m/s}$$

Respostas: a) 3,0s

b) 12,0m/s

- 6) $V = \frac{ds}{dt} = 2,0t$ (SI)

$$t_1 = 6,0\text{s} \Rightarrow V_1 = 2,0 \cdot 6,0 \text{ m/s} \Rightarrow V_1 = 12,0 \text{ m/s}$$

Resposta: A

- 7) Enquanto a velocidade escalar se mantiver positiva, o móvel estará afastando-se do ponto P.

A distância máxima acontece no instante $t = 3,0\text{s}$ (ponto de inversão).

Resposta: C

- 8) $V_8 = \tan \theta = \frac{40,0}{2,0} \text{ (m/s)} \Rightarrow V_8 = 20,0 \text{ m/s}$

Resposta: B

- 9) a) Para $s = 50\text{m}$, temos:

$$50 = 0,5 T^2$$

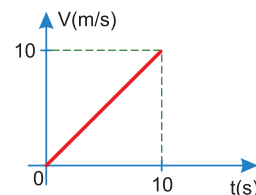
$$T^2 = 100 \Rightarrow T = 10\text{s}$$

$$b) V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{50\text{m}}{10\text{s}} \Rightarrow V_m = 5,0 \text{ m/s}$$

$$c) V = \frac{ds}{dt} = 1,0t \text{ (SI)}$$

$$\text{Para } t = 10\text{s} \Rightarrow V = 10 \text{ m/s} = 36 \text{ km/h}$$

- d)



Respostas: a) 10s b) 5,0m/s c) 10m/s d) gráfico

- 10) a) $V = \frac{dh}{dt} = 20,0 - 10,0t$ (SI)

$$b) t = 0 \Rightarrow V = V_0 = 20,0 \text{ m/s}$$

$$c) t = t_1 \Rightarrow V = 0 \Leftrightarrow 0 = 20,0 - 10,0t_1 \Rightarrow t_1 = 2,0\text{s}$$

$$d) t = t_1 = 2,0\text{s}$$

$$h = h_{\text{máx}} = 20,0 \cdot 2,0 - 5,0 \cdot (2,0)^2 \text{ (m)} \Rightarrow h_{\text{máx}} = 20,0\text{m}$$

$$e) t = t_2 \Rightarrow 0 = 20,0t_2 - 5,0t_2^2 \Rightarrow t_2 = 4,0\text{s}$$

$$h = 0$$

$$f) t = t_2 = 4,0\text{s}$$

$$V = V_2 \Rightarrow V_2 = 20,0 - 10,0 \cdot 4,0 \text{ (m/s)} \Rightarrow V_2 = -20,0 \text{ m/s}$$

Respostas: a) $V = 20,0 - 10,0t$ (SI)

b) 20,0m/s

c) 2,0s

d) 20,0m

e) 4,0s

f) -20,0m/s

- 11) $V_S = 340 \text{ m/s} = 340 \cdot 3,6 \text{ km/h} = 1224 \text{ km/h}$

$$V_A = 9,6 V_S = 9,6 \cdot 1224 \text{ km/h} \approx 11\,750 \text{ km/h}$$

Resposta: D

- 12) Resposta: C

$$13) V = 100 \text{ km/h} = \frac{100}{3,6} \text{ (m/s)}$$

$$\gamma_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{100}{3,6} \cdot \frac{1}{10} \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$\gamma_m \approx 2,8 \text{ m/s}^2$$

Resposta: B

14) Do gráfico dado:

$$t_1 = 1,0s \Rightarrow V_1 = 5,0m/s$$

$$t_2 = 3,0s \Rightarrow V_2 = -15,0m/s$$

$$\gamma_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-15,0 - 5,0}{3,0 - 1,0} (m/s^2) \Rightarrow \gamma_m = -10,0m/s^2$$

Resposta: B

15) a) Indeterminada, pois a relação $s = f(t)$ não tem nada que ver com a trajetória da bicicleta.

$$b) V = \frac{ds}{dt} = 1,0t \quad (SI)$$

$$\gamma = \frac{dV}{dt} = 1,0m/s^2$$

$$t_1 = 5,0s \begin{cases} V_1 = 5,0m/s \\ \gamma_1 = 1,0m/s^2 \end{cases}$$

Respostas: a) Indeterminada
b) 5,0m/s e 1,0m/s²

$$16) 1) V = 6,0t^2 - 24,0 (SI)$$

$$V = 0 \Rightarrow 6,0t_1^2 - 24,0 = 0$$

$$t_1^2 = 4,0 \Rightarrow t_1 = 2,0s$$

$$2) \gamma = 12,0t (SI)$$

$$t_1 = 2,0s \Rightarrow \gamma_1 = 24,0m/s^2$$

Resposta: E

$$17) a) \gamma_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10,0 - 20,0}{2,0} (m/s^2) = -5,0m/s^2$$

$$b) \gamma = \frac{dV}{dt} = -10,0 + 5,0t (SI)$$

$$t_1 = 0 \Rightarrow \gamma_1 = -10,0m/s^2$$

$$t_2 = 2,0s \Rightarrow \gamma_2 = 0$$

$$t_3 = 4,0s \Rightarrow \gamma_3 = 10,0m/s^2$$

c) $\gamma < 0$ quando a velocidade escalar é decrescente:

$$0 \leq t < 2,0s$$

d) $\gamma > 0$ quando a velocidade escalar é crescente:

$$t > 2,0s$$

$$e) \gamma_m = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} \text{ porque a função } \gamma = f(t) \text{ é do } 1^\circ \text{ grau.}$$

Respostas: a) -5,0m/s² b) -10,0m/s²; 0; 10,0m/s²
c) $0 \leq t < 2,0s$ d) $t > 2,0s$
e) justificativa

$$18) a) 1) V = \frac{ds}{dt} = 3,0t^2 - 12,0 (SI)$$

$$V = 0 \Rightarrow 3,0t_1^2 - 12,0 = 0$$

$$3,0t_1^2 = 12,0 \Rightarrow t_1^2 = 4,0 \Rightarrow t_1 = 2,0s$$

$$2) t = t_1 = 2,0s \Rightarrow 0 = 1,0 \cdot (2,0)^3 - 12,0 \cdot 2,0 + A$$

$$s = 0$$

$$A = 24,0 - 8,0 \Rightarrow A = 16,0$$

$$b) \gamma = \frac{dV}{dt} = 6,0t (SI)$$

$$t = t_1 = 2,0s \Rightarrow \gamma_1 = 6,0 \cdot 2,0 (m/s^2) \Rightarrow \gamma_1 = 12,0m/s^2$$

Respostas: a) A = 16,0 b) 12,0m/s²

19) a) De 0 a 10,0s, a aceleração escalar é constante porque a função $V = f(t)$ é do primeiro grau.

$$\gamma_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{20,0}{10,0} (m/s^2) \Rightarrow \gamma_1 = 2,0m/s^2$$

b) De 10,0s a 20,0s, a aceleração escalar é constante porque a função $V = f(t)$ é do primeiro grau.

$$\gamma_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{-10,0}{10,0} (m/s^2) \Rightarrow \gamma_2 = -1,0m/s^2$$

c) A aceleração escalar média é dada por:

$$\gamma_m = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10,0}{20,0} (m/s^2) \Rightarrow \gamma_m = 0,5m/s^2$$

Respostas: a) 2,0m/s² b) -1,0m/s² c) 0,5m/s²

$$20) V = 0$$

$$-320t^2 + 320t = 0$$

$$320t^2 = 320t$$

$$t = 1,0min$$

Resposta: A

$$21) V = V_{\max} \Rightarrow \gamma = \frac{dV}{dt} = 0$$

$$\gamma = -640t + 320$$

$$\gamma = 0 \Rightarrow -640t_1 + 320 = 0 \Rightarrow t_1 = 0,5min$$

$$V_{\max} = -320 (0,5)^2 + 320 (0,5) (km/h)$$

$$V_{\max} = 80 km/h$$

Resposta: E

$$22) a) \gamma = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$3^\circ \text{ marcha: } V_1 = 10,0m/s \rightarrow V_2 = 20,0m/s$$

$$\gamma_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10,0}{8,0} (m/s^2) = 1,25m/s^2$$

$$4^\circ \text{ marcha: } V_2 = 20,0m/s \rightarrow V_3 = 30,0m/s$$

$$\gamma_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{10,0}{10,0} (m/s^2) = 1,0m/s^2$$

b) 3.ª marcha: $V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{120\text{m}}{8,0\text{s}} = 15,0\text{m/s}$

$$MA = \frac{V_1 + V_2}{2} = \frac{10,0 + 20,0}{2} \text{ (m/s)} = 15,0\text{m/s}$$

Como $MA = V_m$, a aceleração escalar pode ser constante.

c) MUV: $V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{V_2 + V_3}{2}$

$$\frac{\Delta s}{10,0} = \frac{20,0 + 30,0}{2} \Rightarrow \Delta s = 250\text{m}$$

Respostas: a) $\gamma_1 = 1,25\text{m/s}^2$ e $\gamma_2 = 1,0\text{m/s}^2$

b) Sim, pois $V_m = \frac{V_1 + V_2}{2}$

c) 250m

23) $\gamma_m = \frac{\Delta V}{\Delta t}$

$$|\gamma_m| = \frac{30\text{m/s}}{0,10\text{s}} \Rightarrow |\gamma_m| = 3,0 \cdot 10^2\text{m/s}^2$$

Resposta: C

■ Módulo 4 – Classificação dos Movimentos

- 1) I. Falsa: o movimento será acelerado (módulo da velocidade aumenta) quando a velocidade escalar V e a aceleração escalar γ tiverem o mesmo sinal (ambas positivas ou ambas negativas).
- II. Correta: se a velocidade escalar e a aceleração escalar forem ambas negativas, o movimento será acelerado.
- III. Correta: o movimento será retardado (módulo da velocidade diminui) quando a velocidade escalar V e a aceleração escalar γ tiverem sinais contrários ($V > 0$ e $\gamma < 0$ ou $V < 0$ e $\gamma > 0$).

Resposta: E

2)

Intervalo de tempo	Movimento Progressivo ou Retrógado	Movimento Acelerado ou Retardado ou Uniforme	Sinal da Velocidade Escalar	Sinal da Aceleração Escalar
T_1	Progressivo	Acelerado	$V > 0$	$\gamma > 0$
T_2	Progressivo	Uniforme	$V > 0$	$\gamma = 0$
T_3	Progressivo	Retardado	$V > 0$	$\gamma < 0$
T_4	Retrógado	Retardado	$V < 0$	$\gamma > 0$
T_5	Retrógado	Uniforme	$V < 0$	$\gamma = 0$
T_6	Retrógado	Acelerado	$V < 0$	$\gamma < 0$

3) $V = \frac{dh}{dt} = 30,0 - 10,0t \text{ (SI)}$

$$\gamma = -10,0\text{m/s}^2$$

Para $t_1 = 4,0\text{s}$, temos $\left\{ \begin{array}{l} V_1 = -10,0\text{m/s} \\ \gamma = -10,0\text{m/s}^2 \end{array} \right\}$ retrógado e acelerado

Resposta: C

4) $V = \frac{dh}{dt} = 40,0 - 10,0t \text{ (SI)}$

$$\gamma = -10,0\text{m/s}^2$$

a) $t_1 = 2,0\text{s} \left\{ \begin{array}{l} V_1 = 20,0\text{m/s} \\ \gamma_1 = -10,0\text{m/s}^2 \end{array} \right\}$ progressivo e retardado

b) $t_2 = 4,0\text{s} \Rightarrow V_2 = 0$

O projétil atingiu o ponto mais alto de sua trajetória.

c) $t_3 = 6,0\text{s} \left\{ \begin{array}{l} V_3 = -20,0\text{m/s} \\ \gamma_3 = -10,0\text{m/s}^2 \end{array} \right\}$ retrógado e acelerado

5)

Intervalo de tempo	Sinal de V	Sinal de γ	Progressivo ou retrógado	Acelerado ou retardado
$0 < t < t_1$	$V < 0$	$\gamma > 0$	retrógado	retardado
$t_1 < t < t_2$	$V > 0$	$\gamma > 0$	progressivo	acelerado
$t_2 < t < t_3$	$V > 0$	$\gamma < 0$	progressivo	retardado
$t_3 < t < t_4$	$V < 0$	$\gamma < 0$	retrógado	acelerado

- 6) a) Como o gráfico $s = f(t)$ é parabólico, a função $s = f(t)$ é do 2.º grau e, por isso, o movimento é uniformemente variado em todo o intervalo de $t = 0$ a $t = t_4$.
A aceleração escalar será constante.
- b) No instante $t = t_2$ (vértice da parábola), temos o ponto de inversão no sentido do movimento. A velocidade escalar é nula e a aceleração escalar é positiva porque a parábola tem concavidade voltada para cima.
- c) A velocidade escalar será positiva ou negativa conforme o espaço seja crescente ou decrescente. A aceleração escalar será positiva ou negativa conforme a parábola tenha concavidade voltada para cima ou para baixo.
No instante t_1 , temos:
 $V_1 < 0$ porque o espaço é decrescente;
 $\gamma > 0$ porque a parábola tem concavidade para cima.
O movimento é retrógado e retardado.
- d) No instante t_3 , temos:
 $V_3 > 0$ porque o espaço é crescente; $\gamma > 0$
O movimento é progressivo e acelerado.

- 7) 1) A velocidade escalar é positiva quando o gráfico $V = f(t)$ estiver acima do eixo dos tempos.
- 2) A velocidade escalar é negativa quando o gráfico $V = f(t)$ estiver abaixo do eixo dos tempos.
- 3) A aceleração escalar é positiva quando a função $V = f(t)$ for crescente.
- 4) A aceleração escalar é negativa quando a função $V = f(t)$ for decrescente.

$$t_0 \rightarrow t_1 \begin{cases} V > 0 \\ \gamma < 0 \end{cases} \text{ progressivo e retardado}$$

$$t_1 \rightarrow t_2 \begin{cases} V < 0 \\ \gamma < 0 \end{cases} \text{ retrógrado e acelerado}$$

$$t_3 \rightarrow t_4 \begin{cases} V < 0 \\ \gamma > 0 \end{cases} \text{ retrógrado e retardado}$$

Resposta: E

8)

Intervalo de tempo	Sinal de V	Sinal de γ	Progressivo ou retrógrado	Acelerado ou retardado ou uniforme
$0 < t < t_1$	$V > 0$	$\gamma > 0$	progressivo	acelerado
$t_1 < t < t_2$	$V > 0$	$\gamma = 0$	progressivo	uniforme
$t_2 < t < t_3$	$V > 0$	$\gamma < 0$	progressivo	retardado
$t_3 < t < t_4$	$V < 0$	$\gamma < 0$	retrógrado	acelerado
$t_4 < t < t_5$	$V < 0$	$\gamma = 0$	retrógrado	uniforme
$t_5 < t < t_6$	$V < 0$	$\gamma > 0$	retrógrado	retardado

9) $V = A + B t$

a) Para o movimento ser retrógrado, devemos ter:

$$V < 0 \Rightarrow A + B t < 0$$

$$B t < -A \Rightarrow t > -\frac{A}{B}$$

O sentido da desigualdade se inverteu porque $B < 0$

b) $\gamma = \frac{dV}{dt} = B$ (negativo)

Para ser retardado, V e γ devem ter sinais opostos.

$$\text{Como } \gamma < 0, \text{ devemos ter } V > 0 \text{ e, para tanto, } t < -\frac{A}{B}$$

Respostas: a) $t > -\frac{A}{B}$ b) $t < -\frac{A}{B}$

10) a) $h = 15,0\text{m} \Rightarrow 15,0 = 20,0t - 5,0t^2$

$$5,0t^2 - 20,0t + 15,0 = 0$$

$$t^2 - 4,0t + 3,0 = 0$$

O produto das raízes vale 3,0 e a soma vale 4,0.

$$\begin{aligned} t_1 &= 1,0\text{s} \text{ (projétil subindo)} \\ t_2 &= 3,0\text{s} \text{ (projétil descendo)} \end{aligned}$$

b) $V = 20,0 - 10,0t$ (SI) $\gamma = -10,0\text{m/s}^2$ (constante)

$$t_1 = 1,0\text{s} \begin{cases} V_1 = 10,0\text{m/s} \\ \gamma_1 = -10,0\text{m/s}^2 \end{cases} \text{ progressivo e retardado}$$

$$t_2 = 3,0\text{s} \begin{cases} V_2 = -10,0\text{m/s} \\ \gamma_2 = -10,0\text{m/s}^2 \end{cases} \text{ retrógrado e acelerado}$$

Respostas: a) $t_1 = 1,0\text{s}$ e $t_2 = 3,0\text{s}$

b) t_1 : progressivo e retardado; t_2 : retrógrado e acelerado

11) Procuremos o instante em que a velocidade é nula:

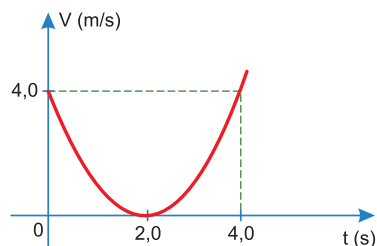
$$V = 0$$

$$1,0 t^2 - 4,0t + 4,0 = 0$$

$$t = \frac{4,0 \pm \sqrt{16,0 - 4 \cdot 4,0}}{2} \text{ (s)}$$

$$t = 2,0\text{s} \text{ (solução única)}$$

O gráfico $v = f(t)$ será:



a) Falsa: não há inversão de movimento porque a velocidade escalar não trocou de sinal.

b) Correta: $\gamma = \frac{dV}{dt} = 2,0t - 4,0$ (SI)

$$\text{Para } t = 2,0\text{s}, \gamma = 0$$

c) Falsa: para $t \neq 2,0\text{s}$, o movimento é progressivo ($V > 0$).

d) Falsa: até o instante $t = 2,0\text{s}$, o movimento é retardado e, daí em diante, é acelerado.

e) Falsa: para $t < 2,0\text{s}$, a aceleração escalar é negativa; para $t > 2,0\text{s}$, a aceleração escalar é positiva e para $t = 2,0\text{s}$, a aceleração escalar é nula.

Resposta: B

12) No trecho:

I: $|V|$ diminui – movimento retardado

II: $|V|$ aumenta – movimento acelerado

III: $|V|$ diminui – movimento retardado

IV: $|V|$ aumenta – movimento acelerado

V: $|V|$ diminui – movimento retardado

Resposta: D

13) Inicialmente, para o mesmo intervalo de tempo, as distâncias percorridas estão aumentando, o que significa que o módulo da velocidade aumenta e o movimento é acelerado.

A partir do 3º ping, a distância percorrida diminuiu, o que significa que o módulo da velocidade diminuiu e o movimento tornou-se retardado.

