EXERCÍCIOS PROPOSTOS

FRENTE 1 – MECÂNICA

MÓDULO 1

FUNDAMENTOS DA CINEMÁTICA

1. A respeito da Mecânica e suas subdivisões, assinale a opção **falsa**:
a) A **Mecânica** é a ciência que estuda o movimento.
b) A **Cinemática** é a descrição geométrica do movimento por meio de funções que revelam como a posição, a velocidade e a aceleração variam com o tempo.
c) A **Dinâmica** é o estudo das leis da Natureza que podem explicar os movimentos.
d) A **Estática** identifica as forças que atuam nos corpos e a relação entre elas para que eles fiquem em equilíbrio.
e) A **Cinemática** investiga as causas do movimento.

RESOLUÇÃO:
A Cinemática descreve geometricamente o movimento sem se preocupar com as suas causas.

Cinemática = geometria + tempo

Resposta: E

2. A respeito do conceito de ponto material, assinale a opção correta.
a) Ponto material não tem massa.
b) Ponto material tem massa desprezível.
c) Uma pulga é um ponto material.
d) Quando uma bailarina executa um movimento de rotação, ela é considerada um corpo extenso.
e) Quando calculamos o tempo gasto por um trem, para atravessar um túnel, ele é considerado um ponto material.

RESOLUÇÃO:
No conceito de ponto material, o *tamanho* é desprezível em comparação com as distâncias envolvidas; não há nenhuma referência à massa do corpo, (a) e (b) estão erradas.
(c) Depende da distância que a pulga vai percorrer.
(d) O conceito de rotação exige o tratamento de corpo extenso, pois as dimensões do corpo são sempre relevantes.
(e) O tamanho do trem é relevante e ele é tratado como corpo extenso.

Resposta: D

3. **(IJSO-MODELO ENEM)** – Raphael levou seu carro a um lava rápido que utiliza uma máquina de escovas rotativas. Os rolos giram e se deslocam sobre o carro e o motorista permanece no interior do veículo.

Num determinado momento, Raphael teve a impressão de o carro ter-se deslocado. Ao olhar para uma placa, fixada na entrada do prédio do lava rápido, observou que em relação a ela o carro não se movimentou. Concluiu, então, que
a) o carro deslizou devido à existência do xampu utilizado na lavagem.
b) em relação à placa, o carro realizou um movimento retilíneo e uniforme.
c) em relação aos rolos, o carro está em movimento.
d) a sensação de movimento se deve à água jogada sobre o carro.
e) os conceitos de movimento e repouso independem do referencial adotado.

RESOLUÇÃO:
Os rolos se movem em relação ao carro e, reciprocamente, o carro se movimenta em relação aos rolos.
Resposta: C

4. **(MODELO ENEM)** – Você está em seu carro, parado junto a um semáforo que está com o sinal vermelho. À sua frente está parado outro carro e por um descuido de seu motorista, que tirou o pé do freio, este carro começa a recuar.
Você estava absorto em seus pensamentos e, ao olhar para o carro em sua frente recuando, você tem a nítida sensação de que seu carro está caminhando para a frente.
Esta sensação ocorre porque
a) você está alcoolizado.
b) você usou como referencial o solo terrestre.
c) você usou como referencial o carro da frente.
d) você usou como referencial o seu próprio carro.
e) os conceitos de repouso e movimento independem do referencial adotado.

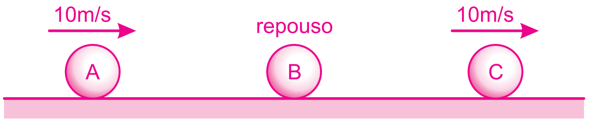
RESOLUÇÃO:
Se o referencial for o seu carro ou o solo terrestre, o carro da frente caminhou para trás e você ficou parado.
Se o referencial foi o carro da frente, você está em movimento para frente e o carro da frente está parado.
Resposta: C

5. Analise as proposições que se seguem.
I. A Terra está em movimento.
II. O Sol está em repouso absoluto.
III. Um poste está em movimento em relação a uma moto que trafega numa rodovia.
IV. Um cadáver, em um avião, voando de São Paulo a Brasília, está em repouso.
a) Apenas a I está correta.
b) Apenas a II está correta.
c) Apenas a III está correta.
d) Apenas II, III e IV estão corretas.
e) Apenas II e IV estão corretas.

RESOLUÇÃO:
I e II falsas: não foi mencionado o referencial.
III correta.
IV falsa: não foi mencionado o referencial; em relação ao solo terrestre, o cadáver está em movimento.
Resposta: C

6. Considere três partículas, A, B e C, que só podem mover-se ao longo de uma mesma reta.
A respeito dos conceitos de repouso e movimento, considere as proposições que se seguem:
I. Se A estiver parada em relação a B, então B estará parada em relação a A.
II. Se B estiver em movimento em relação a C, então C estará em movimento em relação a B.
III. Se A estiver parada em relação a B, e B estiver parada em relação a C, então A estará parada em relação a C.
IV. Se A estiver em movimento em relação a B, e B estiver em movimento em relação a C, então A estará em movimento em relação a C.
Estão corretas:
a) apenas I e II;
b) apenas I, II e III;
c) apenas I, II e IV;
d) apenas III e IV;
e) I, II, III e IV.

RESOLUÇÃO:
1) **Para os conceitos de repouso e movimento entre dois corpos, vale a reciprocidade.**
2) **Para o conceito de repouso, vale a propriedade transitiva:**
A parado em relação a B: $V_A = V_B$
B parado em relação a C: $V_B = V_C$
Logo: $V_A = V_C$ e A está parado em relação a C
3) **Para o conceito de movimento, não vale a propriedade transitiva.**



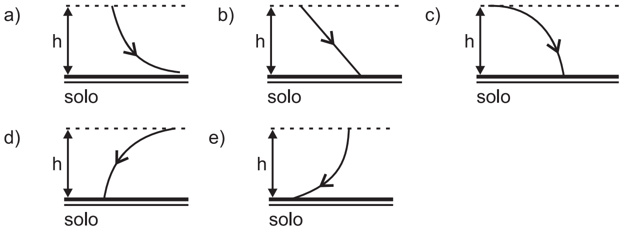
No exemplo apresentado:
A está em movimento em relação a B
B está em movimento em relação a C
A está parado em relação a C

Resposta: B

MÓDULO 2

EQUAÇÃO HORÁRIA DOS ESPAÇOS

1. **(UFMS-MODELO ENEM)** – Uma das leis sobre segurança no trânsito, principalmente para os caminhões que transitam carregados com pedriscos, obriga que a carga seja coberta com lona, para evitar a queda de pedras soltas pela traseira, colocando em risco veículos que transitam atrás do caminhão. Considere que um caminhão, carregado com essas pedras e sem a cobertura de lona, está transitando em uma pista plana e horizontal e que, num certo instante, cai uma pedra da traseira do caminhão de uma altura h com relação ao solo. Considere também que um observador em repouso, ao lado da pista, vê o caminhão movimentando-se da direita para a esquerda no momento da queda da pedra. Assinale corretamente qual dos esboços abaixo melhor representa a trajetória da pedra vista pelo observador. Despreze efeitos de resistência do ar.



RESOLUÇÃO:
Em relação ao solo terrestre, a pedra tem dois movimentos simultâneos:
1) **Movimento horizontal para a esquerda com a mesma velocidade do caminhão, mantido por inércia.**
2) **Movimento vertical provocado pela ação da gravidade.**
A simultaneidade (superposição) desses dois movimentos origina o chamado movimento balístico com uma trajetória parabólica.
Resposta: D

2. **(FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS-MODELO ENEM) –**

A invenção do basquete

Um esporte que pudesse ser praticado por várias pessoas, fácil de aprender, que pudesse ser adaptado a um espaço fechado e não fosse violento. Esse foi o pedido que o diretor da Faculdade Springfield, de Massachussetts, fez ao professor James Naismith. No rigoroso inverno de 1891, era necessário inventar alguma atividade esportiva que motivasse os alunos, impossibilitados de praticar esportes ao ar livre e entediados com as aulas de ginástica.

Naismith meditou na encomenda do diretor: para um jogo coletivo, pensou logo na bola. Mas não queria que ela fosse chutada ou ficasse muito tempo retida nas mãos dos jogadores. A bola teria de ser rapidamente atirada para um alvo, acima da cabeça dos jogadores. Para acertar o alvo, eles deveriam lançar a bola descrevendo uma parábola, o que evitaria a violência do arremesso na horizontal. Essas seriam as regras básicas.

(Walter Spinelli. **Matemática**. S. Paulo: Nova Geração, v.1. 2005. p. 75.)

Após sofrer uma falta, um jogador arremessou a bola em direção à cesta.

A altura **h** da bola, relativa ao solo, é dada em função do tempo de movimento **t** pela relação:

$$h = 2{,}1 + 10{,}0t - 4{,}9t^2 \text{ (SI)}$$

A altura da cesta é H = 2,5m.

Considere as proposições a seguir:

(I) No instante em que a bola deixa a mão do atleta, ela está a uma altura de 2,1m.

(II) No instante t = 2,0s, a bola está na altura da cesta.

(III) A altura do atleta que arremessou a bola é, necessariamente, maior que 2,0m.

Somente está correto o que se afirma em:

a) (I). b) (II). c) (III).
d) (I) e (II). e) (II) e (III).

RESOLUÇÃO:

(I) VERDADEIRA. **Para $t = 0 \Rightarrow h = h_0 = 2{,}1m$**

(II) VERDADEIRA. **Para t = 2,0s, temos:**

$h = 2{,}1 + 10{,}0 \,.\, 2{,}0 - 4{,}9 \,.\, 4{,}0$ (m)

$h = 2{,}1 + 20{,}0 - 19{,}6$ (m)

$h = 2{,}1 + 0{,}4$ (m) $\Rightarrow \boxed{h = 2{,}5m}$

(III) FALSA. A altura do atleta não está determinada.

Resposta: D

3. Uma partícula descreve uma trajetória retilínea com a função horária dos espaços dada por:

$$s = 9{,}0 - 1{,}0\,t^2 \text{ (SI), válida para } t \geqslant 0$$

Considere as proposições a seguir e assinale **V** se for verdadeira e **F** se for falsa:

I. ( ) O gráfico espaço x tempo é retilíneo porque a trajetória é retilínea.

II. ( ) O gráfico espaço x tempo é parabólico porque a função s = f(t) é do 2º grau.

III. ( ) O espaço inicial vale 9,0 m.

IV. ( ) A partícula passa pela origem uma única vez e no instante t = 3,0s.

A sequência correta de **V** e **F** é:

a) F – F – V – V b) V – F – V – V c) F – V – F – V
d) F – V – V – V e) F – V – V – F

RESOLUÇÃO:

I (F) O gráfico da função s = f(t) não tem nada que ver com a trajetória.

II (V)

III (V) Para $t = 0 \Leftrightarrow s = s_0 = 9{,}0$ m

IV (V) $s = 0 \Rightarrow 9{,}0 - 1{,}0\,t_1^2 = 0$

$1{,}0\,t_1^2 = 9{,}0 \Rightarrow \boxed{t_1 = 3{,}0\text{ s}}$

Resposta: D

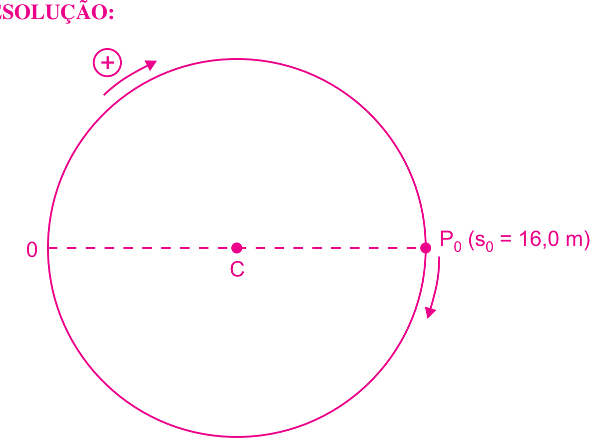
4. Uma partícula descreve uma circunferência de comprimento C = 32,0m, com equação horária dos espaços dada por:

$s = 2{,}0\,t^2 + 16{,}0$ (SI), válida para $0 \leqslant t \leqslant 10{,}0$s.

Durante o intervalo de tempo de 0 a 10,0s, a partícula passou pela origem dos espaços:

a) uma vez. b) duas vezes. c) quatro vezes.
d) seis vezes. e) sete vezes

RESOLUÇÃO:



A partícula passará pela origem dos espaços quando s = n C = 32,0n (SI) para n inteiro e positivo.

$32,0\ n = 2,0\ t^2 + 16,0$

$16,0\ n = t^2 + 8,0$

$t^2 = 16,0\ n - 8,0$

Como $t \leqslant 10,0s$, **então** $t^2 \leqslant 100$ **(SI)**

$16,0\ n - 8,0 \leqslant 100$

$16,0\ n \leqslant 108$

$n \leqslant 6,75$

Como n é inteiro, então $n_{máx} = 6$

Resposta: D

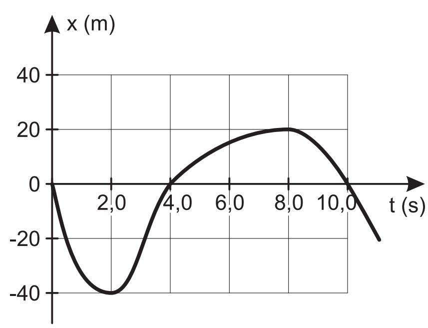
MÓDULO 3

VELOCIDADE ESCALAR MÉDIA

1. **(UFPE)** – O gráfico a seguir mostra a posição de uma partícula, que se move ao longo do eixo **x**, em função do tempo.

a) Calcule a velocidade escalar média V_m da partícula no intervalo entre **t = 2,0s** e **t = 8,0s**.

b) Calcule a distância percorrida **D** pela partícula entre os instantes $t_1 = 0$ e $t_2 = 10,0$s.