Resposta: B

■ Módulo 5 – Movimento Uniforme I

1) a) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{11,0 - 2,0}{4,0 - 1,0} \text{ (m/s)} = 3,0\text{m/s}$

b) $s = s_0 + Vt$
 $2,0 = s_0 + 3,0 \cdot 1,0 \Rightarrow s_0 = -1,0\text{m}$

c) $s = -1,0 + 3,0t$ (SI)
 $x = -1,0 + 3,0 \cdot 2,0 \Rightarrow x = 5,0$

d) $s = -1,0 + 3,0t$ (SI)
 $17,0 = -1,0 + 3,0y \Rightarrow y = 6,0$

Respostas: a) $3,0\text{m/s}$ b) $-1,0\text{m}$
 c) $x = 5,0$ d) $y = 6,0$

2) 1) Da tabela: $t = 0 \Rightarrow s = s_0 = 2,0\text{m}$

2) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{5,0 - 2,0}{1,0 - 0} \text{ (m/s)}$

$V = 3,0\text{m/s}$

3) $s = s_0 + V t$

$s = 2,0 + 3,0t \text{ (SI)}$

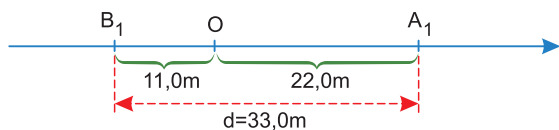
Resposta: A

3) a) MU: $s = s_0 + Vt$

$s_A = 2,0 + 2,0 t \text{ (SI)}$

$s_B = -1,0 - 1,0t \text{ (SI)}$

b) $t_1 = 10,0\text{s} \begin{cases} s_A = 22,0\text{m} \\ s_B = -11,0\text{m} \end{cases}$



Respostas: a) $s_A = 2,0 + 2,0t \text{ (SI)}$

$s_B = -1,0 - 1,0t \text{ (SI)}$

b) $33,0\text{m}$

4) a) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{450 - 250}{20,0 - 10,0} \text{ (m/s)}$

$V = 20,0\text{m/s} = 20,0 \cdot 3,6\text{km/h} \Rightarrow V = 72,0\text{km/h}$

b) $s = s_0 + V t$

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

$s_1 = 250\text{m}$

$250 = s_0 + 20,0 \cdot 10,0 \Rightarrow s_0 = 50,0\text{m}$

Respostas: a) $72,0\text{km/h}$

b) $50,0\text{m}$

5) 1) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0,7\text{m}}{1,0\text{s}} = 0,7\text{m/s}$

2) $\Delta s = V t$

$\Delta s = 0,7 \cdot 18 \cdot 60 \text{ (m)} \Rightarrow \Delta s = 756\text{m}$

Resposta: C

6) a) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

$V_M = \frac{3,0\text{cm}}{0,10\text{s}} \Rightarrow V_M = 30,0\text{cm/s}$

$V_N = \frac{2,0\text{cm}}{0,10\text{s}} \Rightarrow V_N = 20,0\text{cm/s}$

b) $s = s_0 + Vt$

$s_M = -12,0 + 30,0t \text{ (CGS)}$

$s_N = -12,0 + 20,0t \text{ (CGS)}$

Respostas: a) $V_M = 30,0\text{cm/s}; V_N = 20,0\text{cm/s}$

b) $s_M = -12,0 + 30,0t \text{ (CGS)}$

$s_N = -12,0 + 20,0t \text{ (CGS)}$

7) a) $\Delta s = V t \text{ (MU)}$

$1 \text{ ano-luz} = 3,0 \cdot 10^8 \cdot 3,2 \cdot 10^7 \text{ (m)}$

$1 \text{ ano-luz} = 9,6 \cdot 10^{15}\text{m}$

b) $\Delta s = V t$

$1,5 \cdot 10^{11} = 3,0 \cdot 10^8 \cdot T$

$T = 0,5 \cdot 10^3\text{s} = 500\text{s}$

$T = \frac{500}{60} \text{ (min)}$

$T \approx 8,3 \text{ min}$

Respostas: a) $1 \text{ ano-luz} = 9,6 \cdot 10^{15}\text{m}$

b) Aproximadamente 8,3 minutos-luz

8) 1) $1\ell \dots\dots\dots 1,6\text{km}$

$60\ell \dots\dots\dots D$

$D = 96\text{km}$

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

$120 = \frac{96}{T}$

$T = \frac{96}{120} \text{ h} \Rightarrow T = 0,8\text{h}$

Resposta: B

9) 1) Distância percorrida pelo ônibus:

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

$d = 75 \cdot \frac{2}{3} \text{ (km)} = 50\text{km}$

2) Intervalo de tempo T em que o carro ficou parado:

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

$50 = 100 \left(\frac{2}{3} - T \right) \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{2}{3} - T$

$T = \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{2} \right) \text{ h} \Rightarrow T = \left(\frac{4-3}{6} \right) \text{ h}$

$T = \frac{1}{6} \text{ h} = 10\text{min}$

Resposta: C

10) 1) O tempo gasto pelo som do impacto do projétil contra a árvore para chegar ao detector de som é dado por:

$V_s = \frac{d}{T_1} \Rightarrow 340 = \frac{170}{T_1} \Rightarrow T_1 = 0,50\text{s}$

2) O tempo T_2 gasto pelo projétil para chegar à árvore é dado por:

$T = T_1 + T_2$

$1,35 = 0,50 + T_2 \Rightarrow T_2 = 0,85\text{s}$

3) A velocidade do projétil tem módulo V_p dado por:

$V_p = \frac{d}{T_2} \Rightarrow V_p = \frac{170\text{m}}{0,85\text{s}} \Rightarrow V_p = 200\text{m/s}$

Resposta: B

11) $\Delta s = V t$ (MU)

$$V = 330 \text{ m/s} = \frac{330}{1000} \text{ km/s}$$

$$d = \frac{330}{1000} \cdot \Delta t \quad \begin{cases} \Delta t \text{ ____ s} \\ d \text{ ____ km} \end{cases}$$

$$d \cong \frac{1}{3} \Delta t$$

Resposta: B

12) $\Delta s = V t$

$$\overline{AR} = 3,0 \cdot 10^8 \cdot 4,0 \cdot 10^{-2} (\text{m}) = 12,0 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\overline{BR} = 3,0 \cdot 10^8 \cdot 6,0 \cdot 10^{-2} (\text{m}) = 18,0 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$\overline{AR} + \overline{BR} = x + \frac{x}{4}$$

$$30,0 \cdot 10^6 = \frac{5}{4} x$$

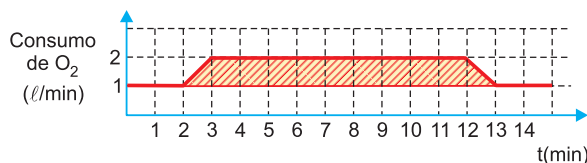
$$x = 24,0 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$x = 2,4 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$x = 2,4 \cdot 10^4 \text{ km}$$

Resposta: C

13)



O consumo de litros de O_2 é medido pela área sob o gráfico dado. A área hachurada mede o consumo a mais de O_2 pelo fato de o jovem ter corrido e aumentado sua velocidade inicial.

$$A = (11 + 9) \cdot \frac{1}{2} (\text{litros}) = 10 \text{ litros}$$

$$E = 20 \cdot \frac{\text{kJ}}{\ell} \cdot 10 \ell \Rightarrow E = 200 \text{ kJ}$$

Resposta: C

14) No intervalo entre $t_1 = 3 \text{ min}$ e $t_2 = 12 \text{ min}$, a quantidade de oxigênio consumida, medida pela área sob o gráfico, é de 18 litros.

$$1 \ell \text{ ____ } 100 \text{ m}$$

$$18 \ell \text{ ____ } \Delta s$$

$$\Delta s = 1800 \text{ m}$$

A velocidade escalar constante V é dada por:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{1800 \text{ m}}{9 \text{ min}} = 200 \frac{\text{m}}{\text{min}} = \frac{200}{60} \text{ m/s} = \frac{10}{3} \text{ m/s}$$

$$V = \frac{10}{3} \cdot 3,6 \text{ km/h} \Rightarrow V = 12 \text{ km/h}$$

Resposta: E

15) Quando a velocidade dos carros for duplicada, para que a distância entre eles seja percorrida em 2,0s, é preciso que essa distância duplique. O número de carros que chegam ao destino, por hora, é o mesmo, porque a cada 2,0s chega um carro. O tempo de percurso entre a origem e o destino vai reduzir-se à metade porque a velocidade escalar duplicou.

Resposta: E

■ Módulo 6 – Movimento Uniforme II

- 1) a) Falsa. A trajetória não está determinada.
b) Falsa. A velocidade escalar é constante.
c) Falsa. $s_0 = -10,0 \text{ m}$
d) Verdadeira.

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{20,0}{4,0} (\text{m/s}) = 5,0 \text{ m/s}$$

$$s = s_0 + V t$$

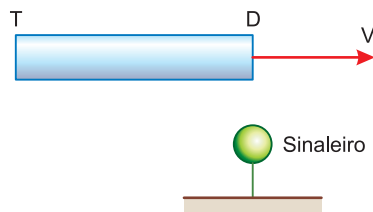
$$0 = -10,0 + 5,0 T \Rightarrow T = 2,0 \text{ s}$$

e) Falsa.

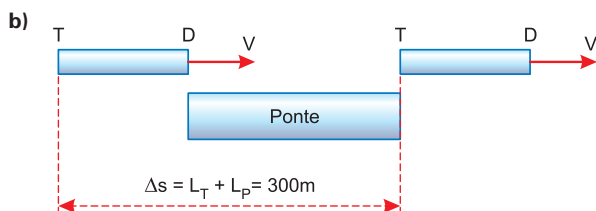
O movimento é uniforme e progressivo.

Resposta: D

- 2) a) A distância a ser percorrida é o comprimento do trem.



$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{\Delta s}{V} = \frac{200}{20} (\text{s}) = 10 \text{ s}$$



$$\Delta t_2 = \frac{\Delta s}{V} = \frac{300}{20} (\text{s}) = 15 \text{ s}$$

Respostas: a) 10s b) 15s

- 3) a) $s = s_0 + V t$
 $s_A = 4,0 t$ (SI)
 $s_B = 500 - 6,0 t$ (SI)

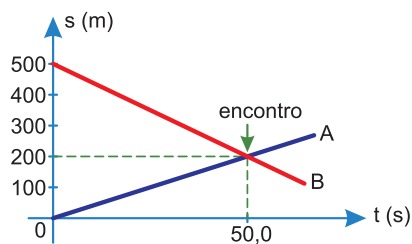
b) $t = t_E \Leftrightarrow s_A = s_B$
 $4,0 t_E = 500 - 6,0 t_E$

$$10,0 t_E = 500 \Rightarrow t_E = 50,0 \text{ s}$$

- c) $t = t_E = 50,0 \text{ s}$
 $s_A = s_B = d_E$
 $d_E = 4,0 \cdot 50,0 (\text{m})$

$$d_E = 200 \text{ m}$$

d)



Respostas: a) $s_A = 4,0t$ (SI); $s_B = 500 - 6,0t$ (SI)
b) 50,0s c) 200m d) vide gráfico

4) 1) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta s = V \Delta t$

$$\Delta s_1 = 100 \cdot 2,0 \text{ (km)} = 200 \text{ km}$$

$$\Delta s_2 = 0$$

$$\Delta s_3 = 60 \cdot 3,5 \text{ (km)} = 210 \text{ km}$$

2) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{410 \text{ km}}{6,0 \text{ h}} \cong \boxed{68 \text{ km/h}}$

Resposta: C

- 5) Para atingir o ouvido da pessoa, o som que se propaga através do ar gasta um tempo t_1 e, através do trilho, um tempo t_2 .

Sendo os movimentos uniformes, vem:

$$\Delta s = V t$$

$$L = V_1 t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{L}{V_1}$$

$$L = V_2 t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{L}{V_2}$$

Sendo $T = t_1 - t_2$, vem:

$$T = \frac{L}{V_1} - \frac{L}{V_2}$$

$$T = L \left(\frac{1}{V_1} - \frac{1}{V_2} \right)$$

$$T = L \frac{V_2 - V_1}{V_2 V_1}$$

$$\boxed{L = \frac{V_2 V_1 T}{V_2 - V_1}}$$

Resposta: D

- 6) a) $s = s_0 + Vt$
 $s_A = 30,0t$ (SI)
 $s_B = 200 + 20,0t$ (SI)

- b) $s_A = s_B$
 $200 + 20,0 T_E = 30,0 T_E$

$$10,0 T_E = 200 \Rightarrow \boxed{T_E = 20,0 \text{ s}}$$

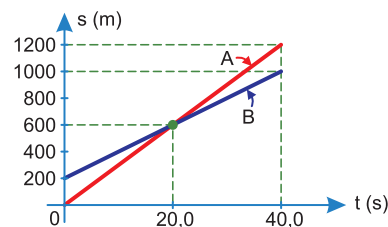
c) $s_A - s_B = 200$

$$30,0T - (200 + 20,0T) = 200$$

$$30,0T - 200 - 20,0T = 200$$

$$10,0T = 400 \Rightarrow \boxed{T = 40,0 \text{ s}}$$

d)



Respostas: a) $s_A = 30,0t$ (SI); $s_B = 200 + 20,0t$ (SI)
b) 20,0s c) 40,0s d) vide gráfico

7) 1) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

$$V_A = \frac{-200 \text{ m}}{5,0 \text{ s}} = -40 \text{ m/s}$$

$$V_B = \frac{100 \text{ m}}{5,0 \text{ s}} = 20 \text{ m/s}$$

2) MU: $x = x_0 + Vt$

$$x_A = 600 - 40t \text{ (SI)}$$

$$x_B = 20t \text{ (SI)}$$

3) $t = t_E \Rightarrow x_A = x_B$

$$600 - 40t_E = 20t_E \Rightarrow 600 = 60t_E \Rightarrow \boxed{t_E = 10 \text{ s}}$$

4) $t = t_E = 10 \text{ s} \Rightarrow x_B = x_E$

$$x_E = 20 \cdot 10 \text{ (m)} \Rightarrow \boxed{x_E = 200 \text{ m}}$$

Resposta: A

8) a) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$

$$V_A = \frac{200}{10,0} \text{ (m/s)} = 20,0 \text{ m/s}$$

$$V_B = \frac{-300}{10,0} \text{ (m/s)} = -30,0 \text{ m/s}$$

b) $s = s_0 + Vt$

$$s_A = -200 + 20,0t \text{ (SI)}$$

$$s_B = 400 - 30,0t \text{ (SI)}$$

c) $t = T_E \Leftrightarrow s_A = s_B$

$$-200 + 20,0 T_E = 400 - 30,0 T_E$$

$$50,0 T_E = 600$$

$$\boxed{T_E = 12,0 \text{ s}}$$

$$d) \ t = T_E = 12,0s$$

$$s_A = s_B = s_E$$

$$s_E = -200 + 20,0 \cdot 12,0 \text{ (m)}$$

$$s_E = -200 + 240 \text{ (m)}$$

$$s_E = 40,0m$$

Respostas: a) $V_A = 20,0m/s$ e $V_B = -30,0m/s$

$$b) \ s_A = -200 + 20,0t \text{ (SI)}$$

$$s_B = 400 - 30,0t \text{ (SI)}$$

$$c) \ T_E = 12,0s$$

$$d) \ s_E = 40,0m$$

- 9) Em cada trecho, os gráficos espaço x tempo são segmentos de reta não paralelos aos eixos, o que significa que os movimentos são uniformes e a velocidade escalar é medida pela inclinação da reta $s = f(t)$.

Trecho I: $V_{Zonta} > V_{Barrichello}$

Trechos II e III: $V_{Barrichello} > V_{Zonta}$

Trecho IV: $V_{Zonta} > V_{Barrichello}$

Resposta: C

- 10) Enquanto o caminhão percorre 0,2m com velocidade escalar constante de 90km/h (25m/s), o projétil percorre 2,0m.

$$\Delta s = V \ t \quad d_C = V_C \ t \quad d_P = V_P \cdot t$$

$$\frac{d_P}{d_C} = \frac{V_P}{V_C}$$

$$V_P = \frac{d_P}{d_C} \cdot V_C = \frac{2,0}{0,2} \cdot 90 \text{ (km/h)} \Rightarrow V_P = 900km/h$$

Resposta: E

- 11) No instante $t = 0,10s$, o som atinge a parede, e, portanto, $D = 33,5m$.

A velocidade do som tem módulo V dado por:

$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{33,5}{0,10} \text{ (m/s)} = 335m/s$$

Resposta: C

- 12) A velocidade de uma pessoa a caminhar é da ordem de 6,0km/h e, portanto, em 30min = 0,5h ela percorre 3,0km.

Resposta: D

FRENTE 2 – TERMOLOGIA

■ Módulo 1 – Escalas Termométricas

$$1) \ \theta_F = 104^\circ F$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{104 - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{72}{9}$$

$$\theta_C = 40^\circ C$$

Resposta: B

$$2) \ \theta_F = -76^\circ F$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{-76 - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = -\frac{108}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = -12$$

$$\theta_C = -60^\circ C$$

Resposta: C

$$3) \ a) \ C = 35^\circ$$

$$C = \frac{5}{9} (F - 32)$$

$$35 = \frac{5}{9} (F - 32)$$

$$63 = F - 32$$

$$F = 95^\circ F$$

$$b) \ F = 2C$$

$$C = \frac{5}{9} (F - 32)$$

$$C = \frac{5}{9} (2C - 32)$$

$$9C = 10C - 160$$

$$-C = -160$$

$$C = 160^\circ C$$

$$4) \ \theta_C = -58^\circ F$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{-58 - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = -\frac{90}{9}$$

$$\theta_C = -50^\circ C$$

Resposta: C

$$5) \ \theta_F = 0^\circ F$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{0 - 32}{9}$$

$$\theta_C = -\frac{160}{9}$$

$$\theta_C = -17,8^\circ C$$

Resposta: C

$$6) \ \theta_C = 42^\circ C$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{42}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$8,4 = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$75,6 = \theta_F - 32(^{\circ}\text{F})$$

$$\theta_F = 75,6 + 32$$

$$\theta_F = 107,6^{\circ}\text{F}$$

7) $\theta_F = 0^{\circ}\text{F}$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{0 - 32}{9}$$

$$\theta_C = -\frac{160}{9}$$

$$\theta_C = -17,6^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_F = 100^{\circ}\text{F}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{100 - 32}{9}$$

$$\theta_C \approx 37,6^{\circ}\text{C}$$

A esposa de Fahrenheit estava com febre ($\theta_C > 36,6^{\circ}\text{C}$).

Resposta: C

8) I) $\theta_C = 35^{\circ}\text{C}$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{\theta_C}{5}$$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{35}{5}$$

$$\theta_F - 32 = 63$$

$$\theta_F = 95^{\circ}\text{F}$$

II) $\theta_C = 42^{\circ}\text{C}$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{\theta_C}{5}$$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{42}{5}$$

$$\theta_F - 32 = 75,6$$

$$\theta_F = 107,6^{\circ}\text{F}$$

O termômetro deve ser calibrado para valores entre 95°C e $107,6^{\circ}\text{C}$.

Resposta: C

9) Cálculo do valor em que as indicações nas escalas Celsius e Fahrenheit são iguais:

$$F = C$$

$$F = \frac{9C}{5} + 32$$

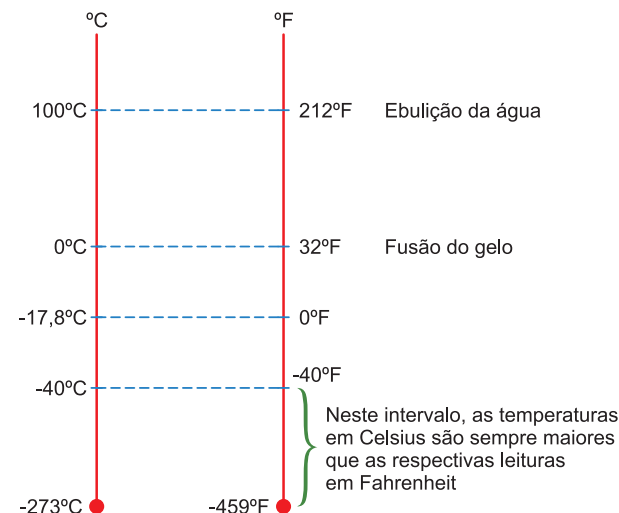
$$C = \frac{5F}{9} + 32$$

$$5C = 9C + 160$$

$$-4C = 160$$

$$C = -40^{\circ}\text{C}$$

Assim, as duas escalas podem ser comparadas graficamente como se segue.



01. Falsa

02. Verdadeira

04. Verdadeira

08. Falsa

Resposta: 02 e 04 corretas

10) $\theta_C = 85^{\circ}\text{C}$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{85}{5}$$

$$\theta_F - 32 = 153$$

$$\theta_F = 185^{\circ}\text{F}$$

$$T = \theta_C + 273$$

$$T = 85 + 273(\text{K})$$

$$T = 358\text{K} \quad (\neq 385\text{K})$$

Os termômetros C e F estão corretos.

Resposta: A

11) a) $T = 78\text{K}$

$$\theta_C + 273 = 78$$

$$\theta_C = 78 - 273$$

$$\theta_C = -195^{\circ}\text{C}$$

b) $\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{\theta_C}{5}$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = -\frac{195}{5}$$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = -39$$

$$\theta_F - 32 = -351$$

$$\theta_F = -319^\circ\text{F}$$

- 12) No intervalo de temperaturas em que a água é líquida no nível do mar (0°C a 100°C), os valores na escala Fahrenheit (32°F a 212°F) são maiores que os equivalentes na Celsius. Assim:

$$\theta_F = \theta_C + 100 \quad (\theta_F > \theta_C)$$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{\theta_C}{5}$$

$$\frac{\theta_C + 100 - 32}{9} = \frac{\theta_C}{5}$$

$$\frac{\theta_C + 68}{9} = \frac{\theta_C}{5}$$

$$9\theta_C = 5\theta_C + 340$$

$$4\theta_C = 340$$

$$\theta_C = 85^\circ\text{C}$$

$$T = \theta_C + 273$$

$$T = 85 + 273(\text{K})$$

$$T = 358\text{K}$$

Resposta: D

$$13) \theta_F = \frac{\theta_C}{5}$$

$$\theta_C = 5\theta_F$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{5\theta_F}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$9\theta_F = \theta_F - 32$$

$$8\theta_F = \theta_F - 32$$

$$\theta_F = -4^\circ\text{F}$$

Resposta: A

$$14) X^\circ\text{F} = \theta_C + 52$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_C + 52 - 32}{9}$$

$$9\theta_C = 5(\theta_C + 20)$$

$$9\theta_C = 5\theta_C + 100$$

$$4\theta_C = 100$$

$$\theta_C = 25^\circ\text{C}$$

Resposta: A (25°C)

$$15) 5\theta_C = 2\theta_F + 6 \Rightarrow \theta_F = \frac{5\theta_C - 6}{2}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\frac{5\theta_C - 6}{2} - 32}{9}$$

$$9\theta_C = 5 \left(\frac{5\theta_C - 6}{2} - 32 \right)$$

$$9\theta_C = 5 \left(\frac{5\theta_C - 6 - 64}{2} \right)$$

$$18\theta_C = 5(5\theta_C - 70)$$

$$18\theta_C = 25\theta_C - 340$$

$$-7\theta_C = -340$$

$$\theta_C = 50^\circ\text{C}$$

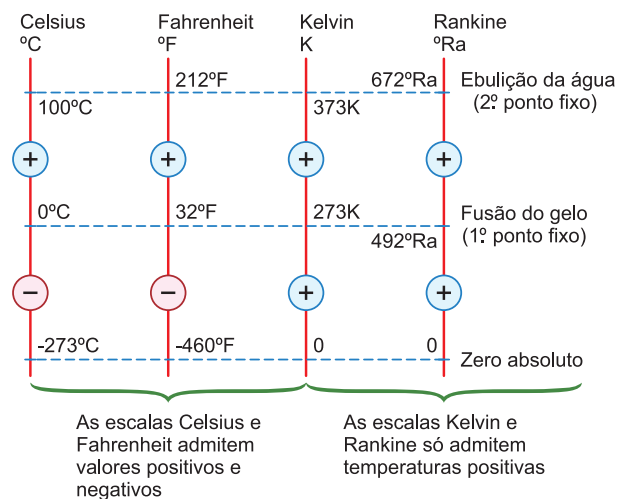
$$T = \theta_C + 273$$

$$T = 50 + 273(\text{K})$$

$$T = 323\text{K}$$

Resposta: E

- 16) Observe as escalas termométricas comparadas graficamente:



Resposta: C

$$17) \frac{\Delta\theta_C}{5} = \frac{\Delta\theta_F}{9}$$

$$\frac{\Delta\theta_C}{5} = \frac{5,4}{9}$$

$$\frac{\Delta\theta_C}{9} = 0,6$$

$$\Delta\theta_C = 3,0^\circ\text{C}$$

Resposta: B

$$18) T = 300\text{K}$$

$$\theta_C + 273 = 300$$

$$\theta_C = 300 - 273$$

$$\theta_C = 27^\circ\text{C}$$

$$\theta_F = 68^\circ\text{F}$$

$$\frac{\theta'_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta'_C}{5} = \frac{68 - 32}{9}$$

$$\frac{\theta'_C}{5} = \frac{36}{9}$$

$$\frac{\theta'_C}{5} = 4$$

$$\theta'_C = 20^\circ\text{C}$$

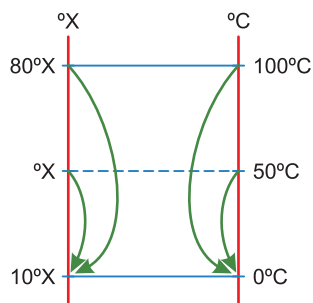
$$\Delta\theta_C = \theta'_C - \theta_C$$

$$\Delta\theta_C = 20 - 27 (^\circ\text{C})$$

$$\Delta\theta_C = -7^\circ\text{C}$$

Resposta: B

19)



$$\frac{x - 10}{80 - 10} = \frac{50 - 0}{100 - 0}$$

$$\frac{x - 10}{70} = \frac{1}{2}$$

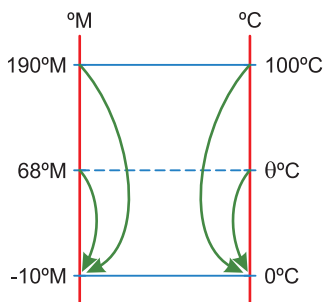
$$x - 10 = \frac{70}{2}$$

$$x - 10 = 35$$

$$x = 45^\circ\text{X}$$

Resposta: B

20)



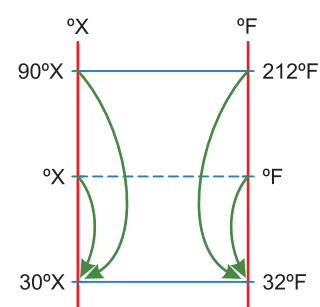
$$\frac{\theta_C - 0}{100 - 0} = \frac{68 - (-10)}{190 - (-10)}$$

$$\frac{\theta_C}{100} = \frac{78}{200}$$

$$\theta_C = 39^\circ\text{C}$$

Resposta: A

21)



$$\frac{x - 30}{90 - 30} = \frac{F - 32}{212 - 32}$$

$$\frac{x - 30}{60} = \frac{F - 32}{180}$$

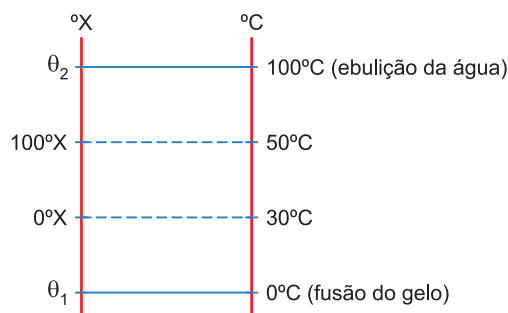
$$\frac{x - 30}{1} = \frac{F - 32}{3}$$

$$F - 32 = 3x - 90$$

$$F = 3x - 58$$

Resposta: D

22)



$$\frac{0 - \theta_1}{100 - \theta_1} = \frac{30 - 0}{50 - 0}$$

$$-50\theta_1 = 3000 - 30\theta_1$$

$$-20\theta_1 = 3000$$

$$\theta_1 = -150^\circ\text{X}$$

$$\frac{\theta_2 - 0}{100 - 0} = \frac{100 - 30}{50 - 30}$$

$$\frac{\theta_2}{100} = \frac{70}{20}$$

$$\theta_2 = 350^\circ\text{X}$$

Resposta: C

23) $\theta_C = -30^\circ\text{C}$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{\theta_C}{5}$$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{-30}{5}$$

$$\theta_F = -54 + 32 (^\circ\text{F})$$

$$\theta_F = -22^\circ\text{F} \quad (\text{F})$$

$$\theta_F = 0^\circ\text{F}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{0 - 32}{9}$$

$$\theta_C = -\frac{160}{9} (^\circ\text{C})$$

$$\theta_C = -17,78^\circ\text{C} \quad (\text{C})$$

Resposta: D

■ Módulo 2 – Calorimetria I

- 1) O calor específico sensível de uma substância indica o comportamento térmico de um material que recebe certa quantidade de calor para elevar, de uma unidade de temperatura, uma unidade de massa dessa substância.

Resposta: C

2) a) VERDADEIRA

A capacidade térmica (C) pode ser expressa por: $C = mc$, que mostra a dependência de sua determinação em relação à massa (m) do corpo e ao calor específico sensível (c) da substância que o constitui.

b) VERDADEIRA

O calor sensível provoca variação da temperatura, sem a ocorrência de mudança de estado.

c) VERDADEIRA

O calor específico sensível de uma substância depende da ligação entre suas partículas (átomos, moléculas ou íons) que define a variação da agitação delas diante do recebimento ou liberação de energia térmica e vale para qualquer massa ou porção considerada do material.

d) FALSA

A capacidade térmica (C) relaciona-se com o comportamento de uma amostra ou de um corpo que não apresenta, necessariamente, uma unidade de massa.

e) VERDADEIRA

Veja o comentário da alternativa a.

Resposta: D

3) a) FALSA

A margarina vegetal (720kcal/100g) é mais energética que o chocolate (528kcal/100g).

b) FALSA

Uma fatia de mamão (32kcal/100g) corresponde a cerca de 43 folhas de alface (energia = n folhas de alface x energia da folha de alface).

$$32\text{kcal} = n \cdot \frac{15\text{kcal}}{20 \text{ folhas}}$$

$$n \cdot \frac{640}{15} = 42,7 \text{ folhas}$$

c) FALSA

Um copo de coca-cola corresponde a 78 kcal/100g (2 x 39 kcal/100g).

Energia do copo de coca em Joule (J):

$$78\text{kcal} \cdot 1000 \text{ cal/kcal} \cdot 4\text{J/cal}$$

$$E = 3,12 \cdot 10^5 \text{J}$$

d) VERDADEIRA

$$0,5\text{kg de sorvete} = 5 \times 175\text{kcal} = 875\text{kcal}$$

$$320\text{g de batata frita} = 3,2 \times 274 = 876,8$$

Há uma equivalência energética aproximada entre 0,50kg de sorvete e 320g de batatas fritas.

e) FALSA

$$\begin{aligned} \text{energia do sanduíche} &= 2 \text{ fatias de pão (269kcal)} + \\ &+ 2 \text{ folhas de alface (1,5kcal)} + \\ &+ 2 \text{ folhas de repolho (5,6kcal)} \end{aligned}$$

$$\text{Energia do sanduíche} = 276,1\text{kcal}$$

$$\text{Energia das batatas fritas} = 137\text{kcal}$$

Não há equivalência é aproximada é não exata (276,1kcal \neq 137kcal).

4) 01) FALSA

Seriam iguais se os corpos tivessem capacidades térmicas iguais (C = mc).

02) FALSA

O comportamento térmico de um corpo é definido por sua capacidade térmica (C = mc ou C = Q/ $\Delta\theta$) e não por seu volume.

04) VERDADEIRA

Dois corpos com capacidades térmicas ou caloríficas iguais (C) apresentam variações de temperaturas iguais para a mesma quantidade de calor recebido.

08) FALSA

Como as massas são diferentes, o corpo de menor massa atingiria uma temperatura maior, pois apresenta menor capacidade térmica.

16) VERDADEIRA

Massas iguais e calores específicos iguais representam variações de temperatura com o mesmo valor para a quantidade de calor recebida por eles.

Resposta: 20 (4 + 16)

5) I) CORRETA

Em uma hora:

$$\begin{aligned} &\text{Energia liberada pelo} \\ &\text{astronauta para aquecer } 10\ell \\ &\text{de água em uma variação de} \\ &\text{temperatura } \Delta\theta \end{aligned} = 200\text{kcal}$$

$$Q = 200 \cdot 10^3 \text{cal}$$

$$\left. \begin{aligned} mc\Delta\theta &= 2,0 \cdot 10^5 \text{ (cal)} \\ dVc\Delta\theta &= 2,0 \cdot 10^5 \text{ (cal)} \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{considere} \\ &m = d \cdot V \end{aligned}$$

$$\frac{1000(\text{g})}{1,0(\ell)} \cdot 10(\ell) \cdot 1,0 \left(\frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right) \Delta\theta = 2,0 \cdot 10^5 (\text{cal})$$

$$\Delta\theta = \frac{2,0 \cdot 10^5}{1,0 \cdot 10^4} (^\circ\text{C})$$

$$\Delta\theta = 20^\circ\text{C}$$

II) CORRETA

A água possui calor específico sensível elevado e absorve muito calor para produzir pequenas variações de temperatura.

III) INCORRETA

Os metais, como o mercúrio comparados com a água, possuem calores específicos dezenas ou centenas de vezes menores que o da água e absorveriam pouco calor, além de elevarem muito a temperatura do traje espacial.

IV) CORRETA

O traje espacial é isolado do ambiente externo e o astronauta, devido à sua atividade metabólica, é considerado uma fonte térmica que aqueceria o interior do traje espacial acima da sua temperatura corpórea.

6)

$$\begin{aligned} &(\text{Q}) \text{ Calor para aquecer } 2,5\ell \\ &\text{de água (1,0kg/}\ell \text{ e } 1,0\text{cal/g}^\circ\text{C)} \\ &\text{de } 21^\circ\text{C a } 35^\circ\text{C} \end{aligned} = \text{calor sensível}$$

$$\left. \begin{aligned} Q &= mc\Delta\theta \\ Q &= d \cdot V \cdot c \cdot \Delta\theta \end{aligned} \right\} \text{ considere } m = d \cdot V$$

$$Q = \frac{1000g}{1,0(\ell)} \cdot 2,5\ell \cdot 1,0 \frac{\text{cal}}{g^{\circ}\text{C}} \cdot (35^{\circ}\text{C} - 21^{\circ}\text{C})$$

$$Q = 35\,000\text{cal} = 35 \cdot 10^3\text{cal}$$

$$Q = 35,0\text{kcal}$$

Resposta: B

- 7) Os corpos são feitos do mesmo material e, por isso, possuem calores específicos sensíveis iguais.

$$\begin{array}{ccc} \text{Calor específico} & & \text{Calor específico} \\ \text{sensível do} & = & \text{sensível do} \\ \text{corpo B} & & \text{corpo A} \end{array}$$

$$\left(c_B = \frac{C_B}{m_B} \right) \quad \left(c_A = \frac{Q_A}{m_A \Delta\theta_B} \right)$$

$$\frac{C_B}{m_B} = \frac{Q_A}{m_A \Delta\theta_A}$$

$$\frac{C_B}{500g} = \frac{1000\text{cal}}{200g \cdot 10^{\circ}\text{C}}$$

$$C_B = 250\text{cal}/^{\circ}\text{C}$$

Resposta: D

- 8) A multiplicação dos valores dos calores específicos C (2ª coluna) pelas massas m (3ª coluna) fornece a capacidade térmica, em cal/°C, de cada amostra de metal (C = mc).

Metal	c (cal/°C)	m (g)	C = mc (cal/°C)
Alumínio	0,217	100	100 x 0,217 = 21,7
Ferro	0,113	200	200 x 0,113 = 22,6
Cobre	0,093	300	300 x 0,093 = 27,9
Prata	0,056	400	400 x 0,056 = 22,4
Chumbo	0,031	500	500 x 0,031 = 15,5

A maior capacidade térmica é a da amostra de cobre.