RESOLUÇÃO:

A velocidade escalar média é dada por:

a) $V_m = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{20 - (-40)}{8,0 - 2,0}$ **(m/s)**

$\boxed{V_m = 10\ m/s}$

b) **De 0 a 2,0 s** $\Rightarrow d_1 = 40\ m$

De 2,0 s a 4,0 s $\Rightarrow d_2 = 40\ m$

De 4,0 s a 8,0 s $\Rightarrow d_3 = 20\ m$

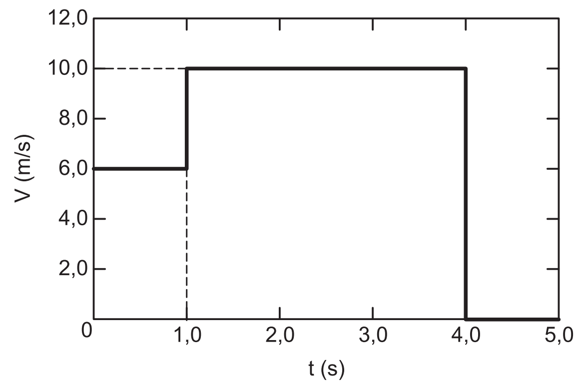
De 8,0 s a 10,0 s $\Rightarrow d_4 = 20\ m$

$\boxed{D = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = 120\ m}$

Respostas: **a)** $V_m = 10\ m/s$

b) $D = 120\ m$

2. **(UFT)** – Uma partícula se movimenta em linha reta de maneira que o módulo de sua velocidade escalar durante o movimento está representado no gráfico abaixo como uma função do tempo (V x t).



Baseado nas informações do gráfico, qual valor abaixo representa o módulo da velocidade escalar média da partícula durante o intervalo de tempo em que ela estava em movimento?

a) 7,0 m/s b) 7,5 m/s c) 8,0 m/s

d) 8,5 m/s e) 9,0 m/s

RESOLUÇÃO:

1) $\Delta s = V_1\ \Delta t_1 + V_2\ \Delta t_2$

$\Delta s = 6,0\ .\ 1,0 + 10,0\ .\ 3,0$ **(m)**

$\boxed{\Delta s = 36,0\ m}$

2) $V_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{36,0m}{4,0s}$

$\boxed{V_m = 9,0\ m/s}$

Resposta: E

3. **(OLIMPÍADA DE FÍSICA DE PORTUGAL-MODELO ENEM)**

A lebre e a tartaruga

"Apostemos, disse à lebre
A tartaruga matreira,
Que eu chego primeiro ao alvo
Do que tu que és tão ligeira!"

("Fábulas de La Fontaine" – *In Terra do Nunca, N.º 350* – Ano 6 – 26.10.03)
http://sotaodaines.chrome.pt/Sotao/fabulas/histor5a.html

É assim que a tartaruga desafia a lebre a uma corrida entre ambas, a fim de provar que nem sempre os mais velozes chegam primeiro! A lebre aceita o desafio: é definido o percurso para a corrida, e marcada a hora da partida para as 8 horas do dia seguinte.

No dia seguinte, à hora combinada, apenas a tartaruga estava na linha de partida. Assim, iniciou a corrida às 8 horas em ponto e gastou precisamente 30 minutos a percorrer a distância do percurso. A lebre, dorminhoca, só começou a percorrer o percurso às 8 horas e 25 minutos.

• Sabendo-se que a velocidade escalar média da lebre é seis vezes superior à velocidade escalar média da tartaruga, será que a lebre ainda consegue ultrapassar a tartaruga antes da linha de chegada?

a) Sim; pois a lebre fará o percurso em menos de 5 min.
b) Não; pois a lebre fará o percurso em mais de 5 min.
c) Não; pois a lebre fará o percurso em 5 min e chegarão juntas à linha de chegada.
d) Sim; pois a lebre fará o percurso em mais de 5 min.
e) Não; pois a lebre fará o percurso em menos de 5 min.

RESOLUÇÃO:

1) Para a tartaruga: $\Delta s = V_m \cdot \Delta t$
$d = V_T \cdot 30$ (1)

2) Para a lebre:
$d = 6\,V_T \cdot \Delta t$ (2)

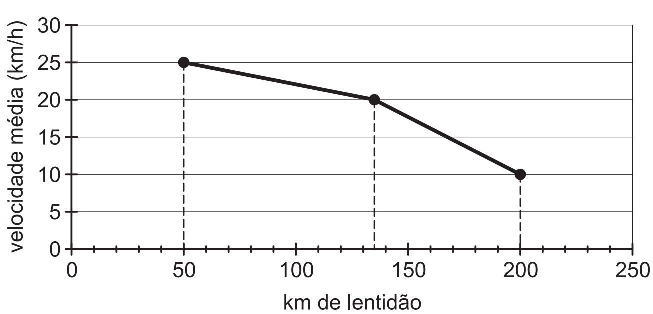
(1) = (2)

$30\,V_T = 6\,V_T \cdot \Delta t \Rightarrow \boxed{\Delta t = 5\text{ min}}$

A lebre e a tartaruga atingirão a linha da chegada no mesmo instante: 8h e 30 min.
Resposta: C

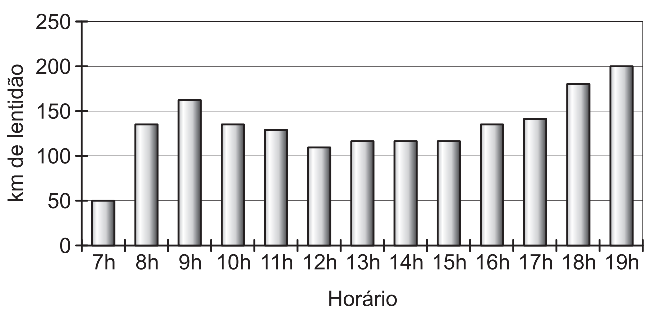
4. **(MODELO ENEM)** – O gráfico **I**, apresentado a seguir, mede a velocidade escalar média de um ônibus em função da quantidade de km de lentidão em virtude do congestionamento, em um determinado dia.

Gráfico I



O gráfico **II** mostra a evolução do congestionamento com o horário, ao longo do dia.

Gráfico II
CONGESTIONAMENTO



O ônibus faz um mesmo percurso de 10 km às 7h da manhã e às 7h da noite. Às 7h da manhã, o percurso foi feito em um tempo T_1 e, às 7h da noite, o percurso foi feito em um tempo T_2.

A razão $\dfrac{T_2}{T_1}$ vale:

a) 0,4 b) 0,5 c) 1 d) 2 e) 2,5

RESOLUÇÃO:

7h da manhã → 50 km de lentidão → $V_m = 25$ km/h
7h da noite → 200 km de lentidão → $V_m = 10$ km/h

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

$$T_1 = \frac{10}{25}\text{ h} = 0{,}4\text{h}$$

$$T_2 = \frac{10}{10}\text{ h} = 1{,}0\text{h}$$

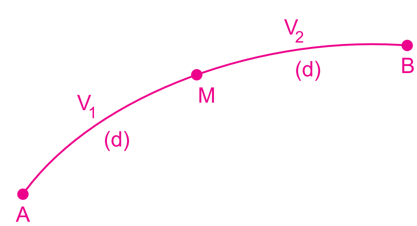
$$\boxed{\frac{T_2}{T_1} = 2{,}5}$$

Resposta: E

5. Um carro percorreu a metade de uma estrada viajando a 30 km/h e a outra metade da estrada a 60 km/h. Sua velocidade escalar média no percurso total foi, em km/h, de

a) 60 b) 54 c) 48 d) 40 e) 30

RESOLUÇÃO:



Seja V_1 a velocidade escalar na primeira metade do percurso e V_2 na segunda metade.
Os intervalos de tempo gastos nos percursos AM e MB são dados por

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

$$\Delta t_1 = \frac{d}{V_1} \text{ e } \Delta t_2 = \frac{d}{V_2}$$

O tempo total de percurso é dado por

$$\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{d}{V_1} + \frac{d}{V_2}$$

$$\Delta t = \frac{d\,V_2 + d\,V_1}{V_1 V_2} \Rightarrow \boxed{\Delta t = \frac{d(V_2 + V_1)}{V_1 V_2}}$$

A velocidade escalar média, no percurso total de A para B, é dada por

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

Para $V_1 = 30$ km/h e $V_2 = 60$ km/h, temos

$$V_m = \frac{2 \cdot 30 \cdot 60}{90} \text{ (km/h)} \Rightarrow \boxed{V_m = 40 \text{ km/h}}$$

Comentar que a expressão $\frac{2\,V_1V_2}{V_2 + V_1}$ é chamada média harmônica entre V_1 e V_2.

Resposta: D

MÓDULO 4

VELOCIDADE ESCALAR INSTANTÂNEA

1. **(OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA-Modificado)** – Uma partícula tem a função horária dos espaços definida por s = 4,0t (SI). Considere as proposições a seguir:

(1) Na origem dos tempos, a partícula está posicionada na origem dos espaços.
(2) A velocidade escalar da partícula vale 4,0 m/s.
(3) No instante t = 2,0s, a distância da partícula à origem dos espaços vale, necessariamente, 8,0 m.
(4) A trajetória da partícula é retilínea.

Estão corretas apenas:

a) 1 e 2 b) 1 e 3 c) 1, 2 e 3
d) 2 e 4 e) 3 e 4

RESOLUÇÃO:
(1) (V): t = 0 (origem dos tempos) ⇒ s = 0 (origem dos espaços).
(2) (V): A velocidade escalar é constante e vale 4,0 m/s.
(3) (F): O espaço vale 8,0 m e coincidirá com a distância até a origem se a trajetória for retilínea.
(4) (F): A trajetória não está definida.
Resposta: A

2. **(IFRN)** – Uma partícula em movimento retilíneo tem suas posições sobre a reta representadas pela função $\mathbf{x = 20{,}0 - 40{,}0\,t + 5{,}0\,t^2}$, em que **x** é sua posição linear em metros e **t** o instante em segundos em que ela atinge a posição **x**, contados a partir do instante **t = 0**. O módulo da velocidade dessa partícula, no instante **t = 5,0** segundos, é:

a) 0 b) 10,0 m/s c) 20,0 m/s
d) 55,0 m/s e) 60,0 m/s

RESOLUÇÃO:

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

Para $t_1 = 5{,}0$ s ⇒ $V_1 = -40{,}0 + 10{,}0 \cdot 5{,}0$ (m/s)

$$\boxed{V_1 = 10{,}0 \text{ m/s}}$$

Resposta: B

3. **(FCC)** – Uma partícula percorre o eixo x das abscissas em movimento uniformemente variado. A posição x da partícula varia com o tempo t de acordo com a função: $\mathbf{x = 3{,}0\,t^2 - 6{,}0\,t - 24{,}0}$, com x medido em metros e t em segundos e válida para $t \geqslant 0$. A velocidade escalar da partícula no instante em que passa pela origem das abscissas, em m/s, vale

a) 24,0 b) 18,0 c) zero
d) – 18,0 e) – 24,0

RESOLUÇÃO:
1) Cálculo do instante t_1 em que a partícula passa pela origem:

$x = 0$

$3{,}0\,t_1^2 - 6{,}0\,t_1 - 24{,}0 = 0$

$t_1^2 - 2{,}0\,t_1 - 8{,}0 = 0$ → $t_1 = 4{,}0$ s ; → $t_1 = -2{,}0$s (rejeitada)

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

$V_1 = 6{,}0 \cdot 4{,}0 - 6{,}0$ (SI)

$$\boxed{V_1 = 18{,}0 \text{ m/s}}$$

Resposta: B

4. Uma pedra é lançada verticalmente para cima no instante t = 0 e sua altura **h**, relativa ao solo, varia com o tempo **t** segundo a relação:

$$h = 1{,}0 + 20{,}0\,t - 5{,}0\,t^2 \text{ (SI)}$$

Determine

a) a altura, relativa ao solo, no instante em que a pedra foi lançada;
b) a velocidade escalar média entre os instantes t = 0 e t = 1,0s;
c) o instante em que a pedra atinge sua altura máxima;
d) a altura máxima atingida pela pedra;
e) a velocidade escalar da pedra nos instantes t = 1,0 s e t = 3,0 s.

RESOLUÇÃO:

a) $t = 0 \Rightarrow \boxed{h = h_0 = 1{,}0\text{ m}}$

b) $t_1 = 0 \ldots h_1 = 1{,}0\text{ m}$

$t_2 = 1{,}0\text{s} \ldots h_2 = 16{,}0\text{ m}$

$$V_m = \frac{\Delta h}{\Delta t} = \frac{16{,}0 - 1{,}0}{1{,}0 - 0}\text{ (m/s)} \Rightarrow \boxed{V_m = 15{,}0\text{ m/s}}$$

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

$h = h_{máx} \Leftrightarrow V = 0$

$20{,}0 - 10{,}0\,t_s = 0$

$10{,}0\,t_s = 20{,}0 \Rightarrow \boxed{t_s = 2{,}0\text{s}}$

d) $t = t_s = 2{,}0\text{ s} \Leftrightarrow h = h_{máx}$

$h_{máx} = 1{,}0 + 20{,}0 \,.\, 2{,}0 - 5{,}0\,(2{,}0)^2\text{ (m)}$

$h_{máx} = 1{,}0 + 40{,}0 - 20{,}0\text{ (m)} \Rightarrow \boxed{h_{máx} = 21{,}0\text{m}}$

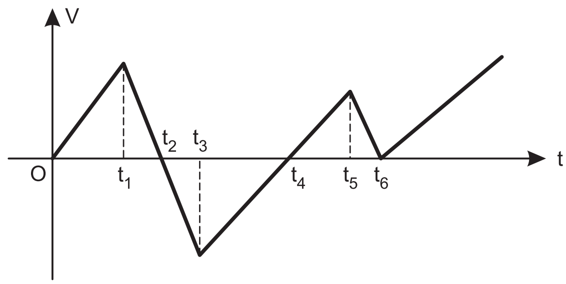
e) $V = 20{,}0 - 10{,}0\,t$ (SI)

$t_1 = 1{,}0\text{ s} \Rightarrow V_1 = 20{,}0 - 10{,}0 \,.\, 1{,}0\text{ (m/s)} \Rightarrow V_1 = 10{,}0\text{ m/s}$

$t_2 = 3{,}0\text{ s} \Rightarrow V_2 = 20{,}0 - 10{,}0 \,.\, 3{,}0\text{ (m/s)} \Rightarrow V_2 = -10{,}0\text{ m/s}$

Respostas: a) 1,0m b) 15,0 m/s
c) 2,0s d) 21,0m
e) 10,0 m/s e – 10,0 m/s

5. Um móvel descreve uma trajetória retilínea e sua velocidade escalar varia com o tempo segundo o gráfico a seguir:



Quais instantes correspondem aos pontos de inversão no sentido do movimento?

a) t_2, t_4 e t_6 b) t_1, t_3 e t_5 c) t_2 e t_4
d) t_4 e t_6 e) t_2 e t_6

RESOLUÇÃO:
Para que haja inversão no sentido do movimento, temos duas condições:
1) A velocidade escalar deve anular-se.
2) A velocidade escalar deve trocar de sinal.
Isto ocorre apenas nos instantes t_2 e t_4.
Resposta: C

MÓDULO 5

ACELERAÇÃO ESCALAR

1. Um móvel descreve uma trajetória retilínea com equação horária dos espaços dada por:

$$s = 2{,}0\,t^2 - 16{,}0\,t + 2{,}0 \text{ (SI)}$$

Determine

a) o instante t_1 em que o móvel atinge o ponto de inversão no sentido de seu movimento.
b) o espaço s_1 e a aceleração escalar no instante t_1.