Resposta: E

- 9) A multiplicação do calor específico (c) pela massa (m) determina a capacidade térmica de cada esfera (C). As massas das esferas são iguais e a esfera de calor específico maior absorve mais calor para fundir a maior massa de gelo (esfera 1). Além disso, a esfera de menor volume produzirá a cavidade com o menor diâmetro e para isso deve ter a massa específica (densidade) de maior valor (esfera 3).
Resposta: C

- 10) O gráfico representa um aquecimento em que houve uma variação de temperatura $\Delta\theta = 80^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 60^{\circ}\text{C}$, de uma amostra de massa $m = 100g$ que recebeu uma quantidade de calor $Q = 1200\text{cal}$.

$$\begin{aligned} Q &= 1200\text{cal} \\ mc\Delta\theta &= 1200\text{cal} \\ 100 \cdot c \cdot 60 &= 1200 \end{aligned}$$

$$c = \frac{1200}{6000} \text{ (cal/g}^{\circ}\text{C)}$$

$$c = 0,20\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$$

Resposta: B

- 11) O calor Q fornecido a uma massa m de água ($c = 1,0\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$) entre 20°C e 60°C ($\Delta\theta = 40^{\circ}\text{C}$), em um intervalo de tempo $\Delta t = 4,0\text{min} = 240s$, por uma fonte de potência térmica $\text{Pot} = 150\text{cal/s}$ pode ser expresso por:

$$Q = \text{Pot} \cdot \Delta t$$

$$mc\Delta\theta = 150 \frac{\text{cal}}{s} \cdot 240(s)$$

$$m \cdot 1,0 \left(\frac{\text{cal}}{g^{\circ}\text{C}} \right) \cdot 40^{\circ}\text{C} = 36000(\text{cal})$$

$$m = \frac{36000}{40}(\text{g})$$

$$m = 100g$$

Resposta: E

- 12) $Q = \text{Pot} \cdot \Delta t$

$$Q = 120\text{J/s} \cdot 24h \cdot 3600s/h \rightarrow \text{o período de 24h deve ser}$$

$$Q = 1,0368 \cdot 10^7\text{J} \quad \text{transformado para segundo (s)}$$

$$Q = \frac{1,0368 \cdot 10^7\text{J}}{4,0 \cdot 10^3\text{J/kcal}} \rightarrow \text{são necessários } 4,0 \cdot 10^3\text{J para formar } 1,0\text{kcal}$$

$$Q = 2,592 \cdot 10^3\text{kcal}$$

$$Q \cong 2,6 \cdot 10^3\text{kcal}$$

Resposta: C

- 13) O gráfico indica que entre 1000s e 2000s ($\Delta t = 1000s$) houve uma variação de temperatura $\Delta\theta = 60^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$ para uma massa $m = 500g$ de água ($c = 4,2\text{J/g}^{\circ}\text{C}$)

$$Q = mc\Delta\theta \rightarrow \text{Pot} \cdot \Delta t = 500g \cdot 4,2\text{J/g}^{\circ}\text{C} \cdot 20^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Pot} \cdot 1000s = 42\,000\text{J}$$

$$\text{Pot} = 42\text{J/s}$$

Resposta: E

- 14)

Potência para a combustão de uma massa M de gás (40 000kJ/kg) em 1h (60min)

Potência para aquecer 1ℓ de água (supondo-se $c = 4000\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$) em 10min de 20°C a 100°C ($\Delta\theta = 80^{\circ}\text{C}$)

A potência do fogão é constante

$$Pot_{gás} = Pot_{água}$$

$$\frac{Q_{gás}}{\Delta t} = \frac{Q_{água}}{\Delta t}$$

$$\frac{M \cdot K}{60min} = \frac{mc\Delta\theta}{\Delta t'}$$

$$\frac{M \cdot 40\,000kJ/kg}{60min} = \frac{1.0kg \cdot 4000J/kg^{\circ}C \cdot 80^{\circ}C}{10min}$$

$$M = \frac{48}{1000} kg$$

$$M = 48g$$

Resposta: C

15) 01) INCORRETA

$$Q_A = Pot \cdot \Delta t_A$$

$$C_A \Delta \theta_A = Pot \cdot \Delta t_A$$

$$C_A (50^{\circ}C - 0^{\circ}C) = 150 \text{ cal/min} \cdot (20min - 0)$$

$$C_A = \frac{3000}{50} \text{ cal/}^{\circ}C$$

$$C_A = 60 \text{ cal/}^{\circ}C$$

02) INCORRETA

$$Q_A = Pot \cdot \Delta t_A$$

$$mc_A \Delta \theta_A = \frac{150 \text{ cal}}{\text{min}} (20min - 0)$$

$$500g \cdot c_A \cdot (50^{\circ}C - 0^{\circ}C) = 3000 \text{ cal}$$

$$c_A = \frac{3000}{25\,000} \text{ cal/}^{\circ}C$$

$$c_A = 0,12 \text{ cal/g}^{\circ}C$$

$$Q_B = Pot \cdot \Delta t_B$$

$$m \cdot c_B \cdot \Delta \theta_B = 150 \text{ cal/min} (15min - 0)$$

$$500g \cdot c_B \cdot (50^{\circ}C - 0^{\circ}C) = 2250 \text{ cal}$$

$$c_B = \frac{2250}{25\,000} \text{ cal/}^{\circ}C$$

$$c_B = 0,09 \text{ cal/g}^{\circ}C$$

$$c_A \neq c_B$$

04) INCORRETA

$$Q_B = Pot \cdot \Delta t_B$$

$$C_B \Delta \theta_B = 150 \text{ cal/min} \cdot (15min - 0)$$

$$C_B \cdot (50^{\circ}C - 0) = 2250 \text{ cal}$$

$$C_B = 45 \text{ cal/}^{\circ}C$$

08) INCORRETA

$$Q_A = Pot \cdot \Delta t_A$$

$$m_A C_A \Delta \theta_A = 150 \text{ cal/min} (5min - 0)$$

$$500g \cdot 0,12 \text{ cal/g}^{\circ}C (\theta_A - 0) = 750 \text{ cal}$$

$$\theta_A = \frac{750}{60} (^{\circ}C)$$

$$\theta_A = 12,5^{\circ}C (\neq 15^{\circ}C)$$

16) CORRETA

$$c_B = 0,09 \text{ cal/g}^{\circ}C$$

Calculado em 02.

32) INCORRETA

A reta que representa o comportamento térmico do líquido B é mais inclinada (calor específico sensível menor).

64) CORRETA

$$c_A = 0,12 \text{ cal/g}^{\circ}C$$

Calculado em 02.

Soma das corretas: 16 + 64 = 80

16) Refrigeração do motor:

$$\text{Calor recebido pela massa de ar (m}_{ar}) = \text{Calor recebido pela água do motor (m}_{água})$$

$$Q_{ar} = Q_{água} \text{ considere } \Delta \theta_{ar} = \Delta \theta_{água} = \Delta \theta:$$

$$m_{ar} \cdot c_{ar} \cdot \Delta \theta = m_{água} \cdot c_{água} \cdot \Delta \theta$$

$$\frac{m_{ar}}{m_{água}} = \frac{c_{água}}{c_{ar}} = \frac{1,0 \text{ cal/g}^{\circ}C}{0,25 \text{ cal/g}^{\circ}C}$$

$$\frac{m_{ar}}{m_{água}} = 4,0$$

Resposta: E

17)

$$\text{Energia consumida por um aparelho elétrico} = \text{Energia utilizada por Pedro, que consome (3000kcal = 12\,000kJ) em 1 dia (86\,400s) em 30 dias (720h)}$$

$$E_{el} = Pot \cdot \Delta t_{mensal}$$

$$E_{el} = \frac{Q_{Pedro}}{\Delta t_{dia}} \cdot \Delta t_{mensal}$$

$$E_{el} = \frac{12\,000 \text{ kJ}}{86\,400 \text{ s}} \cdot 720 \text{ h} = 0,13 \text{ kW} \cdot 720 \text{ h}$$

$$E_{el} = 100,08 \text{ kWh} \cong 100 \text{ kWh}$$

Resposta: C

$$\text{calor total produzido por uma fonte de 250cal/s em 10min (600s)} - \text{calor para aquecer 500g de alumínio (0,23 cal/g°C) e 1,2kg (1200g) de água (1,0cal/g°C) entre 25°C e 100°C}$$

$$18) \text{ Fração de perda de calor (p)} = \frac{\text{calor total produzido por uma fonte de 250cal/s em 10 min (600s)}}{\text{Pot} \cdot \Delta t - [m_c \Delta \theta]_{\text{alumínio}} + (mc \Delta \theta)_{\text{água}}}$$

$$p = \frac{\text{Pot} \cdot \Delta t - [m_c \Delta \theta]_{\text{alumínio}} + (mc \Delta \theta)_{\text{água}}}{\text{Pot} \cdot \Delta t}$$

$$p = \frac{250\text{cal/s} \cdot 600\text{s} - [500\text{g} \cdot 0,23\text{cal/g}^\circ\text{C} \cdot (100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}) + 1200\text{g} \cdot 1,0\text{cal/g}^\circ\text{C} (100^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C})]}{250\text{cal/s} \cdot 600\text{s}}$$

$$p = \frac{150\,000 - [8625 + 90\,000](\text{cal})}{150\,000(\text{cal})} = \frac{51\,375}{150\,000}$$

$$p = 0,3425$$

$$\text{Em porcentagem: } \%p = 0,3425 \cdot 100 \Rightarrow \%p = 34,25\% \text{ (perda entre 30\% e 40\%)}$$

Resposta: C

$$19) \begin{array}{|l} \text{80\% do calor de uma fonte} \\ \text{de potência Pot utilizada} \\ \text{por 5min (300s)} \end{array} = \begin{array}{|l} \text{Calor para aquecer 500g de} \\ \text{água (1,0cal/g}^\circ\text{C} = \\ \text{= 4,0J/g}^\circ\text{C) em 60}^\circ\text{C} \end{array}$$

$$80\% \text{ de } \text{Pot} \cdot \Delta t = Q_{\text{água}}$$

$$0,80 \cdot \text{Pot} \cdot 300(\text{s}) = mc\Delta\theta$$

$$240\text{Pot} = 500\text{g} \cdot 4,0\text{J/g}^\circ\text{C} \cdot 60^\circ\text{C}$$

$$\text{Pot} = \frac{120\,000\text{J}}{240\text{s}} \Rightarrow \text{Pot} = 500\text{W}$$

Resposta: C

$$\begin{aligned} 20) \quad Q &= 12\,972\text{cal} \\ mc\Delta\theta &= 12\,972\text{cal} \\ 1200\text{g} \cdot 0,094\text{cal/g}^\circ\text{C} \cdot \Delta\theta &= 12\,972\text{cal} \\ \Delta\theta &= \frac{12\,972}{112,8} (^\circ\text{C}) \\ \Delta\theta &= 115^\circ\text{C} \\ \frac{\Delta\theta_F}{9} &= \frac{\Delta\theta_c}{5} \\ \frac{\Delta\theta_F}{9} &= \frac{115}{5} \\ \Delta\theta_F &= 207^\circ\text{F} \end{aligned}$$

Resposta: C

■ Módulo 3 – Calorimetria II

1) 1) INCORRETA

Ao receber calor, um corpo pode sofrer mudança de estado físico sem variar sua temperatura.

2) INCORRETA

Se os corpos tiverem massas diferentes, os calores específicos sensíveis devem ser diferentes para produzirem capacidades térmicas de mesmo valor ($C = mc$) e variações de temperaturas iguais ao receberem iguais quantidades de calores iguais.

3) INCORRETA

A temperatura de equilíbrio térmico somente será igual à média aritmética das temperaturas iniciais se os dois corpos tiverem capacidades térmicas iguais.

Resposta: A

2) A temperatura de equilíbrio térmico T é sempre intermediária entre a temperatura menor e a maior. Assim, como $t_B > t_A$, tem-se $t_B > T > t_A$.

Resposta: E

3) Equilíbrio térmico:

$$\begin{array}{|l} \text{Calor cedido por 1000g de} \\ \text{água (1,0cal/g}^\circ\text{C) entre} \\ \text{70}^\circ\text{C e a temperatura } \theta \end{array} + \begin{array}{|l} \text{Calor recebido por 2000g} \\ \text{de água (1,0cal/g}^\circ\text{C) entre} \\ \text{10}^\circ\text{C e a temperatura } \theta \end{array} = 0$$

$$Q_{\text{água a } 70^\circ\text{C}} + Q_{\text{água a } 10^\circ\text{C}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{água a } 70^\circ\text{C}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água a } 10^\circ\text{C}} = 0$$

$$1000\text{g} \cdot 1,0\text{cal/g}^\circ\text{C} (\theta - 70^\circ\text{C}) + 2000\text{g} \cdot 1,0\text{cal/g}^\circ\text{C} \cdot (\theta - 10^\circ\text{C}) = 0$$

$$\theta - 70 + 2(\theta - 10) = 0$$

$$3\theta - 70 - 20 = 0$$

$$3\theta = 90 \Rightarrow \theta = 30^\circ\text{C}$$

Resposta: C

4) Equilíbrio térmico:

$$\begin{array}{|l} \text{Calor recebido pelo} \\ \text{corpo A, de 400g,} \\ \text{0,20cal/g}^\circ\text{C, entre 10}^\circ\text{C e} \\ \text{a temperatura } \theta \end{array} + \begin{array}{|l} \text{Calor cedido pelo corpo} \\ \text{B, de 200g, 0,10cal/g}^\circ\text{C,} \\ \text{entre 60}^\circ\text{C e a} \\ \text{temperatura } \theta \end{array} = 0$$

$$Q_A + Q_B = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_A + (mc\Delta\theta)_B = 0$$

$$400 \cdot 0,20 (\theta - 10) + 200 \cdot 0,10 (\theta - 60) = 0$$

$$80\theta - 800 + 20\theta - 1200 = 0$$

$$100\theta = 2000$$

$$\theta = 20^\circ\text{C}$$

Resposta: C

5) Equilíbrio térmico:

Calor cedido por uma ferradura de ferro (0,200cal/g°C) de 500g entre 800°C e a temperatura θ	+	Calor recebido pela água (1,0cal/g°C) de volume 50ℓ (50000g) entre 25°C e a temperatura θ	= 0
---	---	--	-----

$$Q_{\text{ferro}} + Q_{\text{água}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{ferro}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}} = 0$$

$$500 \cdot 0,200(\theta - 800) + 50\,000 \cdot 1,0(\theta - 25) = 0$$

$$100\theta - 80\,000 + 50\,000\theta - 125\,000 = 0$$

$$50\,100\theta - 1\,330\,000 = 0$$

$$\theta = 26,55^\circ\text{C}$$

Resposta: 26,55°C

6) Equilíbrio térmico:

Calor recebido pelo líquido A entre 40°C e a temperatura θ	+	Calor cedido pelo líquido B entre 80°C e a temperatura θ	= 0
---	---	---	-----

Capacidade térmica do Líquido A $C_A = \frac{Q}{40 - 20} \Rightarrow C_A = \frac{Q}{20}$	Capacidade térmica do Líquido B $C_B = \frac{Q}{80 - 20} \Rightarrow C_B = \frac{Q}{60}$
---	---

$$Q_A + Q_B = 0$$

$$C_A \cdot \Delta\theta_A + C_B \cdot \Delta\theta_B = 0$$

$$\frac{Q}{20}(\theta - 40) + \frac{Q}{60}(\theta - 80) = 0$$

$$\frac{Q}{20}(\theta - 40) = -\frac{Q}{60}(\theta - 80)$$

$$+3(\theta - 40) = -(\theta - 80)$$

$$3\theta - 120 = -\theta + 80$$

$$4\theta = 200$$

$$\theta = 50^\circ\text{C}$$

Resposta: B

7) Equilíbrio térmico:

Calor cedido por 50g de um metal entre 25° e 125°C	+	Calor recebido por 200g de água (1,0cal/g°C) de 20°C a 25°C	= 0
--	---	---	-----

$$Q_{\text{metal}} + Q_{\text{água}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{metal}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}} = 0$$

$$50 \cdot c(25 - 125) + 200 \cdot 1,0(25 - 20) = 0$$

$$-5000c = -1000$$

$$c = 0,20\text{cal}^\circ\text{C}$$

Resposta: B

8) Equilíbrio térmico:

Calor cedido pelo bloco de massa m_1 , calor específico sensível c_1 , entre as temperaturas T_1 e T	+	Calor recebido pelo bloco de massa m_2 , calor específico sensível c_2 , entre as temperaturas T_2 e T	= 0
--	---	--	-----

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1c_1(T - T_1) + m_2c_2(T - T_2) = 0$$

$$m_1c_1T - m_1c_1T_1 + m_2c_2T - m_2c_2T_2 = 0$$

$$m_1c_1T + m_2c_2T = m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2$$

$$T(m_1c_1 + m_2c_2) = m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2$$

$$T = \frac{m_1c_1T_1 + m_2c_2T_2}{m_1c_1 + m_2c_2}$$

Resposta: D

9) $Q_A + Q_B = 0$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{a temperatura final de equilíbrio térmico é a} \\ \text{média aritmética das temperaturas iniciais:} \\ \theta_F = \frac{\theta_A + \theta_B}{2} \end{array} \right.$

$$C_A\Delta\theta_A + C_B\Delta\theta_B = 0 \Rightarrow C_A(\theta_F - \theta_A) + C_B(\theta_F - \theta_B) = 0$$

$$C_A\left(\frac{\theta_A + \theta_B}{2} - \theta_A\right) + C_B\left(\frac{\theta_A + \theta_B}{2} - \theta_B\right) = 0$$

$$C_A\left(\frac{\theta_A + \theta_B - 2\theta_A}{2}\right) + C_B\left(\frac{\theta_A + \theta_B - 2\theta_B}{2}\right) = 0$$

$$C_A\left(\frac{\theta_B - \theta_A}{2}\right) + C_B\left(\frac{\theta_A - \theta_B}{2}\right) = 0$$

$$C_A\left(\frac{\theta_B - \theta_A}{2}\right) = C_B\left(\frac{\theta_A - \theta_B}{2}\right)$$

$$C_A = C_B$$

Resposta: B

10) $Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow C(\theta - \theta_1) + C(\theta - \theta_2) = 0 \Rightarrow C(\theta - \theta_1) = -C(\theta - \theta_2)$
 $\theta - \theta_1 = -\theta + \theta_2$

$$2\theta = \theta_1 + \theta_2 \Rightarrow \theta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$$

Resposta: A

11)

Calor cedido pela água no nível 8 (8m) entre 40°C e a temperatura de ebulição (100°C)	+	Calor recebido pela água de massa M entre 25°C e 40°C	= 0
---	---	---	-----

$$Q_{8m} + Q_M = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{8m} + Q_M = 0$$

$$8mc(40 - 100) + Mc(40 - 25) = 0$$

$$-480mc = -Mc \cdot 15$$

$$M = 32m$$

nível 32

$$\text{Nível final} = 8 + 32 = 40$$

Resposta: D

- 12) Equilíbrio térmico entre os líquidos 1 e 2:

Calor cedido pela massa m do líquido 1 entre 80°C e 50°C	+	Calor recebido pela massa m do líquido 2 entre 20°C e 50°C	= 0
--	---	--	-----

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_2 c_2 \Delta\theta_2 = 0$$

$$mc_1(50 - 80) + mc_2(50 - 20) = 0$$

$$-30mc_1 + 30mc_2 = 0$$

$$c_2 = c_1$$

Equilíbrio térmico entre os líquidos 1, 2 e 3:

Calor cedido pela massa m do líquido 1 (c_1) entre 50°C e a temperatura θ	+	Calor cedido pela massa m do líquido 2 ($c_2 = c_1$) entre 50°C e a temperatura θ	+	Calor recebido pela massa m do líquido 3 ($c_3 = \frac{c_1}{2}$) entre 40°C e a temperatura θ	= 0
--	---	--	---	--	-----