RESOLUÇÃO:

a) $V = \dfrac{ds}{dt} = 4{,}0t - 16{,}0$ (SI)

$4{,}0t_1 - 16{,}0 = 0$

$\boxed{t_1 = 4{,}0\text{s}}$

b) 1) $s_1 = 2{,}0 \,.\, 16{,}0 - 16{,}0 \,.\, 4{,}0 + 2{,}0\text{ (m)}$

$s_1 = 32{,}0 - 64{,}0 + 2{,}0\text{ (m)}$

$\boxed{s_1 = -30{,}0\text{ m}}$

2) $\gamma = \dfrac{dv}{dt} = 4{,}0\text{ m/s}^2$ (constante)

Respostas: a) 4,0 s
b) – 30,0 m e 4,0 m/s²

2. A posição de uma partícula que se move em um eixo x é dada por $x = 5{,}8 + 9{,}2\,t - 1{,}2\,t^3$, em que x está em metros e t em segundos.
A aceleração escalar da partícula, em m/s^2, no instante t = 1,0 s é
a) – 14,4 b) – 7,2 c) – 3,6
d) – 1,8 e) – 0,90

RESOLUÇÃO:

$$V = \frac{dx}{dt} = 9{,}2 - 3{,}6\,t^2 \text{ (SI)}$$

$$\gamma = -7{,}2\,t \text{ (SI)}$$

$$t_1 = 1{,}0\text{ s} \Rightarrow \boxed{\gamma_1 = -7{,}2\text{ m/s}^2}$$

Resposta: B

3. **(MODELO ENEM)** – Um corpo abandonado de uma grande altura, na atmosfera terrestre, cai verticalmente e sua velocidade escalar vai aumentando até atingir um valor máximo V_f. Isto ocorre quando a força aplicada pelo ar equilibrar o peso do corpo.
Para corpos esféricos com densidade igual ou próxima da densidade da água a velocidade escalar máxima é dada pela relação:

$$\boxed{V_f^2 = k\,R}$$

k é uma constante que vale $1{,}6 \cdot 10^4 m/s^2$ e
R é o raio do corpo esférico medido em metros.

Uma maçã, suposta ser um corpo esférico de raio 2,5cm e com densidade próxima da densidade da água, foi abandonada do último andar da Torre Eiffel (altura de 273m), num dia sem vento, de modo a ter uma queda vertical.
A colisão entre a maçã e o solo durou $2{,}0 \cdot 10^{-2}$ s e a aceleração escalar média máxima que os tecidos da maçã suportam, sem que ela arrebente, tem módulo de $4{,}5 \cdot 10^2 m/s^2$.
Assinale a opção que indica a velocidade escalar máxima atingida pela maçã e se ela vai ou não arrebentar ao colidir com o solo.
a) V_f = 20 m/s e a maçã não arrebenta.
b) V_f = 400 m/s e a maçã arrebenta.
c) V_f = 20 m/s e a maçã arrebenta.
d) V_f = 40 m/s e a maçã não arrebenta.
e) V_f = 400 m/s e a maçã não arrebenta.

RESOLUÇÃO:
1) $V_f^2 = k\,R = 1{,}6 \cdot 10^4 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-2} = 4{,}0 \cdot 10^2$

$$\boxed{V_f = 20\text{m/s}}$$

2) $|a_m| = \dfrac{|\Delta V|}{\Delta t} \Rightarrow |a_m| = \dfrac{20}{2{,}0 \cdot 10^{-2}} (m/s^2) = 1{,}0 \cdot 10^3\ m/s^2$

Como $|a_m| > 4{,}5 \cdot 10^2\ m/s^2$, a maçã vai arrebentar.

Resposta: C

4. **(MODELO ENEM)** – Quando um carro esporte está com sua potência máxima, durante os primeiros 20,0 s de seu movimento, a sua velocidade escalar **V** pode ser traduzida pela relação:

$$V^2 = \frac{2P}{m}\,t$$

t = é o tempo de movimento do carro.
$P = 3{,}6 \cdot 10^4$ W é a potência do motor do carro.
$m = 1{,}2 \cdot 10^3$ kg é a massa do carro.

A aceleração escalar média do carro entre os instantes $t_1 = 0$ e $t_2 = 15{,}0$s
a) não pode ser determinada com os dados apresentados.
b) vale 1,0 m/s^2 c) vale 2,0 m/s^2
d) vale 3,0 m/s^2 e) vale 4,0 m/s^2

RESOLUÇÃO:
1) $t_1 = 0 \Rightarrow V_1 = 0$

$t_2 = 15{,}0\text{ s} \Rightarrow V_2^2 = 2 \cdot \dfrac{3{,}6 \cdot 10^4}{1{,}2 \cdot 10^3} \cdot 15{,}0 \text{ (SI)}$

$V_2^2 = 900 \Rightarrow \boxed{V_2 = 30{,}0\text{ m/s}}$

2) $\gamma_m = \dfrac{\Delta V}{\Delta t} = \dfrac{30{,}0 - 0}{15{,}0} (m/s^2)$

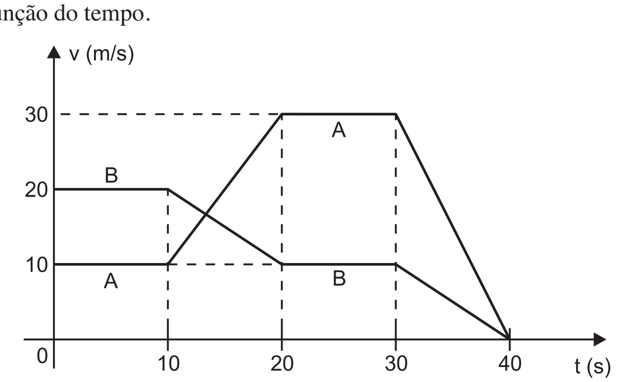
$$\boxed{\gamma_m = 2{,}0\text{ m/s}^2}$$

Resposta: C

5. **(ENEM)** – **Rua da Passagem**

Os automóveis atrapalham o trânsito.
Gentileza é fundamental.
Não adianta esquentar a cabeça.
Menos peso do pé no pedal.

O trecho da música, de Lenine e Arnaldo Antunes (1999), ilustra a preocupação com o trânsito nas cidades, motivo de uma campanha publicitária de uma seguradora brasileira. Considere dois automóveis, A e B, respectivamente conduzidos por um motorista imprudente e por um motorista consciente e adepto da campanha citada. Ambos se encontram lado a lado no instante inicial t = 0 s, quando avistam um semáforo amarelo (que indica atenção, parada obrigatória ao se tornar vermelho). O movimento de A e B pode ser analisado por meio do gráfico, que representa a velocidade escalar de cada automóvel em função do tempo.



As velocidades escalares dos veículos variam com o tempo em dois intervalos: (I) entre os instantes 10 s e 20 s; (II) entre os instantes 30 s e 40 s. De acordo com o gráfico, quais são os módulos das taxas de variação da velocidade escalar do veículo conduzido pelo motorista imprudente, em m/s^2, nos intervalos (I) e (II), respectivamente?

a) 1,0 e 3,0 b) 2,0 e 1,0 c) 2,0 e 1,5
d) 2,0 e 3,0 e) 10,0 e 30,0

RESOLUÇÃO:

1) **O motorista imprudente é o motorista A, que desenvolve velocidade escalar maior.**
2) **A taxa de variação da velocidade escalar é a aceleração escalar do veículo:**

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

No intervalo de 10 s a 20 s:

$$\gamma_A = \frac{30 - 10}{20 - 10} \ (m/s^2) = 2{,}0 \ m/s^2$$

No intervalo de 30 s a 40 s:

$$\gamma'_A = \frac{0 - 30}{40 - 30} \ (m/s^2) = -3{,}0 \ m/s^2$$

$$\boxed{|\gamma'_A| = 30 \ m/s^2}$$

Resposta: D

MÓDULO 6

CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS

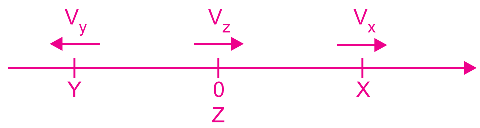
1. **(UFSCar-SP-MODELO ENEM)** – O movimento de três corpos sobre a mesma trajetória reta tem as seguintes características:

- Corpo X: realiza um movimento progressivo, sendo que sua posição inicial era positiva.
- Corpo Y: realiza um movimento retrógrado, sendo que sua posição inicial era negativa.
- Corpo Z: realiza um movimento progressivo, tendo como posição inicial a da origem da trajetória.
- Todos os corpos têm velocidades com módulos constantes.

De acordo com as características apresentadas, é correto afirmar que

a) X e Y certamente se encontrarão, independentemente dos módulos das suas velocidades.
b) Y e Z certamente se encontrarão, independentemente dos módulos das suas velocidades.
c) X e Z certamente se encontrarão, independentemente dos módulos das suas velocidades.
d) X somente encontrará Z se o módulo da sua velocidade for menor que o módulo da velocidade de Z.
e) Y somente encontrará Z se o módulo da sua velocidade for maior que o módulo da velocidade de Z.

RESOLUÇÃO:



1) X e Y jamais se encontrarão
2) Y e Z jamais se encontrarão
3) Z e X poderão encontrar-se se a velocidade de Z for maior que a de X.
Resposta: D

2. Uma partícula está em movimento com equação horária dos espaços dada, em unidades do S.I., por:

$$s = 4{,}0 \, t^2 - 10{,}0 \, t + 7{,}0$$

a) Qual a trajetória da partícula?
b) Calcule, no instante t = 1,0 s, os valores da velocidade escalar e da aceleração escalar.
c) Classifique o movimento (progressivo ou retrógrado e acelerado ou retardado) no instante t = 1,0 s.

RESOLUÇÃO:

a) **A trajetória não está determinada, pois a equação horária dos espaços não indica a trajetória do móvel.**

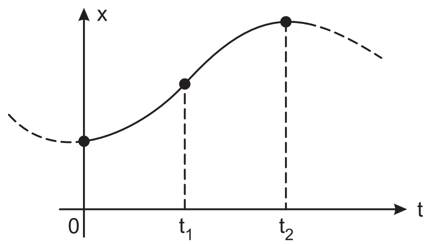
b) $V = 8{,}0 \, t - 10{,}0$ **(SI)**
$\gamma = 8{,}0 \ m/s^2$ **(constante)**

$$t = 1{,}0 \ s \begin{cases} V_1 = -2{,}0 \ m/s \\ \gamma_1 = 8{,}0 \ m/s^2 \end{cases}$$

c) **O movimento é retrógrado, porque a velocidade escalar é negativa, e é retardado, porque a velocidade escalar e a aceleração escalar têm sinais opostos.**

Respostas: **a) não está definida**
b) – 2,0 m/s e 8,0 m/s²
c) retrógrado e retardado.

3. **(MODELO ENEM)** – Um carro está movimentando-se em uma rodovia retilínea e sua posição **x** definida pelo marco quilométrico da estrada, num certo intervalo de tempo, é dada pelo gráfico a seguir, formado por dois arcos de parábola com vértices nos instantes t = 0 e $t = t_2$.



A análise do gráfico nos permite concluir que

a) no intervalo de tempo de 0 a t_1, o movimento do carro é progressivo e retardado.

b) no intervalo de tempo de 0 a t_1, o movimento do carro é retrógrado e acelerado.

c) no intervalo de tempo entre t_1 e t_2, o movimento do carro é progressivo e acelerado.

d) no intervalo de tempo entre t_1 e t_2, o movimento do carro é progressivo e retardado.

e) no intervalo de tempo entre t_1 e t_2, o movimento do carro é retrógrado e acelerado.

RESOLUÇÃO:

1) O sinal da velocidade escalar V será positivo ou negativo conforme o espaço seja crescente ou decrescente, respectivamente.

2) O sinal da aceleração escalar γ será positivo ou negativo conforme o arco de parábola tenha concavidade para cima (0 a t_1) ou para baixo (t_1 a t_2), respectivamente.

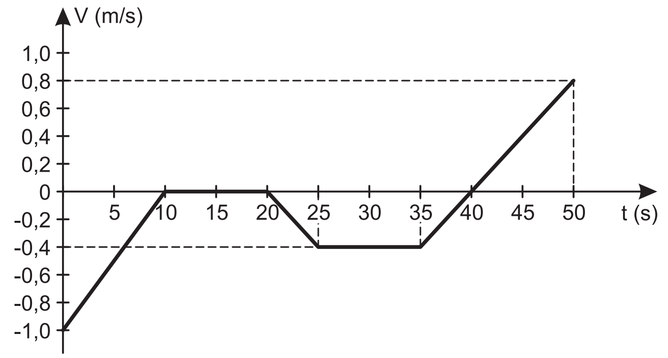
3) Intervalo de 0 a t_1:
Espaço crescente: V > 0
Arco de parábola com concavidade para cima: γ > 0
Sendo V > 0, o movimento é progressivo.
Como V e γ têm o mesmo sinal, o movimento é acelerado.

4) Intervalo de t_1 a t_2:
Espaço crescente: V > 0
Arco de parábola com concavidade para baixo: γ < 0
Sendo V > 0, o movimento é progressivo.
Como V e γ têm sinais opostos, o movimento é retardado.

Resposta: D

4. Newton também contribuiu para o estudo do movimento dos corpos na Terra, formulando leis que estão referidas na sua obra *"Principia"*.

O gráfico da figura representa a velocidade escalar **v** de um homem que se desloca numa trajetória retilínea, em função do tempo, **t**.



Analise as proposições a seguir:

(1) No intervalo de tempo representado de 0 a 50s, o homem permaneceu em repouso durante 10s.

(2) Nos instantes t_1 = 5s e t_2 = 38s, o homem está com movimento retardado.

(3) No instante t_3 = 40s, a aceleração escalar do homem vale 0,08 m/s².

(4) No intervalo entre 25s e 35s, o movimento do homem é uniforme e retrógrado.

Estão corretas:

a) (1) e (2) apenas.
b) (3) e (4) apenas.
c) (1), (2) e (4) apenas.
d) (2), (3) e (4) apenas.
e) (1), (2), (3) e (4).

RESOLUÇÃO:

(1) (V) Somente entre 10s e 20s o homem está em repouso (velocidade nula).

(2) (V) De 0 a 10s e de 35s a 40s, o módulo da velocidade diminui e o movimento é retardado.

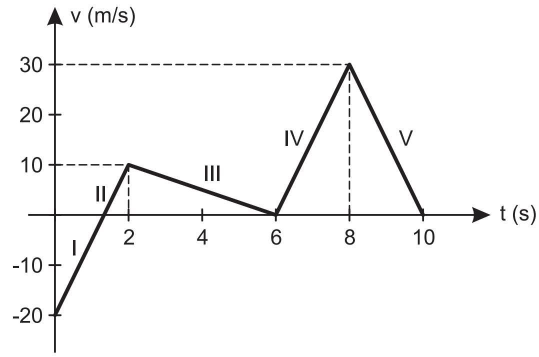
(3) (V) De 35s a 50s, o movimento é uniformemente variado; a aceleração escalar é constante e é dada por:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{1{,}2 m/s}{15 s} = 0{,}08\ m/s^2$$

(4) (V) A velocidade escalar é constante e negativa.

Resposta: E

5. **(INEP-MODELO ENEM)** – Uma fábrica de motocicleta, antes de lançar um novo modelo no mercado, realizou um teste de desempenho, conforme o gráfico.



Analisando-se o gráfico, o movimento realizado pela motocicleta nos trechos I, II, III, IV e V, foi, respectivamente

a) acelerado, acelerado, retardado, retardado e acelerado.
b) retardado, acelerado, acelerado, acelerado e retardado.
c) acelerado, retardado, acelerado, retardado e acelerado.
d) retardado, acelerado, retardado, acelerado e retardado.
e) retardado, acelerado, acelerado, retardado e acelerado.

RESOLUÇÃO:
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

MÓDULO 7

MOVIMENTO UNIFORME

1. **(UFCG-PB)** – Numa aula experimental, um grupo de estudantes deixa bolhas de uma mistura de álcool e água caírem através de um longo tubo preenchido com óleo de soja comum. Constroem uma tabela na qual registram a posição de uma das bolhas em função do tempo, reproduzida abaixo:

Posição s (cm)	Tempo t (s)
0	0,0
5,0	10,0
10,0	20,0
15,0	30,0
20,0	40,0

a) Calcule a velocidade escalar da bolha em m/s.
b) Classifique o movimento admitindo que a regularidade da tabela se mantenha.
c) Escreva a equação horária do movimento em unidades SI.
d) Construa o gráfico s = f(t).

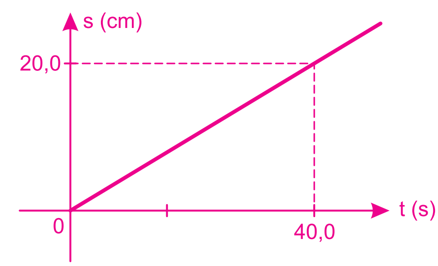
RESOLUÇÃO:

a) $V = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{5{,}0 \cdot 10^{-2}\,m}{10{,}0\,s} = 5{,}0 \cdot 10^{-3} m/s$

b) Movimento uniforme e progressivo

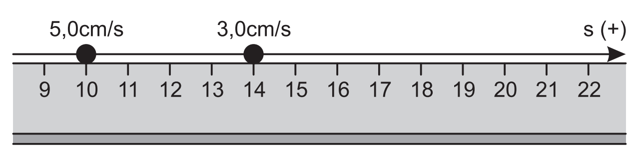
c) $s = s_0 + V\,t$
$s = 5{,}0 \cdot 10^{-3}\,t$ **(SI)**

d)



Respostas: a) $5{,}0 \cdot 10^{-3}$m/s b) uniforme e progressivo
c) $s = 5{,}0 \cdot 10^{-3}\,t$ (SI) d) vide gráfico

2. Duas formigas se movem em linha reta e com velocidades constantes ao longo de uma régua centimetrada. Na figura estão indicadas as velocidades escalares das formigas e as posições que ocupavam num certo instante. Determine a posição do encontro entre as duas formigas.



a) 16cm b) 17cm c) 18cm d) 19cm e) 20cm

RESOLUÇÃO:

1) $s = s_0 + V\,t$

$\left.\begin{array}{l} s_1 = 10 + 5{,}0\,t \\ s_2 = 14 + 3{,}0\,t \end{array}\right\}$ **t em segundos, s em centímetros**

$s_1 = s_2$

$10 + 5{,}0\,t_E = 14 + 3{,}0\,t_E$

$2{,}0\,t_E = 4{,}0 \Rightarrow \boxed{t_E = 2{,}0\,s}$

2) $t = t_E = 2{,}0s \Leftrightarrow s_1 = s_E$

$s_E = 10 + 5{,}0 \cdot 2{,}0\,(cm) \Rightarrow \boxed{s_E = 20\,cm}$

Resposta: E

3. **(UNESP-MODELO ENEM)** – Nos últimos meses, assistimos aos danos causados por terremotos. O epicentro de um terremoto é fonte de ondas mecânicas tridimensionais que se propagam sob a superfície terrestre. Essas ondas são de dois tipos: longitudinais e transversais. As ondas longitudinais viajam mais rápido que as transversais e, por atingirem as estações sismográficas primeiro, são também chamadas de ondas primárias (ondas P); as transversais são chamadas de ondas secundárias (ondas S). A distância entre a estação sismográfica e o epicentro do terremoto pode ser determinada pelo registro, no sismógrafo, do intervalo de tempo decorrido entre a chegada da onda P e a chegada da onda S.
Considere uma situação hipotética, extremamente simplificada, na qual, do epicentro de um terremoto na Terra são enviadas duas ondas, uma transversal que viaja com uma velocidade de, aproximadamente 4,0 km/s, e outra longitudinal, que viaja a uma velocidade de, aproximadamente 6,0 km/s. Supondo-se que a estação sismográfica mais próxima do epicentro esteja situada a 1 200 km deste, qual a diferença de tempo transcorrido entre a chegada das duas ondas no sismógrafo?
a) 600s b) 400s c) 300s d) 100s e) 50s

RESOLUÇÃO:
Sendo constante a velocidade de propagação de cada onda, temos:

$$V_P = \frac{\Delta s}{\Delta t_1} \Rightarrow \Delta t_1 = \frac{\Delta s}{V_P}$$

$$V_S = \frac{\Delta s}{\Delta t_2} \Rightarrow \Delta t_2 = \frac{\Delta s}{V_S}$$

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{V_S} - \frac{\Delta s}{V_P}$$

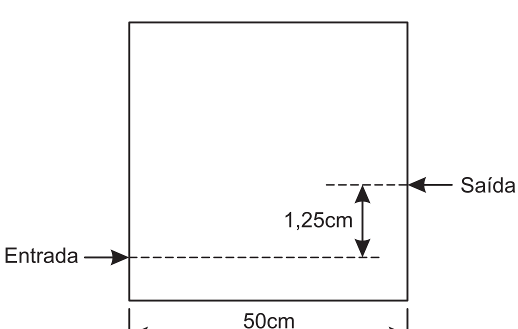
$$\Delta t = \frac{1200}{4{,}0} - \frac{1200}{6{,}0} \text{ (s)}$$

$$\Delta t = 300 \text{ s} - 200 \text{ s}$$

$$\boxed{\Delta t = 100 \text{ s}}$$

Resposta: D

4. Devido à resistência do ar, uma caixa de papelão de forma cúbica, de aresta 50cm, cai verticalmente com velocidade escalar constante de 10m/s. Durante a queda, a base da caixa permanece sempre paralela ao solo. Uma bala atravessa a caixa, com velocidade horizontal constante e paralelamente à base, deixando nos lados opostos dois furos com desnível de 1,25cm.



Nestas condições, é correto afirmar que a velocidade da bala tem módulo igual a
a) 50m/s b) 100m/s c) 125m/s
d) 400m/s e) 500m/s

RESOLUÇÃO:
Enquanto a bala percorre 50 cm na horizontal, a caixa percorre 1,25 cm na vertical.

$\Delta s = V\,t$ **(MU)**

caixa: $\Delta s_1 = V_1\, t$ (1)

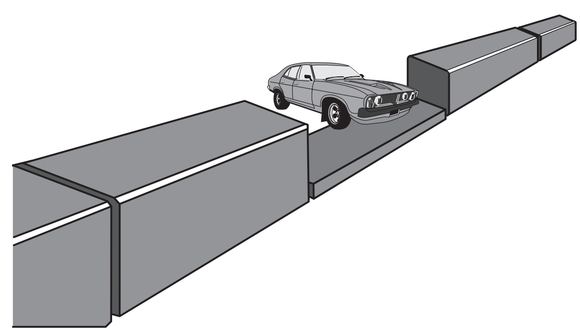
bala: $\Delta s_2 = V_2\, t$ (2)

$$\frac{(2)}{(1)} : \frac{V_2}{V_1} = \frac{\Delta s_2}{\Delta s_1} \Rightarrow \frac{V_2}{10} = \frac{50}{1{,}25}$$

$$\boxed{V_2 = 400 \text{ m/s}}$$

Resposta: D

5. **(UFTM-MG)** – Segundo o roteiro de um filme de ação, no momento em que o único vagão aberto e sem carga de um trem passa, um carro em fuga o sobrevoa, deixando seu perseguidor do outro lado da composição ferroviária.

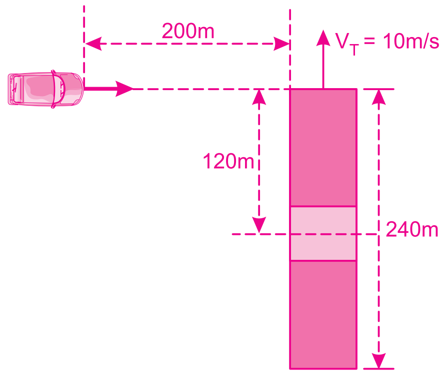


Observe as condições passadas para o pessoal encarregado dos efeitos especiais:
– o trem tem comprimento de 240m e o vagão aberto ocupa seu centro;
– tanto o trem quanto o carro do fugitivo mantêm velocidades constantes durante a ação, sendo que a velocidade do trem tem módulo de 10 m/s;
– as direções do movimento do trem e do carro são perpendiculares entre si e, no momento em que a frente da locomotiva se encontra diretamente alinhada com o carro, a distância que separa o carro dos trilhos da estrada de ferro é de 200m.

Para auxiliar na elaboração desse efeito especial, determine
a) o tempo de duração da cena, contando desde o momento em que o carro se encontra a 200m da linha até o momento em que ele sobrevoa o vagão do trem;
b) a velocidade escalar que deve possuir o carro para que tudo ocorra conforme planejado, desconsiderando-se o movimento vertical realizado durante o voo sobre o vagão.

RESOLUÇÃO:

a)



A duração da cena corresponde ao tempo gasto pelo trem para percorrer a distância de 120 m.

$\Delta s = V_T \, \Delta t$

$120 = 10T$

$\boxed{T = 12\ s}$

b) $\Delta s_C = V_C \, T$ **(MU)**

$200 = V_C \,.\, 12 \;\Rightarrow\; V_C = \dfrac{50}{3}\ m/s = \dfrac{50}{3} \,.\, 3{,}6\ km/h \;\Rightarrow\; \boxed{V_C = 60\ km/h}$

Respostas: a) 12s b) 60km/h

MÓDULO 8

MOVIMENTO UNIFORME

1. **(OLIMPÍADA DE FÍSICA DE PORTUGAL)** – Um casal alugou um automóvel. Seguiam com velocidade constante de módulo 90km/h, numa estrada retilínea, quando surgiu uma operação "stop". Um agente da polícia fez sinal de parada, mas Isabel, que ia ao volante e estava distraída, prosseguiu com a mesma velocidade. Após 6,0s, a polícia iniciou a perseguição com velocidade constante de módulo 108km/h. Calcule:

a) O tempo que a polícia demorou até alcançar o veículo;

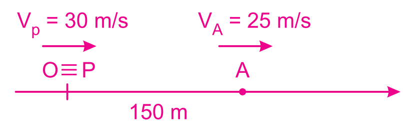
b) A distância na qual os veículos se encontraram, a partir da posição da operação "stop".