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$m_1 c_1 \Delta\theta_1 + m_2 c_2 \Delta\theta_2 + m_3 c_3 \Delta\theta_3 = 0$$

$$mc_1(\theta - 50) + mc_1(\theta - 50) + m \frac{c_1}{2} (\theta - 40) = 0$$

$$\theta - 50 + \theta - 50 + \frac{\theta}{2} - 20 = 0$$

$$2,5\theta - 120 = 0 \Rightarrow 2,5\theta = 120$$

$$\theta = 48^\circ\text{C}$$

Resposta: C

- 13) Equilíbrio térmico entre os líquidos 1 e 2:

Calor cedido pela massa m do líquido 2 (c_2) entre 25°C e 24°C	+	Calor recebido pela massa m do líquido 1 (c_1) entre 20°C e 24°C	= 0
--	---	--	-----

$$Q_2 + Q_1 = 0$$

$$mc_2(24 - 25) + mc_1(24 - 20) = 0$$

$$-c_2 + 4c_1 \Rightarrow c_2 = 4c_1$$

Equilíbrio térmico entre os líquidos 2 e 3:

Calor cedido pela massa m do líquido 3 (c_3) entre 30°C e a 28°C	+	Calor recebido pela massa m do líquido 2 ($c_2 = 4c_1$) entre 25°C e 28°C	= 0
--	---	---	-----

$$Q_3 + Q_2 = 0$$

$$mc_3(28 - 30) + m \cdot 4c_1 \cdot (28 - 25) = 0$$

$$-2c_3 + 12c_1 = 0 \Rightarrow c_3 = 6c_1$$

Equilíbrio térmico entre os líquidos 1 e 3:

Calor cedido pela massa m do líquido 3 ($c_3 = 6c_1$) entre 30°C e θ	+	Calor recebido pela massa m do líquido 1 (c_1) entre 20°C e θ	= 0
---	---	--	-----

$$Q_3 + Q_1 = 0$$

$$m_3 c_3 \Delta\theta_3 + m_1 c_1 \Delta\theta_1 = 0$$

$$m_3 c_1 (\theta - 30) + m c_1 \cdot (\theta - 20) = 0$$

$$4\theta - 180 = -\theta + 20$$

$$7\theta = 200$$

$$\theta \approx 28,6^\circ\text{C}$$

Calor cedido pela barra de 200g de cobre (0,03cal/g°C) entre θ e 25°C	+	Calor recebido por 200g de água (1,0cal/g°C) entre 20°C e 25°C	+	Calor recebido pelo recipiente de capacidade térmicas $c = 46\text{cal/}^\circ\text{C}$ entre 20°C e 25°C	= 0
--	---	--	---	---	-----

$$Q_{\text{cobre}} + Q_{\text{água}} + Q_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{cobre}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (C\Delta\theta)_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$200 \cdot 0,030 \cdot (25 - \theta) + 200 \cdot 1,0 (25 - 20) + 46(25 - 20) = 0$$

$$150 - 6\theta + 1000 + 230 = 0$$

$$6\theta = 1380$$

$$\theta = 230^\circ\text{C}$$

Resposta: C

- 15) $Q = mc\Delta\theta$

Calor sensível para aquecer o sólido (Q)	=	massa de 1,0g m	x	$c = \frac{c_1 + c_2}{2}$ média aritmética dos calores específicos da variação linear apresentada pelo gráfico	x	$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1$ variação da temperatura mostrada no gráfico (entre 10°C e 20°C)
--	---	-----------------	---	--	---	--

$$Q = 1,0g \cdot \left(\frac{0,50 + 0,60}{2} \right) \text{cal/g}^\circ\text{C} \cdot (20 - 10)^\circ\text{C} = 1,0 \cdot 0,55 \cdot 10(\text{cal})$$

$$Q = 5,5\text{cal}$$

- 16) $E_{\text{água}} = C_{\text{sistema}} \Rightarrow mc_{\text{água}} = C_{\text{sistema}}$

$$m_{\text{água}} \cdot 1,0(\text{cal/g}^\circ\text{C}) = C_{\text{sistema}}$$

$$m_{\text{água}} = C_{\text{sistema}}$$

A equivalência em água pode ser interpretada como a massa de água que tem o mesmo comportamento térmico do sistema.

Resposta: D

Calor recebido pelo calorímetro de equivalência E em água entre 40°C e 20°C	+	Calor cedido por 150g de cobre (0,1cal/g°C) entre 40°C e 120°C	+	Calor recebido por 100g de água (1,0cal/g°C) entre 40°C e 30°C	= 0
---	---	--	---	--	-----

$$Q_{\text{calorímetro}} + Q_{\text{cobre}} + Q_{\text{água}} = 0$$

$$(E\Delta\theta)_{\text{calorímetro}} + (mc\Delta\theta)_{\text{cobre}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}} = 0$$

$$E \cdot (40 - 20) + 150 \cdot 1,0 (40 - 120) + 100 \cdot 1,0(40 - 30) = 0$$

$$20E - 1200 + 1000 = 0$$

$$20E = 200$$

$$E = 10g$$

18)

Calor cedido por calorímetro com equivalência em água E entre 65°C e 90°C	+	Calor cedido por 80g de água (entre 65° e 90°C)	+	Calor recebido por 150g de água entre 65°C e 30°C	= 0
---	---	---	---	---	-----

$$Q_{\text{calorímetro}} + Q_{\text{água quente}} + Q_{\text{água fria}} = 0$$

$$(E \cdot \Delta\theta)_{\text{calorímetro}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água quente}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água fria}} = 0$$

$$E(65 - 90) + 80 \cdot 1,0 (65 - 90) + 150 \cdot 1,0(65 - 30) = 0$$

$$-25E - 2000 + 5250 = 0$$

$$-25E = -3250$$

$$E = 130g$$

Resposta: A

19) $Q_{\text{calorímetro}} + Q_{\text{água quente}} + Q_{\text{água fria}} = 0$ (equilíbrio térmico)

$$(E \cdot \Delta\theta)_{\text{calorímetro}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água quente}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água fria}} = 0$$

$$100 \cdot (40 - 80) + 800 \cdot 1,0 \cdot (40 - 80) + m \cdot 1,0 \cdot (40 - 20) = 0$$

$$-4000 - 32000 + 20m = 0$$

$$20m = 36000$$

$$m = 1800g$$

Resposta: D

20) $Q_{\text{calorímetro}} + Q_{\text{líquido}} + Q_{\text{metal}} = 0$

$$(E \cdot \Delta\theta)_{\text{calorímetro}} + (mc\Delta\theta)_{\text{líquido}} + (mc\Delta\theta)_{\text{metal}} = 0$$

$$20 \cdot (52 - 20) + 200 \cdot 0,80 \cdot (52 - 20) + 500 \cdot c \cdot (52 - 100) = 0$$

$$20 \cdot 32 + 160 \cdot (32) - 500c \cdot 48 = 0$$

$$640 + 5120 - 24000c = 0$$

$$-24000c = -5760$$

$$c = 0,24\text{cal/g}^\circ\text{C}$$

■ Módulo 4 – Mudanças de Estado I

1) Na sequência, temos:

gelo → água: fusão

água → vapor: vaporização

vapor → água: liquefação ou condensação

Resposta: B

2) O calor específico latente de solidificação (L_s) possui o mesmo valor absoluto do calor específico latente de fusão com o sinal trocado.

Exemplo para a água:

$L_f = 80 \text{ cal/g}$ e $L_s = -80 \text{ cal/g}$

Resposta: E

3) $Q = m \cdot L$

$$Q = 80 \cdot 80 \text{ (cal)}$$

$$Q = 6,4 \cdot 10^3 \text{ cal}$$

Resposta: E

4) a) FALSA.

A passagem para o “fogo alto” irá apenas aumentar a quantidade de água que vaporiza. A temperatura da água em ebulição continuará a mesma (observe que a pressão na superfície da água em ebulição praticamente não se altera quando usamos a panela B.

b) FALSA.

Na panela A (panela de pressão), a pressão na superfície da água é maior que na panela B, assim, o aumento de pressão provoca um aumento na temperatura de ebulição da água, abreviando o tempo de cozimento das batatas. Na panela B → pressão atmosférica do local (geralmente 1,0atm), temperatura de ebulição da água: 100°C. Na panela A → pressão aproximada: 2,0 atm, temperatura de ebulição da água: 120°C.

c) CORRETA.

50% do calor total = calor para aquecer a água

$$\frac{50}{100} \cdot Q_{\text{total}} = Q_{\text{água}}$$

$$0,5 \cdot \text{Pot} \cdot \Delta t = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$0,5 \cdot 200\text{cal/s} \cdot \Delta t = 1000g \cdot \frac{1\text{cal}}{g^\circ\text{C}} \cdot (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C})$$

$$100 \cdot \Delta t = 1000 \cdot 80$$

$$\Delta t = 800s$$

$$\Delta t = 13\text{min e } 20s$$

50 % do calor total = calor para vaporizar a água

$$0,50 \cdot Q_{\text{total}} = Q_{\text{vaporização}}$$

$$0,50 \cdot \text{Pot} \cdot \Delta t = m \cdot L$$

$$0,50 \cdot 200 \text{ cal/s} \cdot \Delta t = 1000 \text{ g} \cdot 540 \text{ cal/g}$$

$$\Delta t = \frac{540000}{100} \text{ (s)}$$

$$\Delta t = 5400s \Rightarrow \Delta t = 1 \text{ hora e } 30 \text{ minutos}$$

d) FALSA.

Calor de combustão da massa de gás = 2 x calor para aquecer a água.

$Q_{\text{gás}} = 2 Q_{\text{água}}$ (de cada 2 calorias fornecidas pelo gás, a água recebe 1,0 cal)

$$m' \cdot C_{\text{gás}} = 2 mc\Delta\theta$$

$$m' \cdot 1 \cdot 10^4 = 2 \cdot 1000 \cdot 1 (100 - 20)$$

$$m' = 16g \text{ de gás}$$

e) FALSA. $Q_{\text{gás}} = 2 Q_{\text{vaporização}}$

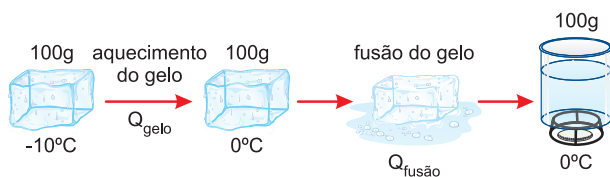
$$m'' \cdot C_{\text{gás}} = 2 \cdot m \cdot L_v$$

$$m'' \cdot 1,0 \cdot 10^4 = 2 \cdot 1000 \cdot 540$$

$$m'' = 108g \text{ de gás}$$

Resposta: C

5)



$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{gelo}} + Q_{\text{fusão}}$$

$$Q_{\text{total}} = (mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} + (mL)_{\text{fusão}}$$

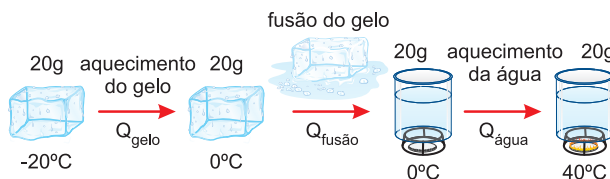
$$Q_{\text{total}} = 100 \cdot 0,5 [0 - (-10)] + 100 \cdot 80 (\text{cal})$$

$$Q_{\text{total}} = 500\text{cal} + 8000\text{cal} = 8500\text{cal}$$

$$Q_{\text{total}} = 8,5 \cdot 10^3 \text{cal}$$

Resposta: D

6)



$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{gelo}} + Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água}}$$

$$Q_{\text{total}} = (mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} + (mL)_{\text{fusão}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}}$$

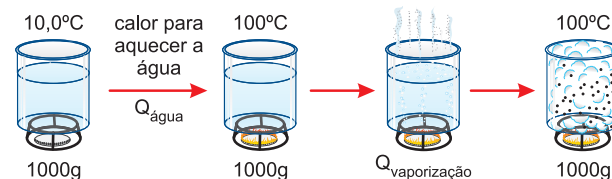
$$Q_{\text{total}} = 20 \cdot 0,5 \cdot [0 - (-20)] + 20 \cdot 80 + 20 \cdot 1,0 (40 - 0) (\text{cal})$$

$$Q_{\text{total}} = 200 + 1600 + 800 (\text{cal})$$

$$Q_{\text{total}} = 2600\text{cal}$$

Resposta: C

7)



$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{água}} + Q_{\text{vaporização}}$$

$$Q_{\text{total}} = (mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (mL)_{\text{vaporização}}$$

$$Q_{\text{total}} = 1000 \cdot 1,0 (100 - 10) + 1000 \cdot 540 (\text{cal})$$

$$Q_{\text{total}} = 90000 + 540000 (\text{cal})$$

$$Q_{\text{total}} = 630000 \text{cal}$$

$$Q_{\text{total}} = 6,3 \cdot 10^5 \text{cal}$$

Resposta: E

8)

$Q_{\text{total}} = 10000\text{cal}$		
(1000cal)	(8000cal)	(1000cal)
Calor para aquecer 100g de gelo entre -20°C e 0°C $Q_{\text{gelo}} = mc\Delta\theta$ $Q_{\text{gelo}} = 100 \cdot 0,5 [0 - (-20)] (\text{cal})$	Calor para fundir o gelo $Q_{\text{fusão}} = mL$ $Q_{\text{fusão}} = 100 \cdot 80 (\text{cal})$	Restam 1000 cal para aquecer 100g de água de 0°C à temperatura θ $Q_{\text{água}} = mc\Delta\theta$ $1000 = 100 \cdot 1,0 (\theta - 0)$
$Q_{\text{gelo}} = 1000\text{cal}$	$Q_{\text{fusão}} = 8000\text{cal}$	$\theta = 10^\circ\text{C}$

Resposta: 10°C

9)

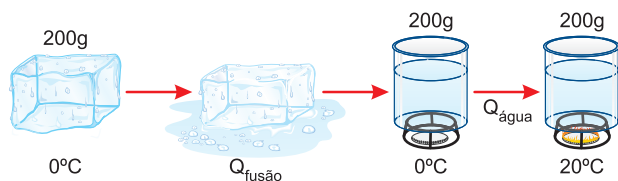
$Q_{\text{total}} = 6000\text{cal}$			
(100cal)	(800cal)	(1000 cal)	(4100 cal)
Calor para aquecer 10g de gelo de -20°C a 0°C $Q_{\text{gelo}} = mc\Delta\theta$ $Q_{\text{gelo}} = 10 \cdot 0,5 [0 - (-20)] (\text{cal})$	Calor para fundir 10g de gelo a 0°C $Q_{\text{fusão}} = mL$ $Q_{\text{fusão}} = 10 \cdot 80 (\text{cal})$	Calor para aquecer 10g de água de 0°C a 100°C $Q_{\text{água}} = mc\Delta\theta$ $Q_{\text{água}} = 10 \cdot 1,0 (100 - 0) (\text{cal})$	Restam 4100 cal para vaporizar uma massa m' de água a 100°C $Q_{\text{vaporização}} = m'L$ $4100 = m' \cdot 540$
$Q_{\text{gelo}} = 100\text{cal}$	$Q_{\text{fusão}} = 800\text{cal}$	$Q_{\text{água}} = 1000\text{cal}$	$m' \cong 7,6\text{g}$ (2,4g não se vaporizam) mistura de água e vapor a 100°C

Resposta: B

$Q_{\text{total}} = 9,0 \text{ kcal} = 9000 \text{ cal}$	
(8 000 cal)	(1 000 cal)
Calor para fundir 100g de gelo a 0°C $Q_{\text{fusão}} = mL$ $Q_{\text{fusão}} = 100 \cdot 80 \text{ (cal)}$	1000 cal para aquecer 100g de água de 0°C à temperatura θ $Q_{\text{água}} = mc\Delta\theta$ $1000 = 100 \cdot 1,0 \cdot (\theta - 0)$
$Q_{\text{fusão}} = 8000 \text{ cal}$	$\theta = 10^\circ\text{C}$

Resposta: D

- 11) $Q_{\text{fusão}} = 8000 \text{ cal} \Rightarrow mL = 8000 \Rightarrow 100 \cdot L = 8000 \Rightarrow L = 80 \text{ cal/g}$
 $Q_{\text{água}} = 1000 \text{ cal} \Rightarrow mc\Delta\theta = 1000$
 $100 \cdot c \cdot 10 = 1000 \Rightarrow c = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$



$$Q_{\text{total}} = Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água}} = mL + mc\Delta\theta$$

$$Q_{\text{total}} = 200 \cdot 80 + 200 \cdot 1,0 (20 - 0) \text{ (cal)} = 16000 \text{ cal} + 4000 \text{ cal}$$

$$Q_{\text{total}} = 20000 \text{ cal}$$

Resposta: 20 000cal

- 12) $Q_{\text{total}} = 20000 \text{ cal}$ e 500g de gelo a 0°C

Massa m de gelo a 0°C que se funde com 20 000cal:

$$Q_{\text{fusão}} = mL$$

$$20000 = m \cdot 80$$

$$m = 250 \text{ g}$$

Sobram 250g de gelo a 0°C .

Resposta: B

- 13) 1ª parte

$$Q_{\text{latente}} = 80 Q_{\text{sensível}}$$

$$m \cdot L_F = 80 \cdot m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

$$1,0 \cdot L_F = 80 \cdot 1,0 \cdot c \cdot 1,0$$

$$L_F = 80c$$

2ª parte

$$\frac{1}{2} \cdot \Delta t_{\text{gelo}} = \Delta t_{\text{água}}$$

Como: Pot $\Delta t = Q$

$$\Delta t = \frac{Q}{\text{Pot}}$$

Então:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{mL}{\text{Pot}} = \frac{mc\Delta\theta}{\text{Pot}}$$

$$L = 2c \cdot \Delta\theta$$

$$\text{Mas } L = 80c$$

Portanto:

$$80c = 2c \Delta\theta$$

$$\Delta\theta = 40^\circ\text{C}$$

Resposta: B

- 14) $\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\text{calor latente para vaporizar a massa M de água a } 100^\circ\text{C}}{\text{calor sensível para aquecer a massa M de água de } 0^\circ\text{C a } 100^\circ\text{C}}$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{M \cdot L}{Mc\Delta\theta} = \frac{540}{1,0 (100 - 0)}$$

$$\frac{Q_2}{Q_1} = 5,4$$

Resposta: D

- 15) Equacionando-se as quantidades de calor trocadas entre o alumínio e a água, temos:

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

$$(mc\Delta\theta)_{\text{Al}} + [(mc\Delta\theta) + (mL_v)]_{\text{água}} = 0$$

Como apenas uma pequena massa de água vaporizou-se e a experiência ocorre sob pressão normal, a temperatura final de equilíbrio térmico é 100°C .

$$m \cdot 0,2 \cdot (100 - 180) + 100 \cdot 1 \cdot (100 - 80) + 6 \cdot 540 = 0$$

$$-16m + 2000 + 3240 = 0$$

$$16m = 5240$$

$$m = 327,5 \text{ g}$$

Resposta: D

Calor de combustão de 7,0kg do combustível (2000kcal/kg)	=	Calor para aquecer 100kg de gelo (0,50kcal/kg) entre -20°C e 0°C	+	Calor para fundir 100kg de gelo a 0°C (80kcal/kg)	+	Calor para aquecer 100kg de água entre 0°C e a temperatura θ (1,0kcal/kg $^\circ\text{C}$)
--	---	---	---	---	---	---

$$Q_{\text{combustão}} = Q_{\text{gelo}} + Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água}}$$

$$M \cdot C = (mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} + (mL)_{\text{fusão}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}}$$

$$7,0 \cdot 2000 = 100 \cdot 0,5 [0 - (-20)] + 100 \cdot 80 + 100 \cdot 1,0 \cdot (\theta - 0)$$

$$14000 = 1000 + 8000 + 100 \theta$$

$$14000 - 9000 = 100 \theta$$

$$5000 = 100 \theta \Rightarrow \theta = 50^\circ\text{C}$$

Resposta: B

- 17) Calor total = calor fornecido por uma fonte térmica de potência 900cal/s em 50s

$$Q_{\text{total}} = \text{Pot} \cdot \Delta t \Rightarrow Q_{\text{total}} = 900\text{cal/s} \cdot 50\text{s} = 45\,000\text{cal}$$

$Q_{\text{total}} = 45\,000\text{cal}$	
(2500cal)	(42 500cal)
calor para aquecer 1,0 kg (1000g) de gelo de $-5,0^{\circ}\text{C}$ a 0°C	calor para fundir uma massa m' de gelo (80cal/g) a 0°C
$Q_{\text{gelo}} = mc\Delta\theta$ $Q_{\text{gelo}} = 1000 \cdot 0,5 [0 - (-5,0)] \text{ (cal)}$	$Q_{\text{fusão}} = m' \cdot L$ $42\,500 = m' \cdot 80$
$Q_{\text{gelo}} = 2500 \text{ cal}$	$m' = 531,25\text{g}$

Massa de gelo que sobra = $1000\text{g} - 531,25\text{g} = 468,75\text{g}$

Resposta: A quantidade de calor fornecida pelo aquecedor não derreterá totalmente a massa de gelo. Sobrarão 468,75g de gelo (0°C).

- 18)
- | | | | | | | |
|---|---|--|---|-----------------------------------|---|---|
| Calor para aquecer 100g de água (1,0cal/g°C) entre 20°C e 100°C | + | Calor para aquecer o recipiente de capacidade térmica de 100 cal/°C entre 20°C e 100°C | + | Calor para vaporizar 2,0g de água | = | Calor fornecido por uma fonte térmica de potência 500cal/min em 34min |
|---|---|--|---|-----------------------------------|---|---|

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{recipiente}} + Q_{\text{vaporização}} = Q_{\text{total}}$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (C \cdot \Delta\theta)_{\text{recipiente}} + (mL)_{\text{vaporização}} = \text{Pot} \cdot \Delta t$$

$$100 \cdot 1,0 \cdot (100 - 20) + 100 (100 - 20) + 2,0 \cdot L = 500 \cdot 34$$

$$8000 + 8000 + 2,0L = 17000$$

$$2,0L = 17000 - 16000$$

$$L = \frac{1000}{2} \text{ cal/g} \Rightarrow L = 500\text{cal/g}$$

Resposta: C

- 19)
- | | | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|---|
| Calor fornecido por um aquecedor de potência $6,272 \cdot 10^3\text{W}$ num tempo Δt | = | Calor para fundir 20g de gelo a 0°C (80cal/g) | + | Calor para aquecer 100g de água entre 0°C e 100°C (1,0cal/g°C) | + | Calor para vaporizar 20% de 100g de água a 100°C (540cal/g) | $\cdot 4,2 \frac{\text{J}}{\text{cal}}$ |
|--|---|---|---|--|---|---|---|

$$Q_{\text{total}} = (Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água}} + Q_{\text{vaporização de 20\%}}) \cdot 4,2\text{J/cal}$$

$$\text{Pot} \cdot \Delta t = [(mL)_{\text{fusão}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (0,20mL)_{\text{vaporização}}] \cdot 4,2\text{J/cal}$$

$$6,272 \cdot 10^3 \cdot \Delta t = [20 \cdot 80 + 100 \cdot 1,0 (100 - 0) + 0,20 \cdot 100 \cdot 540] \cdot 4,2\text{J/cal}$$

$$6\,272\Delta t = [1600 + 10000 + 10800] \cdot 4,2$$

$$\Delta t = \frac{22400 \cdot 4,2}{6272} \text{ (s)} = \frac{94080}{6272} \text{ (s)} \Rightarrow \Delta t = 15\text{s}$$

Resposta: 15s

- 20) a) Calor perdido por min = $750 \cdot 60(\text{J}) = 45\,000\text{J}$

$$\text{Taxa de perda de água} = \frac{45\,000}{2500} \text{ (g)} = 18\text{g} = 0,018\text{kg por minuto}$$

$$\text{b) } M = 0,018 \cdot 30 \text{ (kg)} = 0,54\text{kg} = 0,54\ell \text{ em meia hora}$$

Respostas: a) $1,8 \cdot 10^{-2}\text{kg/min}$

b) 0,54ℓ

■ Módulo 5 – Mudanças de Estado II

- 1 No trecho BC ocorre a fusão, na qual coexistem os estados sólido e líquido.

Resposta: C

- 2) A fusão ocorre a 0°C, no patamar formado entre os instantes t_1 e t_2

Resposta: D

- 3) a) FALSA. A temperaturas inferiores a 40°C, o corpo está no estado sólido.
b) FALSA. A temperaturas acima de 40°C, o corpo está, inicialmente, no estado líquido.
c) FALSA. No intervalo de 0°C a 40°C, ocorre aquecimento do líquido.
d) FALSA. De 0°C a 120°C, o corpo passa do estado sólido para o líquido.
e) VERDADEIRA. A 40°C, o corpo sofre fusão.

Resposta: E

- 4) Entre 0°C e 40°C, ocorre o aquecimento do líquido:

$$Q_{\text{líquido}} = 400\text{cal} - 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{líquido}} = 400\text{cal}$$

$$40 \cdot c \cdot (40 - 0) = 400$$

$$1600c = 400$$

$$c = \frac{400}{1600}(\text{cal/g}^\circ\text{C}) = \frac{1}{4} \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$c = 0,25\text{cal/g}^\circ\text{C}$$

Resposta: B

- 5) $Q_{\text{vaporização}} = 400\text{cal} - 200\text{cal}$

$$mL = 200\text{cal}$$

$$20 \cdot L = 200 \Rightarrow L = 10\text{cal/g}$$

Resposta: A

- 6) a) Temperatura de fusão: $\theta_F = 300\text{K}$

b) Etapa(1) do gráfico (fase sólida):

$$Q_1 = 50\text{J} - 0 \Rightarrow (mc\Delta\theta)_1 = 50\text{J}$$

$$2,0 \cdot c \cdot (300 - 250) = 50$$

$$100c = 50$$

$$c = 0,50\text{cal/g}^\circ\text{C}$$

Respostas: a) 300K b) 0,50 cal/g°C

- 7) I) FALSA.

$$Q_{\text{líquido}} = 6,0\text{kcal}$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{líquido}} = 6000\text{cal}$$

$$200 c_L (80 - 20) = 6000$$

$$c_L = \frac{6000}{12000}(\text{cal/g}^\circ\text{C})$$

$$c_L = 0,50\text{cal/g}^\circ\text{C}$$

- II) FALSA. A temperatura de ebulição é 80°C.

- III) VERDADEIRA.

$$Q_{\text{vaporização}} = 18\text{kcal} - 6,0\text{kcal}$$

$$mL = 12\text{kcal} \Rightarrow 200 \cdot L = 12000 \Rightarrow L = 60\text{cal/g}$$

- IV) VERDADEIRA.

$$Q_{\text{vapor}} = 24\text{kcal} - 18\text{kcal}$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{vapor}} = 6,0\text{kcal}$$

$$200 \cdot c \cdot (120 - 80) = 6000$$

$$c_V = \frac{6000}{8000}(\text{cal/g}) \Rightarrow c_V = 0,75\text{cal/g}$$

Resposta: E

- 8) Calor necessário para a fusão a 50°C:

$$Q_{\text{fusão}} = 200\text{cal} - 150\text{cal} \Rightarrow Q_{\text{fusão}} = 50\text{cal}$$

Fase líquida entre 50°C e 150°C:

$$Q_{\text{líquido}} = 300\text{cal} - 200\text{cal} \Rightarrow (mc\Delta\theta)_{\text{líquido}} = 100\text{cal}$$

$$100c(150 - 50) = 100 \Rightarrow c = \frac{100}{10000} \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$c = 0,01 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Resposta: A

- 9) Na fase sólida: $Q_1 = 1000\text{cal} \Rightarrow mc\Delta\theta = 1000\text{cal}$

$$m \cdot 0,50 \cdot [0 - (-10)] = 1000 \Rightarrow 5m = 1000$$

$$m = 200\text{g}$$

Resposta: A

- 10) 01 – FALSA. São duas as mudanças de estado (os patamares), a 40°C e a 80°C.

02 – FALSA. A fusão do sólido ocorre a 40°C.

04 – VERDADEIRA.

08 – VERDADEIRA.

16 – VERDADEIRA. Está acontecendo a fusão do sólido.

Resposta: 28 (corretas: 04, 08 e 16)

- 11) I – F; II – F; III – V

Como não há diferença de temperatura entre a água e o gelo, não haverá fluxo de calor entre eles.

Resposta: B

- 12)

Calor cedido pela massa M de água (1,0cal/g°C) para reduzir a temperatura T a 0°C

+ Calor recebido para a fusão (80cal/g) da massa m de gelo a 0°C

= 0

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{fusão}} = 0$$

$$(Mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (ML)_{\text{fusão}} = 0$$

$$M \cdot 1,0 (0 - T) + M \cdot 80 = 0$$

$$-M \cdot T = -M \cdot 80$$

$$T = 80^{\circ}\text{C}$$

Resposta: 80°C

13) $m_{\text{água}} = 100 - m_{\text{gelo}}$

$$Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água do gelo}} + Q_{\text{água}} = 0$$

$$(mL_F)_{\text{gelo}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água do gelo}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}} = 0$$

$$m_{\text{gelo}} \cdot 80 + m_{\text{gelo}} \cdot 1 (40 - 0) + (100 - m_{\text{gelo}}) \cdot 1 (40 - 80) = 0$$

$$80 m_{\text{gelo}} + 40 m_{\text{gelo}} - 4000 + 40 m_{\text{gelo}} = 0$$

$$160 m_{\text{gelo}} = 4000$$

$$m_{\text{gelo}} = 25\text{g}$$

Resposta: C

14) Calor para aquecer a massa m de gelo entre -80°C e 0°C ($0,5\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$) + Calor para fundir a massa m de gelo a 0°C (80cal/g) + Calor para resfriar a massa m de água de 80°C a 0°C ($1,0\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$) = 0

$$Q_{\text{gelo}} + Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} + (mL)_{\text{fusão}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}} = 0$$

$$m \cdot 0,5 [0 - (-80)] + m \cdot 80 + M \cdot 1,0 (0 - 80) = 0$$

$$40m + 80m - 80m = 0$$

$$-80 M = -120 m$$

$$\frac{M}{m} = \frac{120}{80}$$

$$\frac{M}{m} = 1,5$$

Resposta: C

15) Calor cedido pela massa M de água ($1,0\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$) de 20°C para 10°C + Calor recebido por 50g de gelo para a fusão (80cal/g) a 0°C + Calor recebido por 50g de água do gelo ($1,0\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$) entre 0°C e 10°C + Calor recebido para aquecer 50g de gelo ($0,50\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$) entre -20°C e 0°C = 0

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água do gelo}} + Q_{\text{gelo}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (mL)_{\text{fusão}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água do gelo}} + (mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} = 0$$

$$M \cdot 1,0 (10 - 20) + 50 \cdot 80 + 50 \cdot 1,0 (10 - 0) + 50 \cdot 0,50 [0 - (-20)] = 0$$

$$-10M + 4000 + 500 + 500 = 0 \Rightarrow -10M = -5000 \Rightarrow M = 500\text{g}$$

Resposta: D

16)

Calor cedido por 50g de água (1,0cal/g°C) entre 26°C e a temperatura de equilíbrio θ	+	Calor recebido para aquecer 10g de gelo entre -16°C e 0°C (0,5cal/g°C)	+	Calor recebido para aquecer 10g de água do gelo (1,0cal/g°C) entre 0°C e θ	+	Calor recebido para fundir 10g de gelo a 0°C (80cal/g)	= 0
---	---	--	---	---	---	--	-----

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{gelo}} + Q_{\text{água do gelo}} + Q_{\text{fusão}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água do gelo}} + (mL)_{\text{fusão}} = 0$$

$$50 \cdot 1,0 \cdot (\theta - 26) + 10 \cdot 0,5 [0 - (-16)] + 10 \cdot 1,0 (\theta - 0) + 10 \cdot 80 = 0$$

$$50\theta - 1300 + 80 + 10\theta + 800 = 0$$

$$60\theta - 420 = 0$$

$$60\theta = 420$$

$\theta = 7^{\circ}\text{C}$

Resposta: D

17)

Calor cedido por 1000g de água (1,0 cal/g°C) entre 14°C e θ	+	Calor recebido para fundir 100g de gelo (80cal/g) a 0°C	+	Calor recebido para aquecer 200g de água do gelo e da mistura entre 0°C e θ	= 0
--	---	---	---	--	-----

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água da mistura}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (mL)_{\text{fusão}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água da mistura}} = 0$$

$$1000 \cdot 1,0 (\theta - 14) + 100 \cdot 80 + 200 \cdot 1 (\theta - 0) = 0$$

$$1000\theta - 14000 + 8000 + 200\theta = 0$$

$$1200\theta - 6000 = 0$$

$$1200\theta = 6000$$

$$\theta = \frac{6000}{1200} (^{\circ}\text{C})$$

$\theta = 5,0^{\circ}\text{C}$

Resposta: 5,0°C

18) 1) Esfriar a água até 0°C:

$$Q_1 = mc\Delta\theta = 200 \cdot 1,0 \cdot (0 - 20)\text{cal} = -4000\text{cal}$$

2) Aquecer o gelo até 0°C:

$$Q_2 = mc\Delta\theta = 80 \cdot 0,5 \cdot [0 - (-20)]\text{cal} = +800\text{cal}$$

3) Derreter o gelo:

$$Q_3 = mL = 80 \cdot 80\text{cal} = +6400\text{cal}$$

Para derreter o gelo, é necessária mais energia do que se tem, assim, apenas uma parcela do gelo sofre fusão:

$$Q = mL$$

$$(4000 - 800) = m \cdot 80 \Rightarrow m = 40\text{g}$$

A temperatura final será 0°C, restando 40g de gelo.

Resposta: B

19)

Calor cedido por 400g de água para reduzir a temperatura de 25°C a θ (1,0cal/g°C)	+	Calor recebido por 100g de gelo entre -30°C e 0°C (0,50cal/g°C)	+	Calor recebido para fundir 100g de gelo a 0°C (80cal/g)	+	Calor recebido para aquecer 100g de água do gelo entre 0°C e θ (1,0cal/g°C)	= 0
--	---	---	---	---	---	--	-----

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{gelo}} + Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água do gelo}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} + (mL)_{\text{fusão}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água do gelo}} = 0$$

$$400 \cdot 1,0 (\theta - 25) + 100 \cdot 0,5 [0 - (-30)] + 100 \cdot 80 + 100 \cdot 1,0 (\theta - 0) = 0$$

$$400 \theta - 10\,000 + 50 \cdot 30 + 8\,000 + 100 \theta = 0$$

$$500 \theta - 10\,000 + 1\,500 + 8\,000 = 0$$

$$500 \theta = 500 \Rightarrow \theta = 1,0^\circ\text{C}$$

Resposta: $1,0^\circ\text{C}$

■ Módulo 6 – Transmissão de Calor

- 1) Nos sólidos, o calor se propaga através da vibração das partículas constituintes. Nos líquidos, a energia é transmitida pelas moléculas que são deslocadas pelas correntes de convecção.

Resposta: D

- 2) Como a placa está a uma temperatura maior do que a da água, ao desligar a chama, ela continuará irradiando calor, e isso fará com que a chaleira l apite por mais tempo.

Resposta: A

- 3) Os metais são bons condutores de calor, pois possuem maior coeficiente de condutibilidade térmica. Já os vidros são maus condutores, chamados então de isolantes térmicos.

Resposta: A

- 4) A energia do Sol incide na atmosfera, aquecendo-a. Como o gás carbônico (CO_2) é transparente à luz visível e opaco ao infravermelho, essas ondas de calor ficam concentradas na atmosfera, aumentando assim a temperatura média do planeta. A esse fenômeno, dá-se o nome de efeito estufa.

Resposta: A

- 5) A lâ é péssima condutora de calor. Assim, ao deitarmos sob os cobertores, a energia emitida pelo nosso corpo não sai para o meio ambiente.

Resposta: C

- 6) Como na transmissão de calor por convecção a energia é transmitida com as partículas, ela só é possível nos fluidos (líquidos e gases) e na presença de gravidade.

Resposta: E

- 7) A lâmpada aquece o ar em sua volta. Esse aumento de temperatura altera a densidade do sistema de partículas, fazendo com que elas se desloquem. O movimento das pás do ventilador é causado pelas correntes de convecção do ar aquecido.

Resposta: A

- 8) *Radiômetro*: movimento da hélice por fonte de radiação externa, que é absorvida pelo lado negro das pás.

Garrafa Térmica (ou vaso de Dewar): o vácuo existente entre as superfícies de vidro evita perdas de calor por condução térmica. A superfície espelhada reflete as ondas de calor internamente, evitando assim perdas por radiação. Já a convecção é evitada mantendo-se a garrafa fechada.

Geladeira: o ar resfriado no congelador desce, por ser mais denso, o que configura as correntes de convecção.

Estufa: com a entrada da luz solar, todo o solo e flores são aquecidos, emitindo radiação infravermelha. Os vidros são atêrmicos a esse tipo de radiação.

Coletor solar: utiliza a energia solar (radiação) para o aquecimento da água sob a placa térmica.

Resposta: C

- 9) I. V. Os vidros são isolantes térmicos.
II. F. O vácuo impede trocas de calor por condução térmica.
III. V. Os raios refletem-se na superfície espelhada, concentrando a energia no interior da garrafa.
IV. V. O líquido não trocará calor com o meio externo, evitando assim o seu resfriamento.

Resposta: C

- 10) O ferro é um bom condutor. Possui alta condutividade térmica; por isso, ao tocá-lo, a transferência de energia será maior. Essa perda acelerada do calor fará com que a pessoa sinta mais frio com a mão esquerda.