RESOLUÇÃO:

a) 1) $V_A = 90\ km/h = \dfrac{90}{3{,}6}\ m/s = 25\ m/s$

2) $\Delta s = V_A \,.\, \Delta t = 25 \,.\, 6{,}0\ (m) = 150\ m$

3)



MU: $s = s_0 + Vt$

$s_A = 150 + 25\,t$ (SI)

$s_P = 30\,t$ (SI)

$s_A = s_P$

$150 + 25\,t_E = 30\,t_E$ (SI)

$5\,t_E = 150 \Rightarrow \boxed{t_E = 30s}$

b) $t = t_E = 30s$

$s_A = s_P = s_E$

$s_E = 30 \,.\, 30\ (m) \Rightarrow \boxed{s_E = 900\ m}$

Respostas: a) 30 s b) 900 m

2. Uma composição ferroviária, de 120m de comprimento, move-se com velocidade constante de módulo 54,0km/h. O tempo que ela gasta para atravessar completamente um pontilhão retilíneo de 60,0m de extensão, em segundos, é

a) 4,0 b) 6,0 c) 8,0 d) 10,0 e) 12,0

RESOLUÇÃO:

Para atravessar completamente o pontilhão, a distância total percorrida é a soma dos comprimentos do trem e do pontilhão.

$\Delta s = L_T + L_P = 180\ m$

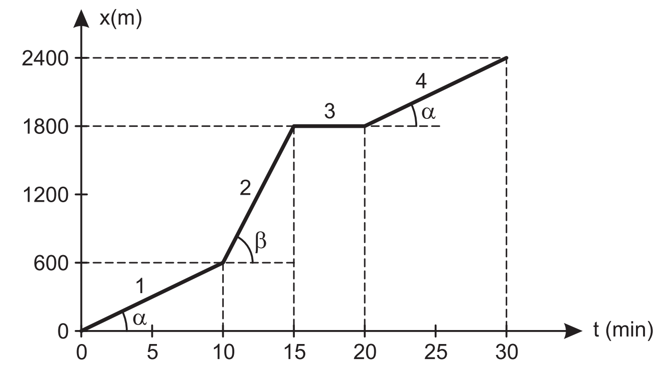
$V = 54{,}0\ \dfrac{km}{h} = \dfrac{54{,}0}{3{,}6}\ m/s = 15{,}0\ m/s$

Sendo o movimento uniforme:

$V = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \dfrac{\Delta s}{V} = \dfrac{180}{15{,}0}\ (s) = 12{,}0\ s$

Resposta: E

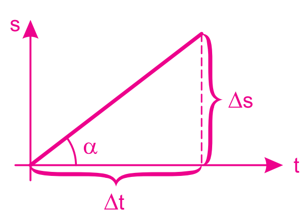
3. **(MODELO ENEM)** – Uma pessoa passeia durante 30 minutos. Nesse tempo, ele anda, corre e também para por alguns instantes. O gráfico representa a posição (espaço) da pessoa em função do tempo de passeio (t).



Pelo gráfico, pode-se afirmar que, na sequência do passeio da pessoa, ela:

a) andou (1), correu (2), parou (3) e correu (4).
b) andou (1), correu (2), parou (3) e andou (4).
c) andou (1), parou (2), correu (3) e andou (4).
d) correu (1), andou (2), parou (3) e correu (4).
e) correu (1), parou (2), andou (3) e correu (4).

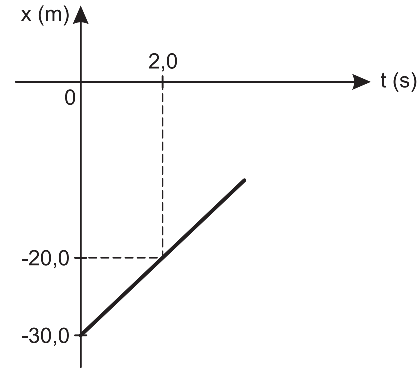
RESOLUÇÃO:
A inclinação da reta mede a velocidade escalar.



$$\boxed{V \overset{N}{=} \text{tg}\,\alpha = \frac{\Delta s}{\Delta t}}$$

Quanto maior o ângulo α, maior a velocidade escalar.
Portanto, a pessoa *andou*, *correu*, *parou* e *andou*.
Resposta: B

4. Um móvel se desloca sobre uma reta conforme o diagrama espaço x tempo a seguir. O instante que a posição do móvel é definida por x = 20,0 m é



a) 6,0 s
b) 8,0 s
c) 10,0 s
d) 12,0 s
e) 14,0 s

RESOLUÇÃO:

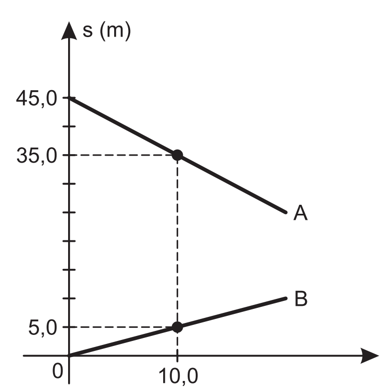
1) $V = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{-20,0 - (-30,0)}{2,0}$ **(m/s) = 5,0 m/s**

2) **MU:** $x = x_0 + v\,t$

$20,0 = -30,0 + 5,0\,T \Rightarrow \boxed{T = 10,0\text{ s}}$

Resposta: C

5. Os movimentos de duas partículas, A e B, que descrevem uma mesma trajetória retilínea, são representados em um gráfico que traduz a coordenada de posição (espaço) em função do tempo.



Supondo-se que as partículas permaneçam em seus estados de movimento, determine

a) as funções horárias dos espaços para os movimentos de A e B;
b) o instante de encontro T_E entre A e B;
c) a coordenada s_E da posição de encontro entre A e B.

RESOLUÇÃO:

a) 1) Cálculo das velocidades escalares de A e B:

$$V_A = \frac{\Delta s_A}{\Delta t} = \frac{35,0 - 45,0}{10,0} \text{ (m/s)} = -1,0 \text{ m/s}$$

$$V_B = \frac{\Delta s_B}{\Delta t} = \frac{5,0 - 0}{10,0} \text{ (m/s)} = 0,50 \text{ m/s}$$

2) Montagem das equações horárias:

$s = s_0 + v\,t$

$s_A = 45,0 - 1,0\,t$ (SI)

$s_B = 0,50\,t$ (SI)

b) Cálculo do tempo de encontro T_E:

$s_A = s_B$

$45,0 - 1,0\,T_E = 0,50\,T_E$

$1,5\,T_E = 45,0 \Rightarrow \boxed{T_E = 30,0 \text{ s}}$

c) Cálculo da posição de encontro s_E:

$t = T_E = 30,0$ s

$s_B = s_E$

$s_E = 0,50 \,.\, 30,0 \text{ (m)} \Rightarrow \boxed{s_E = 15,0 \text{ m}}$

Respostas: a) $s_A = 45,0 - 1,0\,t$ (SI)

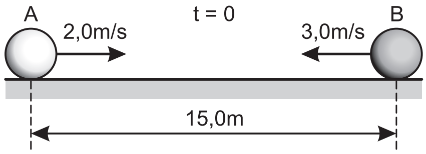
$s_B = 0,50\,t$ (SI)

b) 30,0s c) 15,0m

MÓDULO 9

VELOCIDADE RELATIVA

1. **(OPF)** – Duas bolas de dimensões desprezíveis se aproximam uma da outra, executando movimentos retilíneos e uniformes. Sabe-se que as bolas possuem velocidades de módulos 2,0m/s e 3,0m/s e que, no instante t = 0, a distância entre elas é de 15,0m.



Podemos afirmar que, quando houver a colisão, a bola de maior módulo de velocidade terá percorrido uma distância de:

a) 5,0m b) 6,0m c) 7,5m d) 9,0m e) 10,0m

RESOLUÇÃO:

1) $\Delta s_{rel} = v_{rel} \,.\, t$

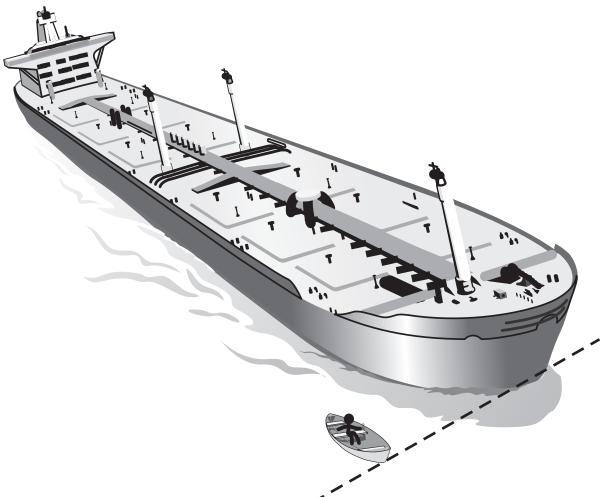
$15,0 = 5,0\,T \Rightarrow \boxed{T = 3,0 \text{ s}}$

2) $|\Delta s_B| = |V_B|\,T$

$|\Delta s_B| = 3,0 \,.\, 3,0 \text{ (m)} \Rightarrow \boxed{|\Delta s_B| = 9,0 \text{ m}}$

Resposta: D

2. **(UFMG-MODELO ENEM)** – Um pequeno bote, que navega a uma velocidade de 2,0 m/s em relação à margem de um rio, é alcançado por um navio, de 50 m de comprimento, que se move paralelamente a ele, no mesmo sentido, como mostrado nesta figura.



Esse navio demora 20 segundos para ultrapassar o bote. Ambos movem-se com velocidades constantes.

Nessas condições, a velocidade do navio em relação à margem do rio é de, aproximadamente,

a) 0,50 m/s b) 2,0 m/s c) 2,5 m/s

d) 4,5 m/s e) 5,0m/s

RESOLUÇÃO:

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

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

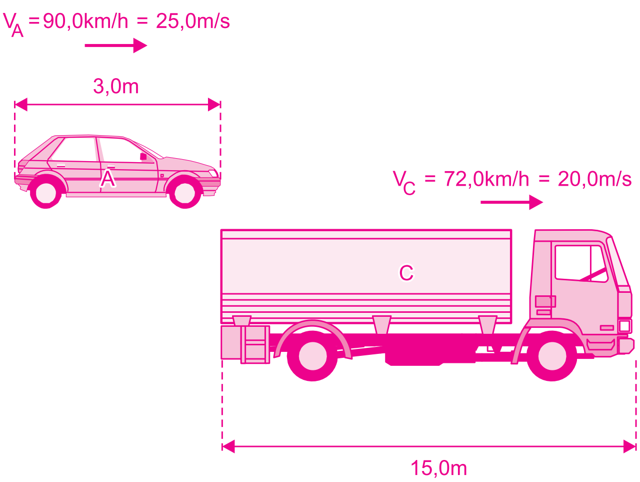
$$V_N - 2,0 = \frac{50}{20} \Rightarrow \boxed{V_N = 4,5 \text{ m/s}}$$

Resposta: D

3. **(MACKENZIE)** – Em uma estrada retilínea, um automóvel de 3,0 m de comprimento e velocidade constante de 90,0km/h, alcança uma carreta de 15,0m de comprimento e velocidade escalar, também constante, de 72,0km/h. O sentido do movimento da carreta é o mesmo que o do carro. A distância percorrida pelo automóvel para ultrapassar completamente a carreta é de

a) 40,0m b) 55,0m c) 75,0m
d) 90,0m e) 100m

RESOLUÇÃO:



1) $\Delta s_{rel} = V_{rel} \,.\, \Delta t$ **(MU)**

$18{,}0 = (25{,}0 - 20{,}0)\ T \Rightarrow \boxed{T = 3{,}6\ s}$

2) $\Delta s_A = V_A \,.\, \Delta t$ **(MU)**

$\Delta s_A = 25{,}0 \,.\, 3{,}6\ (m) \Rightarrow \boxed{\Delta s_A = 90{,}0\ m}$

Resposta: D

4. **(OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA)** – Dois corredores, I e J, partem do mesmo ponto de uma pista circular de raio igual a 25,0m com velocidades escalares constantes de módulos iguais a 6,0m/s e 4,0m/s, respectivamente. Quanto tempo leva para que eles se encontrem pela primeira vez considerando-se que eles partem em sentidos opostos? E se partirem no mesmo sentido?

Adote $\pi = 3$.

a) 15,0s e 75,0s b) 75,0s e 15,0s c) 15,0s e 80,0s
d) 80,0s e 15,0s e) 15,0s e não se encontram

RESOLUÇÃO:

O corredor J é tomado como referencial (suposto parado) e o outro, I, movendo-se com a velocidade relativa. Para o encontro, devemos ter $\Delta s_{rel} = 2\pi R$ (1 volta completa).

$\Delta s_{rel} = V_{rel} \,.\, \Delta t$ **(MU)**

$2\pi R = V_{rel} \,.\, \Delta t$

$$\boxed{\Delta t = \frac{2\pi R}{V_{rel}}}$$

Em sentidos opostos: $V_{rel} = 10{,}0\ m/s$

$$\Delta t_1 = \frac{2 \,.\, 3 \,.\, 25{,}0}{10{,}0}\ (s) \Rightarrow \boxed{\Delta t_1 = 15{,}0\ s}$$

No mesmo sentido: $V_{rel} = 2{,}0\ m/s$

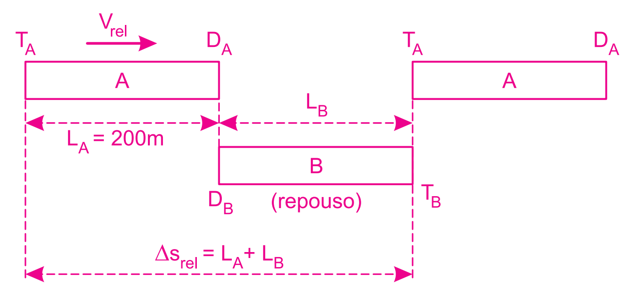
$$\Delta t_2 = \frac{2 \,.\, 3 \,.\, 25{,}0}{2{,}0}\ (s) \Rightarrow \boxed{\Delta t_2 = 75{,}0\ s}$$

Resposta: A

5. **(VUNESP)** – Uma composição ferroviária de 200m de comprimento, viajando a uma velocidade constante de módulo 54km/h, cruza com outra que viaja a 18km/h, constante também, em sentido contrário. O cruzamento completo dura 18s. O comprimento da segunda composição é, em metros, de

a) 1498 b) 1096 c) 448 d) 360 e) 160

RESOLUÇÃO:



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

$$15 + 5 = \frac{200 + L_B}{18}$$

$360 = 200 + L_B$

$\boxed{L_B = 160\ m}$

Resposta: E

MÓDULO 10

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

1. **(AFA)** – A tabela abaixo mostra os valores da velocidade escalar de um móvel em função do tempo.

t(s)	1,0	2,0	3,0	4,0
V(m/s)	5,0	8,0	11,0	14,0

A partir dos dados disponíveis, concluímos que o movimento pode

a) ser uniforme.
b) ter aceleração escalar sempre nula.
c) ser uniformemente acelerado com velocidade escalar inicial nula.
d) ser uniformemente variado com velocidade escalar inicial de 2,0 m/s.

RESOLUÇÃO:
Da tabela:

$$\gamma = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{3{,}0}{1{,}0}\ (m/s^2) = 3{,}0\ m/s^2$$

$$V = V_0 + \gamma\, t$$

$$\left\{\begin{array}{l} t_1 = 1{,}0\ s \\ V_1 = 5{,}0\ m/s \end{array}\right\}\ 5{,}0 = V_0 + 3{,}0 \cdot 1{,}0$$

$$\boxed{V_0 = 2{,}0\ m/s}$$

Resposta: D

2. Em uma decolagem, um avião parte do repouso e atinge a velocidade escalar final de 100 m/s em um intervalo de tempo de 20 s. Supondo-se que a aceleração escalar do avião, durante a decolagem, seja constante, calcule

a) a distância percorrida pelo avião;
b) a aceleração escalar do avião.

RESOLUÇÃO:

a) $$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{V_0 + V}{2} \Rightarrow \frac{\Delta s}{20} = \frac{0 + 100}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 1{,}0 \cdot 10^3 m = 1{,}0\ km}$$

b) $V = V_0 + \gamma\, t$

$$100 = 0 + \gamma \cdot 20 \Rightarrow \boxed{\gamma = 5{,}0 m/s^2}$$

Respostas: a) 1,0 km
b) $5{,}0\ m/s^2$

3. **(UNESP)** – Um veículo está com velocidade escalar de 36km/h numa estrada reta e horizontal, quando o motorista aciona o freio. Supondo-se que a velocidade escalar do veículo se reduza uniformemente à razão de 4,0m/s em cada segundo, a partir do momento em que o freio foi acionado, determine

a) o tempo decorrido entre o instante do acionamento do freio e o instante em que o veículo para;
b) a distância percorrida pelo veículo nesse intervalo de tempo.

RESOLUÇÃO:

a) 1) $V_0 = 36 \frac{km}{h} = \frac{36}{3{,}6}\ (m/s) = 10 m/s$

2) **Sendo o movimento uniformemente variado, vem:**

$$V = V_0 + \gamma\, t$$
$$0 = 10 - 4{,}0 \cdot T$$
$$\boxed{T = 2{,}5 s}$$

b) **Usando-se a equação da velocidade escalar média, vem:**

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{V_0 + V}{2}$$

$$\frac{D}{2{,}5} = \frac{10 + 0}{2}$$

$$\boxed{D = 12{,}5 m}$$

Respostas: a) 2,5s
b) 12,5m

4. **(UFVJM-MG-MODELO ENEM)** – Uma motocicleta movia-se numa avenida quando seu motociclista percebeu que o semáforo do cruzamento logo adiante estava fechado. O motociclista freou, mas não conseguiu parar antes do cruzamento, atingindo um automóvel. Baseado nos danos causados nos veículos, técnicos da polícia estimaram que a motocicleta estava a 36 km/h no momento da colisão.

A 50 metros do local do acidente, foi encontrada uma marca no asfalto, que corresponde ao local em que o motociclista pisou desesperadamente no freio.

Sabendo-se que os freios da motocicleta conseguem produzir uma aceleração escalar, praticamente constante, de módulo igual a 8,0 m/s^2, a perícia confirmou que a velocidade escalar da motocicleta, imediatamente antes da freada, era de

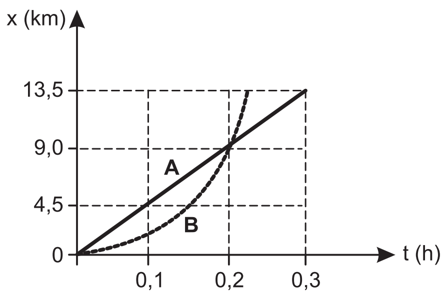
a) 45km/h. b) 60km/h. c) 90km/h.
d) 108km/h. e) 180km/h.

RESOLUÇÃO:

$$V^2 = V_0^2 + 2\, \gamma\, \Delta s\ (MUV)$$
$$(10)^2 = V_0^2 + 2\,(-8{,}0)\, 50$$
$$100 = V_0^2 - 800$$
$$V_0^2 = 900$$
$$V_0 = 30\ m/s = 108\ km/h$$

Resposta: D

5. **(UFPE)** – A figura abaixo ilustra as posições de dois carros que se movem no mesmo sentido, ao longo de estradas retilíneas e paralelas. O carro **A** tem movimento uniforme, enquanto **B** desloca-se com movimento uniformemente variado, partindo do repouso em **t = 0s**. Qual é a velocidade escalar de **B**, em **km/h**, no instante em que ele alcança o carro **A**?



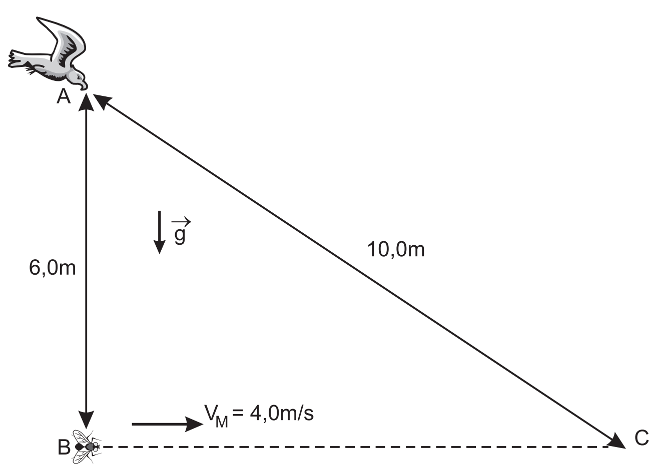
RESOLUÇÃO:
No instante em que B alcançar A, eles terão percorrido a mesma distância no mesmo intervalo de tempo e portanto:

$V_m(A) = V_m(B)$

$$\frac{9,0}{0,2} = \frac{0 + V_B}{2} \Rightarrow \boxed{V_B = 90\ km/h}$$

Resposta: 90km/h

6. **(UNIFAC)** – Um pássaro está em repouso sobre uma árvore e avista uma mosca 6,0 metros abaixo. Esse inseto possui velocidade horizontal constante de módulo 4,0 m/s, como ilustra a figura a seguir. O pássaro parte em linha reta, com uma aceleração escalar constante, e captura a mosca a uma distância de 10,0 m.



Determine
a) o tempo gasto pelo pássaro para capturar a mosca;
b) a aceleração escalar do pássaro;
c) a velocidade escalar do pássaro ao alcançar a mosca.

RESOLUÇÃO:
a) Cálculo do tempo gasto pelo inseto de B para C:

$\Delta s = V\,t$

$8,0 = 4,0\,T \Rightarrow \boxed{T = 2,0\ s}$

b) Cálculo da aceleração escalar do pássaro no trajeto de A para C:

$$\Delta s = V_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2 \text{ (MUV)}$$

$$10,0 = \frac{\gamma}{2}(2,0)^2 \Rightarrow \boxed{\gamma = 5,0\ m/s^2}$$

c) Cálculo da velocidade escalar do pássaro em C:

$$V = V_0 + \gamma\,t \Rightarrow V_C = 5,0 \cdot 2,0\ (m/s) \Rightarrow \boxed{V_c = 10,0\ m/s}$$

Respostas: a) $T = 2,0\ s$
b) $\gamma = 5,0\ m/s^2$
c) $V_c = 10,0\ m/s$

MÓDULO 11

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

1. **(UERJ)** – Durante um experimento, um pesquisador anotou as posições de dois móveis, **A** e **B**, elaborando a tabela abaixo. Os móveis descrevem uma mesma trajetória retilínea.

Tempo (t) em segundos	Posição em metros	
	A	B
0	– 5,0	15
1,0	0	0
2,0	5,0	– 5,0
3,0	10,0	0
4,0	15,0	15,0

O movimento de **A** é uniforme e o de **B** é uniformemente variado.
Determine
a) a velocidade escalar de A;
b) a aceleração escalar e a velocidade escalar inicial de B.

RESOLUÇÃO:

a) $$V_A = \frac{\Delta x_A}{\Delta t} = \frac{5,0\ m}{1,0\ s} \Rightarrow \boxed{V_A = 5,0 m/s}$$

b) $$x_B = x_0 + V_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2$$

$t = 0 \Rightarrow x_0 = 15,0\ m$

$t = 1,0\ s \Rightarrow x_B = 0$

$t = 2,0\ s \Rightarrow x_B = -5,0\ m$

$$0 = 15,0 + V_0 \cdot 1,0 + \frac{\gamma}{2}(1,0)^2 \qquad \text{(I)}$$

$$-5,0 = 15,0 + V_0 \cdot 2,0 + \frac{\gamma}{2}(2,0)^2 \qquad \text{(II)}$$

$$\text{(I) x 2: } 0 = 30,0 + 2,0\,V_0 + \gamma \qquad \text{(III)}$$

$$\text{II – III: } -5,0 = -15,0 + \gamma$$

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

Em (III):

$0 = 30,0 + 2,0\,V_0 + 10,0$

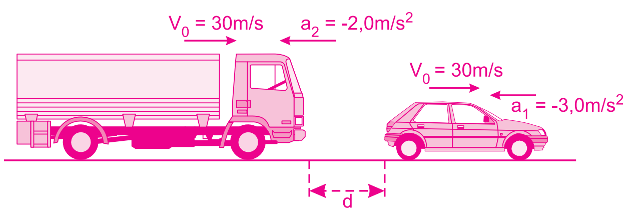
$\boxed{V_0 = -20,0 m/s}$

Respostas: a) 5,0m/s
b) $10,0 m/s^2$; – 20,0m/s

2. **(FGV-SP-MODELO ENEM)** – O engavetamento é um tipo comum de acidente que ocorre quando motoristas deliberadamente mantêm uma curta distância do carro que se encontra à sua frente e este último repentinamente diminui sua velocidade. Em um trecho retilíneo de uma estrada, um automóvel e um caminhão, que o segue, trafegam no mesmo sentido e na mesma faixa de trânsito, desenvolvendo, ambos, velocidade escalar de 108 km/h. Num dado momento, os motoristas veem um cavalo entrando na pista. Assustados, pisam simultaneamente nos freios de seus veículos aplicando, respectivamente, acelerações de intensidades 3,0 m/s^2 e 2,0 m/s^2. Supondo-se desacelerações constantes, a distância inicial mínima de separação entre o para-choque do carro (traseiro) e o do caminhão (dianteiro), suficiente para que os veículos parem sem que ocorra uma colisão é, em m, de

a) 50 b) 75 c) 100 d) 125 e) 150

RESOLUÇÃO:



Calculemos as distâncias percorridas por cada veículo até parar:

$$V^2 = V_0^2 + 2\,\gamma\,\Delta s$$

Carro: $0 = (30)^2 + 2\,(-3,0)\,d_1$

$6\,d_1 = 900 \Rightarrow \boxed{d_1 = 150\text{ m}}$

Caminhão: $0 = (30)^2 + 2\,(-2,0)\,d_2$

$4d_2 = 900 \Rightarrow \boxed{d_2 = 225\text{ m}}$

Para não haver colisão, a distância inicial entre os dois veículos deve ser maior ou igual a:

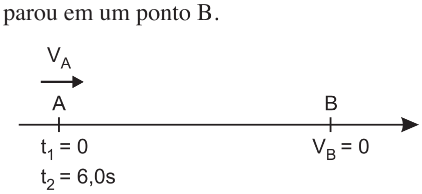
$$d_2 - d_1 = 75\text{ m}$$

Resposta: B

3. Uma partícula move-se ao longo de uma reta com movimento uniformemente variado.

A partícula passa por um ponto A, no instante $t_1 = 0$, e retorna ao ponto A, no instante $t_2 = 6,0$ s. A aceleração escalar da partícula tem módulo igual a 2,0 m/s^2.

A partícula parou em um ponto B.



Determine

a) a velocidade escalar com que a partícula passou pelo ponto A;

b) o instante em que a partícula atingiu o ponto B;

c) a distância entre A e B.