Resposta: D

- 11) I. F. O reservatório deve ser feito de um material isolante.
II. V. O vidro é opaco ao calor.
III. V. O corpo enegrecido é um bom absorvedor de energia.

Resposta: E

- 12) O vidro permite a entrada da luz solar. Esta aquece todo o interior do carro. Como o vidro é opaco, ou seja, não permite a passagem dos raios infravermelhos, a temperatura interna fica elevadíssima.

Resposta: A

$$13) \text{ a) } \Phi_{\text{cal}} = \frac{K A (T_{\text{água}} - T_{\text{ar}})}{L} = \frac{4,0 \cdot 10^{-3} \cdot 2,0 \cdot 10^{-4} [0 - (-10)]}{5,0} \text{ (cal/s)}$$

$$\Phi_{\text{cal}} = \frac{8,0 \cdot 10^2}{5,0} \text{ cal/s} = 1,6 \cdot 10^2 \text{ cal/s}$$

$$\text{ b) } \rho_g = \frac{M}{V} \Rightarrow M = \rho_g V = \rho_g A \cdot L = 0,90 \cdot 2 \cdot 10^4 \cdot 10(\text{g})$$

$$M = 1,8 \cdot 10^5 \text{ g}$$

$$Q = M L_s = 1,8 \cdot 10^5 (-80)(\text{cal}) = -1,44 \cdot 10^7 \text{ cal}$$

$$\text{ Respostas: a) } 1,6 \cdot 10^2 \text{ cal/s}$$

$$\text{ b) } |Q| = 1,4 \cdot 10^7 \text{ cal}$$

- 14) Cálculo do fluxo de calor conforme a figura I:

$$\Phi_I = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{10}{2} \text{ (cal/min)} = 5 \text{ cal/min}$$

$$\frac{C S \Delta \theta}{L} = 5 \text{ cal/min}$$

Cálculo do fluxo de calor conforme a figura II:

$$\Phi_{II} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{C \cdot 2S \cdot \Delta Q}{4/2} = 4 \frac{C S \Delta Q}{L}$$

$$\frac{Q}{\Delta t} = 4 \cdot 5 \text{ (cal/min)} = 20 \text{ cal/min}$$

$$\frac{10}{\Delta t} = 20 \Rightarrow \Delta t = 0,5 \text{ min}$$

Resposta: E

15) a) $Q = \frac{0,5 (T_A - T_B) St}{L}$
 $Q = \frac{0,5 (100 - 0) \cdot 10 \cdot 1,0}{50} \text{ (cal)} = 10\text{cal}$

b) Em 40s $\Rightarrow Q = 10 \cdot 40\text{(cal)} = 400\text{cal}$
 $Q = M L_f$
 $400 = M \cdot 80 \Rightarrow M = 5\text{g}$

Respostas: a) $Q = 10\text{cal}$
b) $M = 5\text{g}$

16) $S = 210 \cdot 80\text{(cm}^2\text{)} = 16800\text{cm}^2$

$\Phi = \frac{C S \Delta\theta}{L} = \frac{3 \cdot 10^{-4} \cdot 16800 \cdot 50}{3} \text{ (cal/s)} = 84\text{cal/s}$

$\Phi = 84\text{cal/s}$

17) $\Phi = \frac{C S \Delta\theta}{L} \Rightarrow \frac{\Phi}{S} = \frac{C \Delta\theta}{L}$

$\frac{\Phi/S \text{ (V)}}{\Phi/S \text{ (T)}} = \frac{\frac{C \Delta\theta}{L} \text{ (V)}}{\frac{C \Delta\theta}{L} \text{ (T)}} = \frac{C_V}{C_T} \cdot \frac{L_T}{L_V} = \frac{1,00}{2,5 \cdot 10^{-3}} \cdot \frac{180 \cdot 10^{-3}}{0,12}$

$\frac{\Phi/S \text{ (V)}}{\Phi/S \text{ (T)}} = 600$

Resposta: D

FRENTE 3 – ELETRICIDADE

■ Módulo 1 – Corrente Elétrica

1) Carga: $Q = 10\text{C}$ Corrente: $i = \frac{Q}{\Delta t}$ $i = \frac{10\text{C}}{2\text{s}} = 5,0\text{A}$
 $i = 5,0\text{A}$

Tempo: $\Delta t = 2\text{s}$
Resposta: D

2) $Q = 12\text{C}$
 $\Delta t = 1 \text{ minuto} = 60\text{s}$
 $i = ?$ $i = \frac{Q}{\Delta t}$ $i = \frac{12}{60} \frac{\text{C}}{\text{s}} = \frac{1}{5} = 0,2\text{A} \Rightarrow i = 0,2\text{A}$

Resposta: B

3) $i = 2,0\text{mA} = 2,0 \cdot 10^{-3}\text{A}$
 $Q = ?$
 $\Delta t = 1 \text{ minuto} = 60\text{s}$
Como $i = \frac{Q}{\Delta t}$, a carga é dada por:
 $Q = i \cdot \Delta t$; $Q = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 60 = 120 \cdot 10^{-3} = 0,12\text{A} \Rightarrow Q = 0,12\text{C}$
Resposta: B

4) $i = 16\text{A}$

Carga de 1 elétron: $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$

N° de elétrons = ?

$\Delta t = 1 \text{ minuto} = 60\text{s}$

Há duas maneiras de resolvermos o problema:

a) Primeiro encontramos a carga total que passa pelo condutor:

$i = \frac{Q}{\Delta t}$; $Q = i \cdot \Delta t$

$Q = 16 \cdot 60 = 960\text{C} \Rightarrow Q = 960\text{C}$

$1 \text{ elétron} \text{ — } 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$
 $n \text{ elétrons} \text{ — } 960\text{C}$
 $\left. \begin{array}{l} 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot n = 960 \\ n = \frac{9,6 \cdot 10^2}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,0 \cdot 10^{21} \text{ elétrons} \end{array} \right\}$

b) Sabemos que a carga total Q é dada por $Q = i \cdot \Delta t$ e $Q = n \cdot e$

Igualando, temos $Q = Q$; $n \cdot e = i \cdot \Delta t$ $n = \frac{i \cdot \Delta t}{e}$;

$n = \frac{16 \cdot 60}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 6,0 \cdot 10^{21} \text{ elétrons.}$

$n = 6,0 \cdot 10^{21} \text{ elétrons}$

Resposta: C

5) $i = 20\text{A}$

$\Delta t = 5\text{s}$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$

$n = ?$

$n = \frac{i \cdot \Delta t}{e}$;

$n = \frac{20 \cdot 5}{1,6 \cdot 10^{-19}} = \frac{20 \cdot 5}{16 \cdot 10^{-20}} = \frac{5}{4} \cdot \frac{5}{10^{-20}} = 1,25 \cdot 5 \cdot 10^{20}$

$n = 6,25 \cdot 10^{20} \text{ elétrons}$

Resposta: D

6) $n = 5 \cdot 10^{18} \text{ elétrons}$

$\Delta t = 2\text{s}$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$

$i = ?$

Sabemos que a carga total é proporcional ao número de elétrons: $Q = n \cdot e$. Assim, pela definição de corrente elétrica,

$i = \frac{Q}{\Delta t}$, temos: $i = \frac{n \cdot e}{\Delta t}$

$i = \frac{5 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{2} = \frac{8 \cdot 10^{-1}}{2} = 4 \cdot 10^{-1}\text{A} = 0,4\text{A} = 400\text{mA}$

$i = 400\text{mA}$

Resposta: D

$$7) \quad i = 11,2 \mu\text{A} = 11,2 \cdot 10^{-6} \text{A}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$n = ?$$

$$\Delta t = 1 \text{s}$$

$$i = \frac{n \cdot e}{\Delta t}; n = \frac{i \cdot \Delta t}{e}; n = \frac{11,2 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$n = 7,0 \cdot 10^{-6+19} = 7,0 \cdot 10^{13} \text{ elétrons}$$

$$n = 7,0 \cdot 10^{13} \text{ elétrons}$$

Resposta: E

$$8) \quad e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$$

$$n = 1,25 \cdot 10^{47} \text{ elétrons}$$

$$\Delta t = 1 \text{s}$$

$$i = ? [\text{mA}]$$

$$i = \frac{n \cdot e}{\Delta t}; i = \frac{1,25 \cdot 10^{47} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1}; i = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{A}$$

$$i = 0,02 \text{A} = 20 \text{mA} = 2,0 \cdot 10 \text{mA}$$

$$i = 2,0 \cdot 10 \text{mA}$$

Resposta: D

■ Módulo 2 – Tensão Elétrica

- 1) Para obtermos a carga total, basta encontrarmos a área de dois retângulos, tomando o cuidado de transformarmos a corrente em miliampères em corrente em ampères.

$$Q_{\text{total}} = A_{\text{total}} = A_1 + A_2$$

$$A_1 = b \cdot h$$

$$b = 40 \text{s}$$

$$h = 250 \text{mA} = 0,25 \text{A}$$

$$A_1 = 0,25 \cdot 40$$

$$A_1 = 10 \text{C}$$

$$A_2 = b \cdot h$$

$$b = 80 \text{s} - 40 \text{s} = 40 \text{s}$$

$$h = 500 \text{mA} = 0,5 \text{A}$$

$$A_2 = 0,5 \cdot 40$$

$$A_2 = 20 \text{C}$$

$$Q_{\text{total}} = 10 \text{C} + 20 \text{C}$$

$$Q_{\text{total}} = 30 \text{C}$$

Resposta: C

$$2) \quad Q_{\text{total}} = A_{\text{total}} = A_1 + A_2$$

$$A_1 = A_{\text{retângulo}} = b \cdot h$$

$$b = 3 \text{s} - 0 \text{s} = 3 \text{s}$$

$$A_2 = A_{\text{trapézio}} = \frac{(B + b) \cdot h}{2}$$

$$B = 4 \text{A}$$

$$h = 2 \text{A}$$

$$A_1 = 3 \cdot 2$$

$$A_1 = 6 \text{C}$$

$$Q_{\text{total}} = 6 \text{C} + 9 \text{C} = 15 \text{C}$$

$$Q_{\text{total}} = 15 \text{C}$$

Resposta: E

$$h = 6 \text{s} - 3 \text{s} = 3 \text{s}$$

$$b = 2 \text{A}$$

$$A_2 = \frac{(4 + 2) \cdot 3}{2} = 9 \text{C}$$

$$3) \quad Q_{\text{total}} = A_{\text{triângulo}}$$

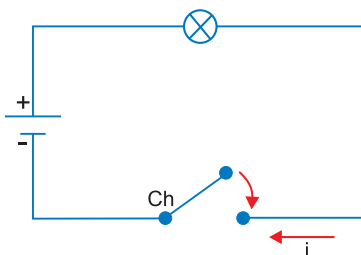
$$A_{\text{triângulo}} = \frac{b \cdot h}{2} \quad b = 6 \text{s} \quad h = 4 \text{A} \quad A_{\text{triângulo}} = \frac{6 \cdot 4}{2} = 12 \text{C}$$

$$Q = A_{\text{triângulo}}$$

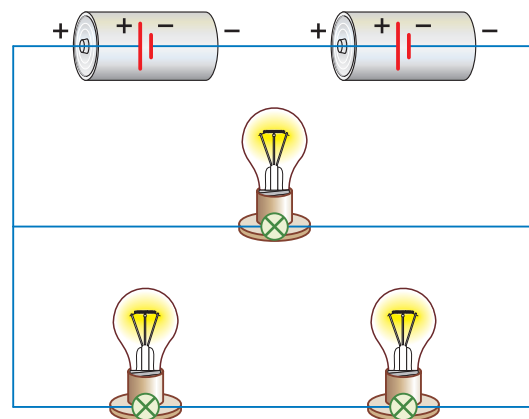
$$Q_{\text{total}} = 12 \text{C}$$

Resposta: C

4)

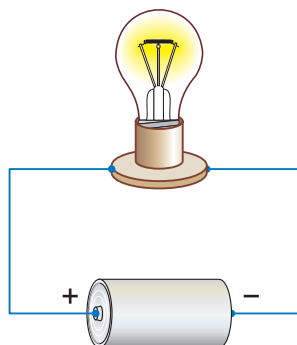


- 5) Sobre o esquema do circuito, desenhamos os elementos:



Resposta: C

6)



Para haver circulação de corrente, esta precisa entrar por um ponto e sair por outro de um cabo. No esquema simplificado, vemos que uma lâmpada apresenta a entrada de corrente na ponta da rosca e a saída na própria rosca. Por isso, costumamos apertar as lâmpadas nos soquetes, para aumentar e melhorar o contato dos cabos elétricos. Logo, o desenho correto é o C.

Resposta: C

- 7) a) FALSO. A é o polo negativo, pois ele expulsa os elétrons. A corrente flui de B para A.
b) FALSO.
c) FALSO. Apenas uma carga de 1C recebe 30J de energia.
d) FALSO. Com a chave aberta, a passagem de corrente cessa em todo o circuito.

Resposta: E

■ Módulo 3 – Leis de Ohm

- 1) $i = 200\text{mA} = 0,2\text{A}$
 $U = 40\text{V}$
 $R = ?$
 $U = R \cdot i$
 $\frac{U}{i} = R$
 $R = \frac{40}{0,2} \Omega = \frac{400}{2} \Omega$

$$R = 200\Omega$$

- 2) $R = 11\Omega$
 $U = 220\text{V}$
 $i = ?$
 $U = R \cdot i$
 $\frac{U}{R} = i$
 $i = \frac{220}{11} \text{A}$

$$i = 20\text{A}$$

3)

Condutor X		Condutor Y		Condutor Z	
I(A)	U(V)	I(A)	U(V)	I(A)	U(V)
0,30	1,5	0,20	1,5	7,5	1,5
0,60	3,0	0,35	3,0	15	3,0
1,2	6,0	0,45	4,5	25	5,0
1,6	8,0	0,50	6,0	30	6,0

Os resistores ôhmicos têm comportamento proporcional entre a corrente e a ddp. Basta encontrarmos um aumento que não seja proporcional para que o resistor não seja ôhmico, como em y.

Resposta: E

- 4) A primeira Lei de Ohm é dada por $U = R \cdot i$. Em um gráfico corrente por ddp, $i \times V$, precisamos ver como a corrente depende da ddp, logo $i = \frac{U}{R}$.

Como R é constante, $i = \frac{U}{R}$ leva a aumentos proporcionais entre i e U.

Resposta: B

- 5) $U = R \cdot i$ representa uma reta que começa na origem no gráfico da ddp pela corrente ($y = f(x) = a \cdot x$). Nenhum gráfico tem essa representação.

Resposta: D

- 6) Do gráfico, sabemos que, para $i = 10 \text{A}$, $U = 20\text{V}$. Como $U = R \cdot i$:

$$R = \frac{U}{i}$$

$$R = \frac{20}{10} \Omega = 2\Omega$$

- 7) a) Como o gráfico cresce como uma reta iniciando-se da origem, o dispositivo é um **resistor ôhmico**.

- b) Como o resistor é ôhmico, não importa qual valor de corrente utilizamos para calcular sua resistência, pois esta será constante. Assim:

$$i = 10\text{mA} = 10 \cdot 10^{-3}\text{A}$$

$$U = 18,5\text{V}$$

$$R = \frac{U}{i}$$

$$R = \frac{18,5}{10 \cdot 10^{-3}} \Omega = 18,5 \cdot 10^2 \Omega$$

$$R = 1850\Omega$$

- 8) $U = R \cdot i$. Para $i = 5\text{A}$, com $R = 2\Omega$, resulta $U = 10\text{V}$. O único gráfico que é uma reta passando pela origem e pelo ponto (5A; 10V) é o da alternativa E.

Resposta: E

- 9) $R = 1500\Omega$

$$U = 220\text{V}$$

$$i = ?$$

$$U = R \cdot i$$

$$i = \frac{U}{R} = \frac{220}{1500} \text{A} \approx 0,15\text{A} = 150\text{mA}$$

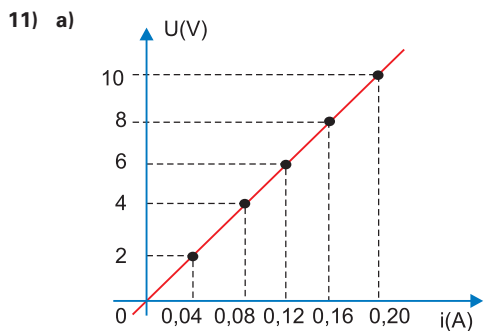
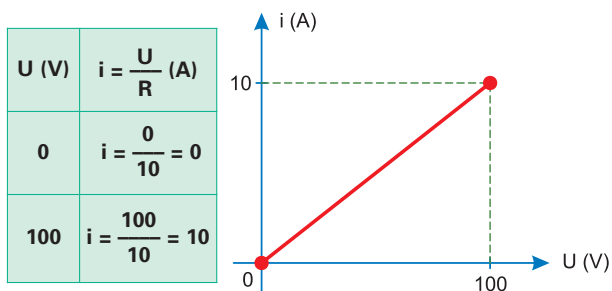
Essa corrente se encontra na faixa IV.

Resposta: D

- 10) Dado $R = 10\Omega$ e a Lei de Ohm $U = R \cdot i$:

$$i = \frac{U}{R}$$

Sabemos que o gráfico será uma reta, então só precisamos de dois pontos para desenhá-lo.



b) $R = \frac{U}{i}$

$$R = \frac{10}{0,2} \Omega = \frac{100}{2} \Omega \Rightarrow R = 50 \Omega$$

- 12) Pela lei $U = R \cdot i$, sabemos que em um gráfico $U \times i$ teremos uma reta. A resistência é constante para qualquer valor de corrente.