RESOLUÇÃO:

a) 1) A partícula volta ao ponto A com uma velocidade escalar V_r dada por:

$V_r^2 = V_A^2 + 2\,\gamma\,\Delta s$

$\Delta s = 0 \Rightarrow V_r^2 = V_A^2 \Rightarrow \boxed{V_r = -V_A}$

2) $V = V_0 + \gamma\,t$ **(MUV)**

$-V_A = V_A - 2,0\,.\,6,0 \Rightarrow 2V_A = 12,0 \Rightarrow \boxed{V_A = 6,0\text{ m/s}}$

b) $V = V_0 + \gamma\,t$ **(MUV)**

$0 = 6,0 - 2,0\,t_B \Rightarrow 2,0\,t_B = 6,0 \Rightarrow \boxed{t_B = 3,0\text{ s}}$

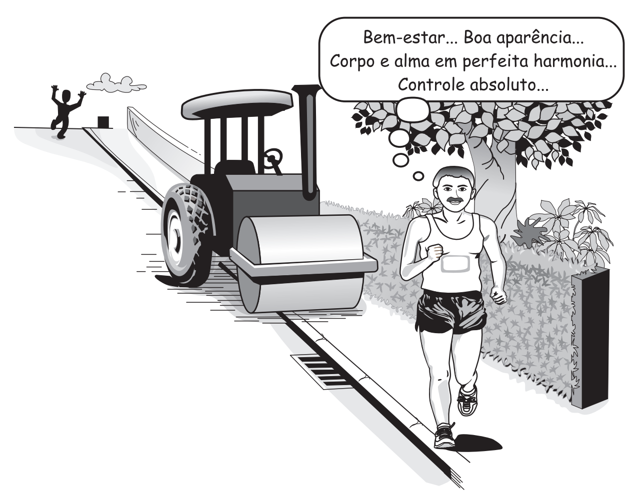
Salientar que o tempo de ida de A para B é igual ao tempo de volta de B para A (propriedade do MUV).

c) $V^2 = V_0^2 + 2\gamma\,\Delta s$ **(MUV) (A → B)**

$0 = 36,0 + 2\,(-2,0)\,d \Rightarrow 4,0d = 36,0 \Rightarrow \boxed{d = 9,0\text{ m}}$

Respostas: a) 6,0 m/s
b) 3,0 s
c) 9,0 m

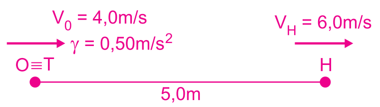
4. **(VUNESP – FMTM-MG-MODELO ENEM)** – Neste antigo cartum, o atleta de meia idade, em total concentração durante uma corrida, não percebe a aproximação do rolo compressor que desce a ladeira, desligado e sem freio, com aceleração escalar constante de 0,50 m/s^2.



No momento registrado pelo cartum, a máquina já está com velocidade escalar de 4,0 m/s, enquanto o atleta mantém velocidade escalar constante de 6,0 m/s. Se a distância que separa o homem da máquina é de 5,0 m, e ambos, máquina e corredor, mantiverem sua marcha sobre o mesmo caminho retilíneo, o tempo de vida que resta ao desatento corredor é, em s, de aproximadamente,

a) 6,0 b) 10,0 c) 12,0 d) 14,0 e) 16,0

RESOLUÇÃO:



1) Equações horárias:

H: $s_H = s_0 + v\,t$ (MU)

$s_H = 5{,}0 + 6{,}0\,t$ (SI)

T: $s_T = s_0 + v_0 t + \dfrac{\gamma}{2} t^2$ (MUV)

$s_T = 4{,}0\,t + 0{,}25\,t^2$ (SI)

2) $s_H = s_T$

$5{,}0 + 6{,}0\,t_E = 4{,}0\,t_E + 0{,}25\,t_E^2$

$0{,}25\,t_E^2 - 2{,}0\,t_E - 5{,}0 = 0$

$t_E^2 - 8{,}0\,t_E - 20{,}0 = 0$

$$t_E = \frac{8{,}0 \pm \sqrt{64{,}0 + 80{,}0}}{2}\ \text{(s)}$$

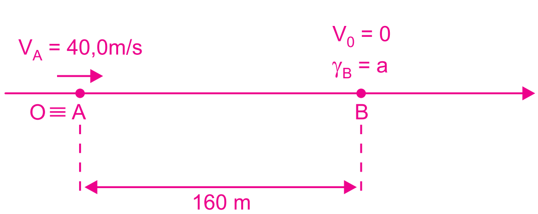
$$t_E = \frac{8{,}0 \pm \sqrt{144{,}0}}{2}\ \text{(s)} \Rightarrow \boxed{t_E = 10{,}0\text{s}}$$

Resposta: B

5. Um carro A se move ao longo de uma reta com velocidade escalar constante de 40,0 m/s rumo a um outro carro, B, inicialmente em repouso.
Quando a distância entre os carros é de 160m, o carro B inicia seu movimento ao longo da mesma reta descrita por A com aceleração escalar constante de módulo **a**. Os carros A e B caminham no mesmo sentido.
A condição necessária e suficiente para que A alcance B é que:

a) $a \leqslant 4{,}0\text{m/s}^2$ b) $a \leqslant 5{,}0\text{m/s}^2$ c) $a \leqslant 6{,}0\text{m/s}^2$
d) $a \geqslant 4{,}0\text{m/s}^2$ e) $a \geqslant 5{,}0\text{m/s}^2$

RESOLUÇÃO:



1) $s = s_0 + V\,t$

$s_A = 40{,}0\,t$ (SI)

2) $s = s_0 + V_0\,t + \dfrac{\gamma}{2} t^2$

$s_B = 160 + \dfrac{a}{2} t^2$ (SI)

3) $s_A = s_B$

$40{,}0\,t = 160 + \dfrac{a}{2} t^2$

$\dfrac{a}{2} t^2 - 40{,}0\,t + 160 = 0$

Para que haja encontro: $\Delta \geqslant 0$

$(40{,}0)^2 - 4\,\dfrac{a}{2}\,.\,160 \geqslant 0$

$1600 - 320\,a \geqslant 0$

$320a \leqslant 1600$

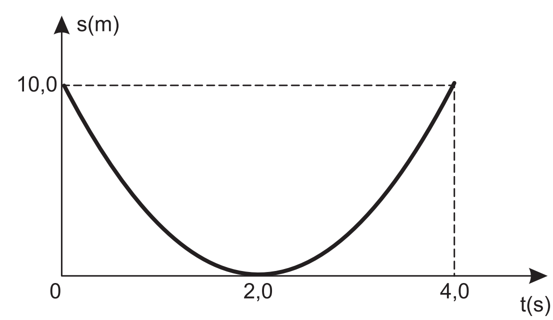
$\boxed{a \leqslant 5{,}0\,\text{m/s}^2}$

Resposta: B

MÓDULO 12

MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

1. O gráfico a seguir representa o espaço em função do tempo para uma partícula que se desloca em movimento uniformemente variado.



Determine

a) a velocidade escalar inicial $\mathbf{V_0}$;

b) a aceleração escalar $\boldsymbol{\gamma}$.

RESOLUÇÃO:

a) No intervalo de 0 a 2,0s

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{V_0 + V}{2}$$

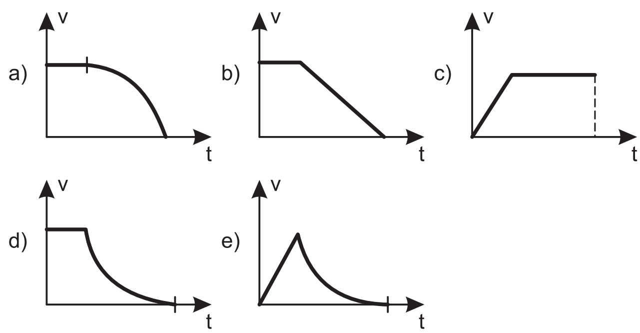
$$\frac{-10{,}0}{2{,}0} = \frac{V_0 + 0}{2} \Rightarrow \boxed{V_0 = -10{,}0\text{ m/s}}$$

b) $V = V_0 + \gamma\,t$

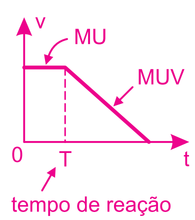
$0 = -10{,}0 + \gamma\,.\,2{,}0 \Rightarrow \boxed{\gamma = 5{,}0\text{ m/s}^2}$

Respostas: a) −10,0 m/s
b) 5,0 m/s²

2. **(UFSM-RS-MODELO ENEM)** – Um carro se desloca com velocidade escalar constante num referencial fixo no solo. O motorista percebe que o sinal está vermelho e faz o carro parar. O tempo de reação do motorista é de fração de segundo. Tempo de reação é o tempo decorrido entre o instante em que o motorista vê o sinal vermelho e o instante em que ele aplica os freios. Está associado ao tempo que o cérebro leva para processar as informações e ao tempo que levam os impulsos nervosos para percorrer as células nervosas que conectam o cérebro aos membros do corpo. Considere que o carro adquire uma aceleração escalar negativa constante até parar. O gráfico que pode representar o módulo da velocidade do carro (v) em função do tempo (t), desde o instante em que o motorista percebe que o sinal está vermelho até o instante em que o carro atinge o repouso, é

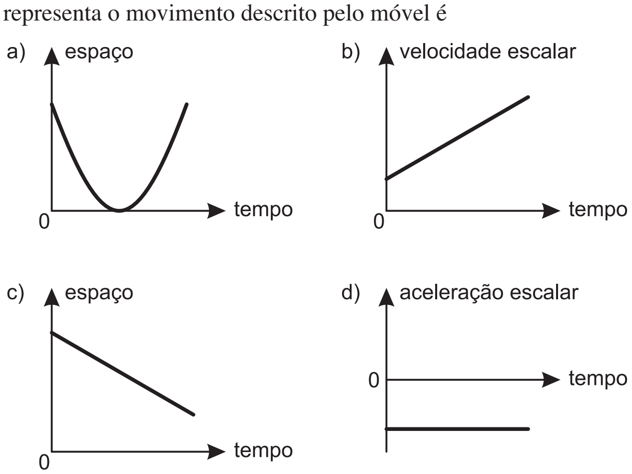


RESOLUÇÃO:
Durante o tempo de reação o motorista ainda não freou o carro que continua com velocidade escalar constante (MU). Como na freada a aceleração escalar é constante, o movimento é uniformemente variado e o gráfico V = f (t) é do 1.º grau (segmento de reta).



Resposta: B

3. **(AFA-2012)** – Considere um móvel deslocando-se numa trajetória horizontal e descrevendo um movimento retilíneo uniformemente acelerado e retrógrado. A alternativa que contém o gráfico que melhor representa o movimento descrito pelo móvel é



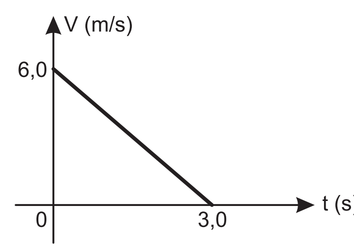
RESOLUÇÃO:
Sendo o movimento retrógrado e acelerado, temos:

$$\boxed{V < 0 \text{ e } \gamma < 0}$$

O gráfico espaço tempo é um arco de parábola com espaço decrescente (V < 0) e concavidade para baixo (γ < 0).
Resposta: D

4. O gráfico abaixo representa a velocidade escalar de um ponto material, em movimento retilíneo, em função do tempo. Considerando-se a posição inicial do ponto material como a origem dos espaços pode-se afirmar que a equação horária dos espaços que descreve o movimento do ponto material, em unidades SI, é

a) $s = 6{,}0\,t + 1{,}0\,t^2$
b) $s = 6{,}0\,t - 1{,}0\,t^2$
c) $s = 3{,}0\,t + 3{,}0\,t^2$
b) $s = 3{,}0\,t - 3{,}0\,t^2$
e) $s = 3{,}0\,t - 1{,}0\,t^2$



RESOLUÇÃO:

1) $\gamma = \dfrac{\Delta V}{\Delta t} = \dfrac{-6{,}0}{3{,}0}\ (m/s^2) = -2{,}0\ \dfrac{m}{s^2}$

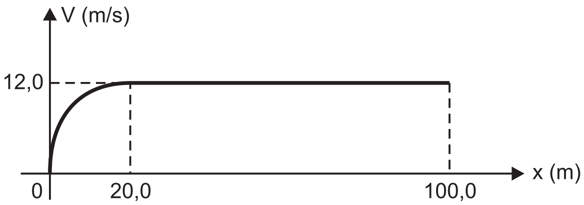
2) $s = s_0 + V_0\,t + \dfrac{\gamma}{2}\,t^2$

$s = 0 + 6{,}0\,t - \dfrac{2{,}0}{2}\,t^2$

$s = 6{,}0\,t - 1{,}0\,t^2$ **(SI)**

Resposta: B

5. **(MODELO ENEM)** – O gráfico a seguir representa a velocidade escalar em função da coordenada de posição, para um atleta olímpico na corrida de 100m rasos.
O trecho curvo é um arco de parábola cujo eixo de simetria é o eixo das posições e o vértice está na origem.



O tempo gasto pelo atleta para completar a corrida foi de:
a) 9,8s b) 9,9s c) 10,0s d) 10,1s e) 10,2s

RESOLUÇÃO:
1) Nos primeiros 20,0 m, o movimento é uniformemente variado:

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{V_0 + V}{2}$$

$$\frac{20,0}{\Delta t_1} = \frac{0 + 12,0}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta t_1 = \frac{10,0}{3,0}\,s}$$

2) Nos 80,0m finais, o movimento é uniforme:

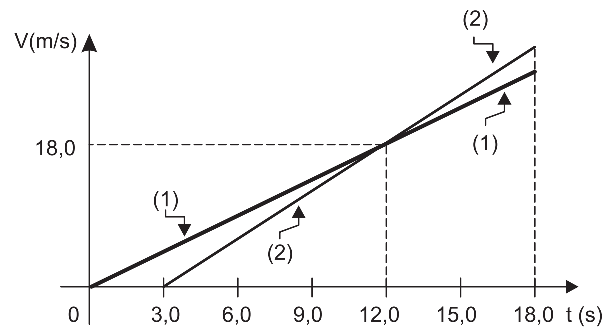
$$V = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

$$12,0 = \frac{80,0}{\Delta t_2} \Rightarrow \boxed{\Delta t_2 = \frac{20,0}{3,0}\,s}$$

3) $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 = \frac{10,0}{3,0}\,s + \frac{20,0}{3,0}\,s = 10,0\,s$

Resposta: C

6. **(UFRJ)** – Dois móveis, (1) e (2), partem do repouso de um mesmo ponto e passam a se mover na mesma estrada. O móvel (2), no entanto, parte 3,0s depois do móvel (1). A figura abaixo representa, em gráfico cartesiano, como suas velocidades escalares variam em função do tempo durante 18,0s a contar da partida do móvel (1).



a) Calcule as acelerações escalares dos móveis (1) e (2) depois de iniciados os seus movimentos.
b) Verifique se, até o instante t = 18,0s, o móvel (2) conseguiu alcançar o móvel (1). Justifique sua resposta.