Resposta: C

■ Módulo 4 – Associação de Resistores I

- 1) Como o circuito x está em série, sua resistência equivalente vale:

$$R_x = R + R$$

$$R_x = 2R$$

O circuito y tem associação em paralelo, sua resistência equivalente vale:

$$\frac{1}{R_y} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R_y} = \frac{2}{R}$$

$$R_y = \frac{R}{2}$$

O circuito z tem uma associação em série; sua resistência equivalente vale:

$$R_z = R + R + R$$

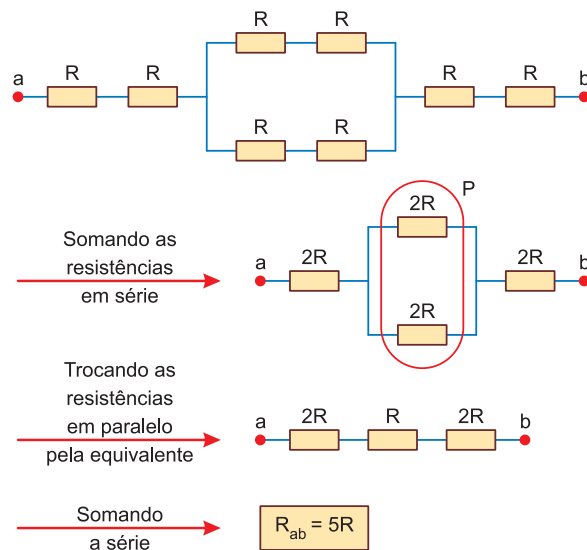
$$R_z = 3R$$

$$R_z > R_x > R_y$$

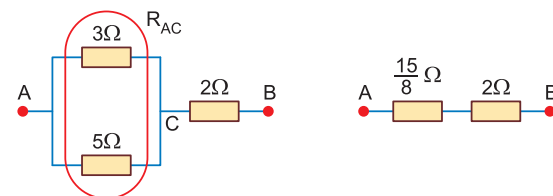
Resposta: D

- 2) Redesenhando o circuito, desconsiderando as curvas e considerando as bifurcações, temos:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{2}{2R} = \frac{1}{R}$$



- 3)



Resistência equivalente entre AC:

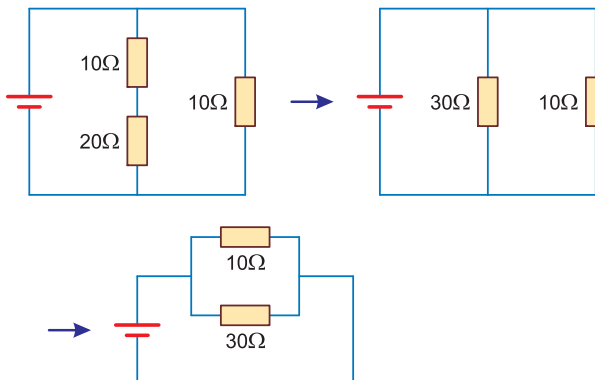
$$\frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{3} + \frac{1}{5} = \frac{5}{15} + \frac{3}{15} = \frac{8}{15} = \frac{1}{R_{AC}}$$

$$R_{AC} = \frac{15}{8} \Omega$$

$$R_{AB} = \frac{15}{8} \Omega + 2\Omega = 1,875\Omega + 2\Omega$$

$$R_{AB} = 3,875\Omega \approx 3,9\Omega$$

- 4)



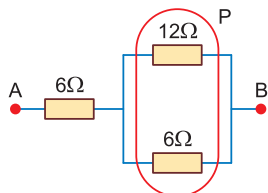
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{10} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{3}{30} + \frac{1}{30} = \frac{4}{30}$$

$$\frac{R_p}{1} = \frac{30}{4}$$

$$R_p = 7,5\Omega$$

5)



Para calcular a resistência em paralelo, utilizaremos, ao invés da definição, a simplificação deduzida na página 221.

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

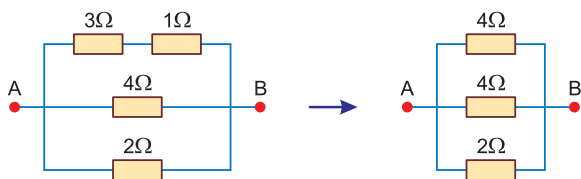
$$R_p = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} \Omega = \frac{72}{18} \Omega = 4\Omega$$



$$R_{\text{total}} = 6\Omega + 4\Omega = 10\Omega$$

Resposta: B

6) Redesenhando o circuito, temos:



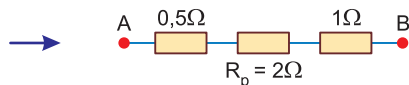
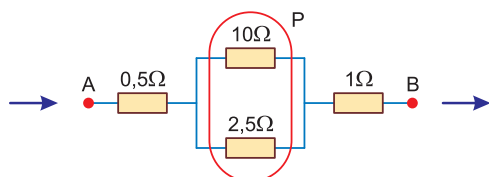
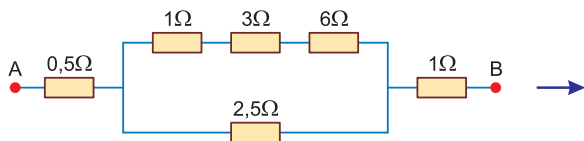
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{2}{4} = \frac{4}{4} = 1$$

$$\frac{1}{R_p} = 1$$

$$R_p = 1\Omega$$

Resposta: D

7)

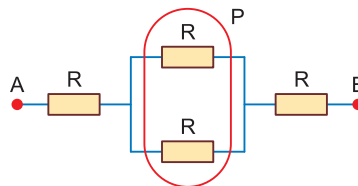


$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{10 \cdot 2,5}{10 + 2,5} \Omega$$

$$R_p = \frac{25}{12,5} \Omega = 2\Omega$$

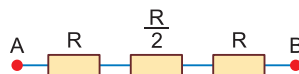
$$R_{\text{total}} = 0,5\Omega + 2,0\Omega + 1,0\Omega = 3,5\Omega$$

8)



$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

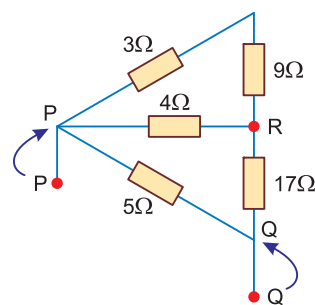
$$R_p = \frac{R}{2}$$



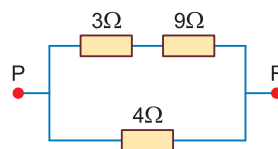
$$R_{\text{total}} = 1R + \frac{R}{2} + R = 2,5R$$

Resposta: B

9) Refaçamos o desenho, incluindo mais um ponto e vendo em que bifurcações os potenciais dos pontos P e Q se mantêm. Assim:



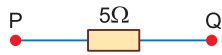
Entre P e R, temos:



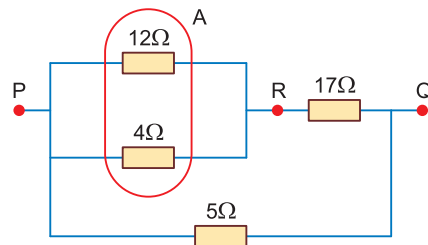
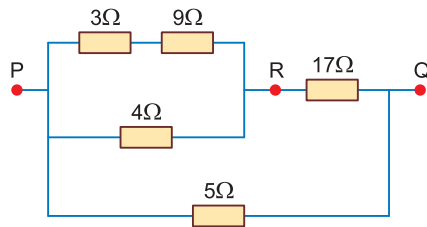
Entre R e Q, temos:



Entre P e Q, temos:



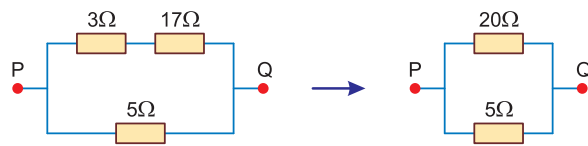
Logo:



$$\frac{1}{R_A} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} = \frac{1+3}{12} = \frac{4}{12}$$

$$\frac{R_A}{1} = \frac{12}{4}$$

$$R_A = 3\Omega$$



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{20} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{20} + \frac{4}{20}$$

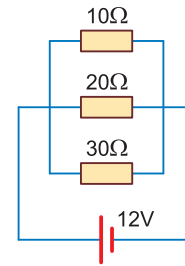
$$\frac{1}{R} = \frac{5}{20}$$

$$R = 4\Omega$$

Resposta: A

■ Módulo 5 – Associação de Resistores II

1)



$$U_T = 12V$$

$$i_T = ?$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{6}{60} + \frac{3}{60} + \frac{2}{60} = \frac{11}{60}$$

$$R_T = \frac{60}{11} \Omega$$

$$U_T = R_T \cdot i_T$$

$$i_T = \frac{U_T}{R_T}$$

$$i_T = \frac{12}{\frac{60}{11}} (A) = 12 \cdot \frac{11}{60} (A) = \frac{11}{5} A \Rightarrow i_T = 2,2A$$

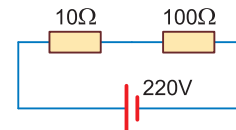
Resposta: C

2) $U_T = 220V$

$$R_1 = 10\Omega$$

$$R_2 = 100\Omega$$

$$U_1 = ?$$



Uma maneira útil de procedermos neste tipo de exercício é procurarmos a corrente total dele. Isto porque a corrente total i_T será igual à corrente i_1 de R_1 , já que os resistores estão em série. Como $U_1 = R_1 \cdot i_1$, de posse de i_T conseguiremos U_1 .

$$R_T = R_1 + R_2$$

$$R_T = 10\Omega + 100\Omega = 110\Omega$$

$$i_T = \frac{U_T}{R_T}$$

$$i_T = \frac{220}{110} (A)$$

$$i_T = 2A$$

$$U_1 = 10 \cdot 2(V) \Rightarrow U_1 = 20V$$

3) $U_T = ?$
 $R_1 = 3\Omega$
 $R_2 = 5\Omega$
 $U_2 = 7,5V$

Por termos uma série, $i_{R_2} = i_T$ e $U_T = R_T \cdot i_T$. Encontraremos i_2 e R_T e acharemos U_T :

$$i_{R_2} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{7,5}{5} A = 1,5A$$

$$R_T = R_1 + R_2 = 8\Omega$$

$$U_T = 8 \cdot 1,5(V) \Rightarrow U_T = 12V$$

Resposta: C

4) Pede-se $\frac{i_2}{i_1}$

$$R_1 = 2\Omega$$

$$R_2 = 6\Omega$$

Como os resistores estão em paralelo, $U_T = U_2 = U_1$.

$$U_1 = 12V$$

$$U_2 = 12V$$

Logo:

$$i_2 = \frac{R_2}{U_2}$$

$$i_1 = \frac{R_1}{U_1}$$

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{R_2}{U_2} \div \frac{R_1}{U_1} = \frac{R_2}{U_2} \cdot \frac{U_1}{R_1}$$

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{2}{12} \cdot \frac{12}{6}$$

$$\frac{i_2}{i_1} = \frac{1}{3}$$

Resposta: C

5) $U_T = 12V$. Por ser paralelo, temos:

$$R_1 = 2\Omega \quad U_T = U_1 = 12V$$

$$R_2 = 3\Omega \quad U_T = U_2 = 12V$$

$$R_3 = 6\Omega \quad U_T = U_3 = 12V$$

Se queremos a corrente no resistor de maior valor, temos:

$$U_3 = R_3 \cdot i_3$$

$$i_3 = \frac{U_3}{R_3}$$

$$i_3 = \frac{12}{6} A$$

$$i_3 = 2,0A$$

Resposta: A

6) Como os resistores estão em paralelo, vale $U_T = U_1 = U_2 = U_3$, então:

$$U_1 = U_2 \Rightarrow R_1 \cdot i_1 = R_2 \cdot i_2$$

$$20 \cdot 4 = 10 \cdot i$$

$$i = 8A$$

$$U_1 = U_3 \Rightarrow R_1 \cdot i_1 = R_3 \cdot i_3$$

$$20 \cdot 4 = R \cdot 16$$

$$R = \frac{80}{16} \Omega$$

$$R = 5\Omega$$

Resposta: A

7) Associação em paralelo implica $U_1 = U_2 = U_3$; logo:

$$U_1 = U_2 \Rightarrow R_1 \cdot i_1 = R_2 \cdot i_2$$

$$40 \cdot 2 = 2R \cdot 8$$

$$R = \frac{80}{16} \Omega \Rightarrow R = 5\Omega$$

$$U_1 = U_3 \Rightarrow R_1 \cdot i_1 = R_3 \cdot i_3$$

$$40 \cdot 2 = 5 \cdot i$$

$$i = \frac{80}{5} A \Rightarrow i = 16A$$

Resposta: B

8) Para encontrarmos U_{xy} , podemos utilizar $U_{xy} = R_{xy} \cdot i_{xy}$. A corrente i_{xy} provém da soma das correntes da associação em paralelo conectada antes de R_{xy} . Precisamos encontrar as correntes que passam pela associação em paralelo para construirmos i_{xy} . Assim:

$$U_{10\Omega} = U_{20\Omega} \Rightarrow 10\Omega \cdot i = 20\Omega \cdot i_{20}$$

$$10 \cdot 3 = 20 \cdot i_{20}$$

$$i_{20} = \frac{30}{20} A \Rightarrow i_{20} = 1,5A$$

$$U_{10\Omega} = U_{30\Omega} \Rightarrow 10\Omega \cdot i = 30\Omega \cdot i_{30}$$

$$10 \cdot 3 = 30 \cdot i_{30}$$

$$i_{30} = 1,0A$$

$$i_{xy} = i + i_{20} + i_{30}$$

$$i_{xy} = 3A + 1,5A + 1,0A$$

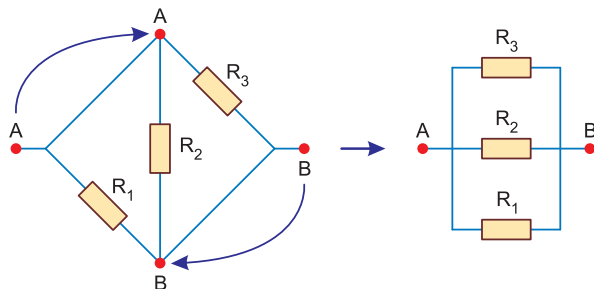
$$i_{xy} = 5,5A$$

$$U_{xy} = 8 \cdot 5,5(V) \Rightarrow U_{xy} = 44V$$

Resposta: D

- 9) $R_1 = 20\Omega$ $U_{AB} = 60V$
 $2R_2 = 20\Omega \Rightarrow R_2 = 10\Omega$
 $4R_3 = 20\Omega \Rightarrow R_3 = 5\Omega$

Redesenhando o circuito, temos:



Como a associação está em paralelo, há duas maneiras de encontrarmos a corrente total. Dado $U_{AB} = U_1 = U_2 = U_3$, podemos calcular a corrente total fazendo-se a soma das correntes em cada resistor: $U_1 = R_1 \cdot i_1$; $U_2 = R_2 \cdot i_2$; $U_3 = R_3 \cdot i_3$. Ou encontramos a resistência equivalente da associação em paralelo e efetuamos $U_{AB} = R_p \cdot i_T$.

Escolheu-se a segunda:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{20} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{20} + \frac{2}{20} + \frac{4}{20}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{7}{20}$$

$$R_p = \frac{20}{7}\Omega$$

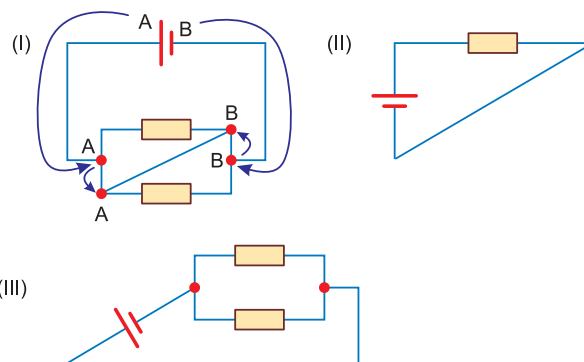
$$U_{AB} = R_p \cdot i_T$$

$$i_T = \frac{U_{AB}}{R_p} = \frac{60}{\frac{20}{7}} (A) = 60 \cdot \frac{7}{20} (A) = 3 \cdot 7 (A)$$

$$i_T = 21A$$

■ Módulo 6 – Geradores Elétricos – Lei de Pouillet

- 1) $U = \varepsilon - r \cdot i$, quando o circuito está aberto, a corrente é nula. Portanto $U = \varepsilon - 0$ e $\varepsilon = U$.
 Resposta: E
- 2) Somente no circuito I é possível construir um caminho entre os potenciais A e B sem haver uma resistência.



Resposta: A

- 3) Quando a resistência interna é desprezível, a bateria fornecerá sempre a mesma ddp ao circuito, a sua f.e.m.
 $U = E - r \cdot i$
 $U = E - 0$
 $U = E$
 Resposta: B
- 4) Pela equação dos geradores, $U = E - r \cdot i$, quanto maior a corrente, menor será a ddp fornecida ao circuito. Esta equação é linear, com valor máximo de U para $i = 0$ ($U = E$) e valor mínimo de U ($U = 0$) quando se atinge a corrente de curto-circuito $\left(i = \frac{E}{r}\right)$.

Resposta: C

- 5) $E = 6,0V$
 $r = 0,20\Omega$
 Testemos cada uma das afirmações:
- a) Falsa.
 $i_{cc} = \frac{E}{r} = \frac{6}{0,2} A = \frac{60}{2} A = 30A$
- b) Falsa.
 Circuito aberto: $i = 0$, $U = E = 6,0V$
- c) Falsa.
 $i = 10A$
 $U = E - r \cdot i$
 $U = 6 - 0,2 \cdot 10 = 4V$
- d) Falsa.
 $U = E - r \cdot i$
 $5 = 6 - r \cdot i$
 $i = \frac{1}{0,2} A = 5A$

Resposta: E

- 6) Do gráfico, obtemos, quando $i = 0$, $U = E = 6V$, e também
 $i_{cc} = \frac{E}{r} = 6A$, quando $U = 0$. Assim temos:
 $i_{cc} = \frac{E}{r}$

$$6 = \frac{6}{r}$$

$$r = 1,0\Omega$$

Resposta: B

- 7) Quando $i = 0$, obtemos $E = U = 30V$. Quando $U = 0$, obtemos

$$\frac{E}{r} = i_{cc} = 6A.$$

Assim temos:

$$i_{cc} = \frac{E}{r}$$

$$6 = \frac{30}{r}$$

$$r = \frac{30}{6}\Omega = 5,0\Omega$$

Resposta: B

- 8) Gerador (I)

Quando $i = 0$:

$$E = U = 20V$$

Quando $U = 0$:

$$i_{cc} = 4A$$

$$\text{Como } i_{cc} = \frac{E}{r}$$

$$4 = \frac{20}{r}$$

$$r = 5,0\Omega$$

Gerador (II)

Quando $i = 0$:

$$E = 8,0V$$

Quando $i = 8A$:

$$U = 4,0V$$

$$U = E - r \cdot i$$

$$4 = 8 - r \cdot 8$$

$$-4 = -8r$$

$$r = \frac{-4}{-8} = \frac{1}{2}\Omega$$

$$r = 0,5\Omega$$

Gerador (III)

Usemos $U = E - r \cdot i$ para 2 pontos e resolvamos o sistema:

$$\begin{cases} 30 = E - r \cdot 2 & (1) \\ 10 = E - r \cdot 4 & (2) \end{cases}$$

(1) - (2):

$$30 - 10 = -2r - (-4r)$$

$$20 = 2r$$

$$r = 10\Omega$$

Inserindo-o na equação (1):

$$30 = E - 10 \cdot 2$$

$$E = 50V$$

$$i_{cc} = \frac{E}{r} = \frac{50}{10}A$$

$$i_{cc} = 5A$$