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

$$\gamma_1 = \frac{18,0}{12,0}\,(m/s^2) \Rightarrow \boxed{\gamma_1 = 1,5 m/s^2}$$

$$\gamma_2 = \frac{18,0}{9,0}\,(m/s^2) \Rightarrow \boxed{\gamma_2 = 2,0 m/s^2}$$

b) $\Delta s = v_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2$

$$\Delta s_1 = \frac{1,5}{2}\,(18,0)^2\,(m) = 243\,m$$

$$\Delta s_2 = \frac{2,0}{2}\,(15,0)^2\,(m) = 225\,m$$

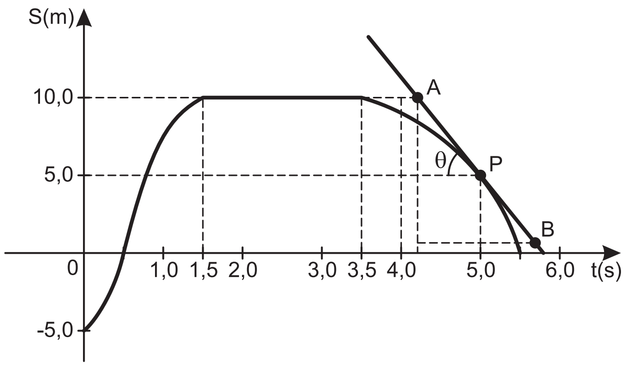
Não, pois $\Delta s_1 > \Delta s_2$.

Respostas: a) $\gamma_1 = 1,5 m/s^2$; $\gamma_2 = 2,0 m/s^2$
b) Não

MÓDULO 13

PROPRIEDADES GRÁFICAS

1. **(VUNESP-2012-MODELO ENEM)** – Um jovem vestibulando caminha em uma trajetória retilínea, a partir de uma posição por ele registrada, pensando em decidir sobre a carreira que deverá seguir profissionalmente. Desloca-se, então, no sentido positivo de seu caminho quando, de repente, para e resolve prestar exame para Medicina. Volta, então, para contar sua decisão e, já na origem da trajetória, comunica a um amigo o fato. A situação descrita pode ser representada pelo diagrama a seguir.



Ao analisar esse gráfico, pode-se concluir que

a) a tangente do ângulo θ que a reta AB (tangente à curva s = f(t) no ponto P) forma com o eixo dos tempos mede o módulo da aceleração escalar do jovem, no instante t = 5,0s.
b) a velocidade escalar média do estudante em seu caminho de ida, até parar, foi de 10,0m/s.
c) o jovem permanece em repouso durante 4,0s.
d) o rapaz caminhou em movimento uniforme, tanto na ida quanto na volta.
e) o deslocamento escalar do rapaz foi igual a 25,0m.

RESOLUÇÃO:

a) FALSA. A tangente do ângulo θ é uma medida do módulo da velocidade escalar no instante t = 5,0s.

b) VERDADEIRA. No caminho de ida o jovem foi do espaço $s_0 = -5{,}0m$ até o espaço $s_1 = 10{,}0m$ em um intervalo de tempo de 1,5s.

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{10{,}0 - (-5{,}0)}{1{,}5}\left(\frac{m}{s}\right) = 10{,}0m/s$$

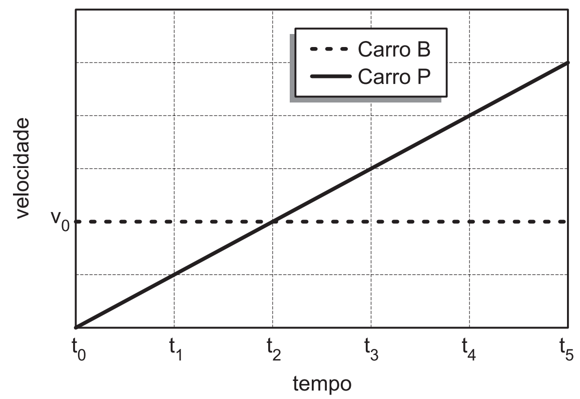
c) FALSA. O jovem permaneceu em repouso (espaço constante) do instante $t_1 = 1{,}5s$ até o instante $t_2 = 3{,}5s$, isto é, durante 2,0s.

d) FALSA. Se o movimento fosse uniforme a função s = f(t) seria do 1º grau.

e) FALSA. Da posição inicial $s_0 = -5{,}0m$ até a posição final s = 0 o deslocamento escalar foi de 5,0m.

Resposta: B

2. **(UFF-RJ-2012-MODELO ENEM)** – Policiais rodoviários são avisados de que um carro B vem trafegando em alta velocidade numa estrada. No instante t_0 em que o carro B passa, os policiais saem em sua perseguição. A figura ilustra as velocidades do carro B e do carro dos policiais (P) em função do tempo.



Assinale a alternativa que específica o instante de tempo em que o carro P alcança o carro B.

a) t_1 b) t_2 c) t_3 d) t_4 e) t_5

RESOLUÇÃO:

Do instante t_0 até o instante de encontro t_E teremos:

$\Delta s_B = \Delta s_P$ **e** $V_{m_{(B)}} = V_{m_{(P)}}$

$V_{m_{(B)}} = V_0$

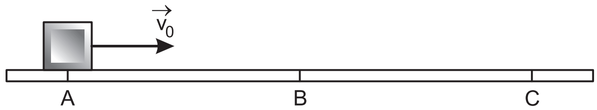
$$V_{m_{(P)}} = \frac{0 + V_P}{2}$$

Portanto: $V_0 = \dfrac{V_P}{2} \Rightarrow \boxed{V_P = 2V_0}$

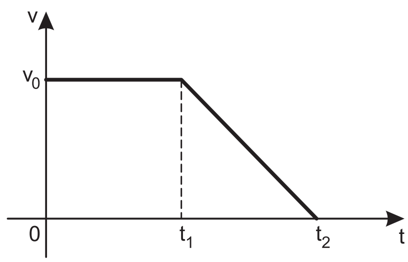
Do gráfico para $V_P = 2V_0$ resulta $t_E = t_4$

Resposta: D

3. **(AFA-2012)** – Um bloco se movimenta retilineamente, do ponto A até o ponto C, conforme figura abaixo.



Sua velocidade escalar V em função do tempo t, ao longo da trajetória, é descrita pelo diagrama V × t mostrado a seguir.



Considerando-se que o bloco passa pelos pontos A e B nos instantes 0 e t_1, respectivamente, e para no ponto C no instante t_2, a razão entre as distâncias percorridas pelo bloco nos trechos $\overline{BC}$ e $\overline{AB}$, vale

a) $\dfrac{t_2 + t_1}{t_1}$ b) $\dfrac{(t_2 + t_1)^2}{t_1}$ c) $\dfrac{t_2 - t_1}{2 \,.\, t_1}$ d) $\dfrac{t_2 + t_1}{2 \,.\, t_2}$

RESOLUÇÃO:
Δs = área (V x t)

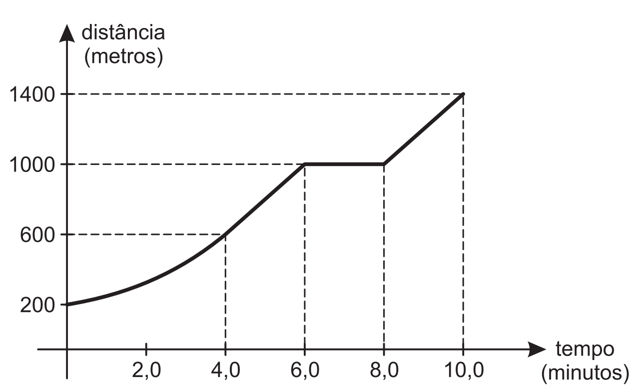
$AB = V_0\, t_1$

$BC = \dfrac{V_0\,(t_2 - t_1)}{2}$

$$\boxed{\frac{BC}{AB} = \frac{t_2 - t_1}{2\,t_1}}$$

Resposta: C

4. **(UFPR-2012-MODELO ENEM)** – Num teste de esforço físico, o movimento de um indivíduo caminhando em uma esteira foi registrado por um computador. A partir dos dados coletados, foi gerado o gráfico da distância percorrida, em metros, em função do tempo, em minutos, mostrado abaixo:



De acordo com esse gráfico, considere as seguintes afirmativas:

1. A velocidade escalar média nos primeiros 4,0 minutos foi de 6,0km/h.
2. Durante o teste, a esteira permaneceu parada durante 2,0 minutos.
3. Durante o teste, a distância total percorrida foi de 1200m.

Assinale a alternativa correta.

a) Somente as afirmativas 1 e 3 são verdadeiras.
b) Somente as afirmativas 2 e 3 são verdadeiras.
c) Somente as afirmativas 1 e 2 são verdadeiras.
d) Somente a afirmativa 3 é verdadeira.
e) As afirmativas 1, 2 e 3 são verdadeiras.

RESOLUÇÃO:
1) VERDADEIRA.

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{0{,}4\text{km}}{\frac{4}{60}\text{h}} = \frac{24{,}0}{4{,}0}\frac{\text{km}}{\text{h}} = 6{,}0\text{km/h}$$

2) VERDADEIRA.
d = constante entre $t_1 = 6{,}0$min e $t_2 = 8{,}0$min

3) VERDADEIRA.
$d_0 = 200$m; $d_f = 1400$m

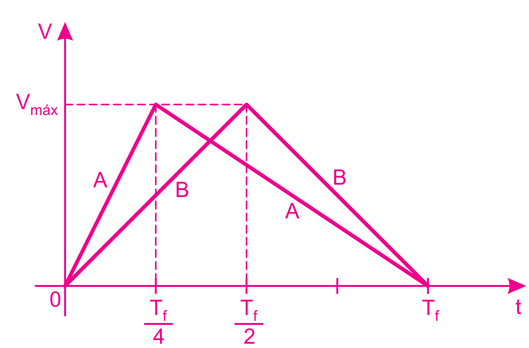
$\Delta s = d_f - d_0 = 1200$m

Resposta: E

5. **(OPF)** – Considere 2 carros, A e B, que partem do repouso com aceleração escalar constante até atingirem uma mesma velocidade escalar máxima $V_{máx}$. Após atingir $V_{máx}$, ambos desaceleram uniformemente até atingir o repouso no tempo T_{final}. Suponha que o carro A atinja a velocidade escalar $V_{máx}$ no tempo $T_{final}/4$ e o carro B atinja a velocidade escalar $V_{máx}$ no tempo $T_{final}/2$. O que é correto afirmar?

a) O carro B tem uma aceleração escalar maior que o carro A na fase de aumento de velocidade.
b) O carro A desacelera mais rapidamente que o carro B.
c) O carro A percorre um caminho maior que o carro B.
d) Na fase de aceleração a aceleração escalar do carro A é 4 vezes maior que a do carro B.
e) Ambos os carros percorrem a mesma distância.

RESOLUÇÃO:



a) **(F)** $\gamma_A = \dfrac{V_{máx}}{\dfrac{T_f}{4}} = \dfrac{4V_{máx}}{T_f}$

$$\gamma_B = \frac{V_{máx}}{\dfrac{T_f}{2}} = \frac{2V_{máx}}{T_f}$$

Portanto: $\boxed{\gamma_A = 2\gamma_B}$

b) (F) $\gamma'_A = -\dfrac{V_{máx}}{\dfrac{3}{4}T_f} = -\dfrac{4}{3}\dfrac{V_{máx}}{T_f}$

$$\gamma'_B = -\dfrac{V_{máx}}{\dfrac{T_f}{2}} = -\dfrac{2V_{máx}}{T_f}$$

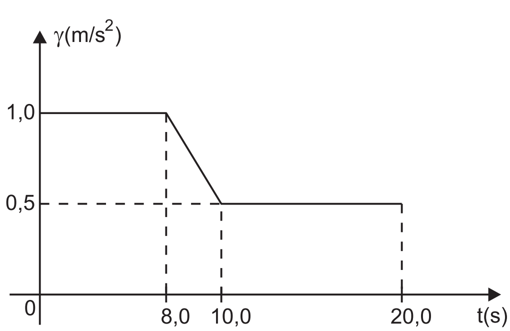
$$\boxed{|\gamma'_B| > |\gamma'_A|}$$

O carro B desacelera mais rapidamente que o carro A.

c) (F) Δs = área (v x t) = $\dfrac{T_f \cdot V_{máx}}{2} \Rightarrow \boxed{\Delta s_A = \Delta s_B}$

Resposta: E

6. Um móvel parte do repouso e descreve uma trajetória retilínea com aceleração escalar $\boldsymbol{\gamma}$ variando com o tempo **t** segundo o gráfico a seguir:



Responda, justificando, as questões a seguir:

a) No intervalo de tempo entre 8,0s e 10,0s, a velocidade escalar do móvel aumenta ou diminui?

b) Determine a velocidade escalar do móvel nos instantes t_1 = 8,0s, t_2 = 10,0s e t_3 = 20,0s.

c) Esboce um gráfico da velocidade escalar em função do tempo no intervalo de 0 a t_3.

RESOLUÇÃO:

a) A velocidade escalar aumenta porque a aceleração escalar é positiva.

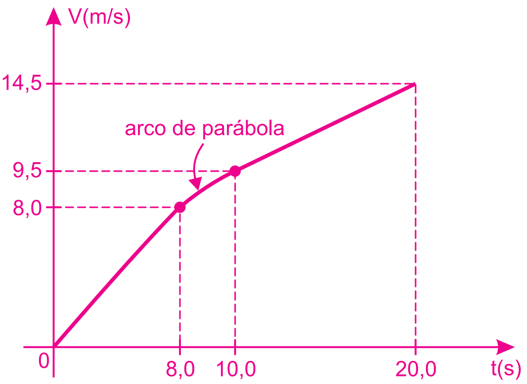
b) ΔV = área (γ x t)

1) $\Delta V_1 = 8{,}0 \cdot 1{,}0$(m/s) = 8,0m/s $\Rightarrow V_1$ = 8,0m/s

2) $\Delta V_2 = (1{,}0 + 0{,}5)\dfrac{2{,}0}{2}$ (m/s) = 1,5m/s $\Rightarrow V_2$ = 9,5m/s

3) $\Delta V_3 = 10{,}0 \cdot 0{,}5$(m/s) = 5,0m/s $\Rightarrow V_3$ = 14,5m/s

c)

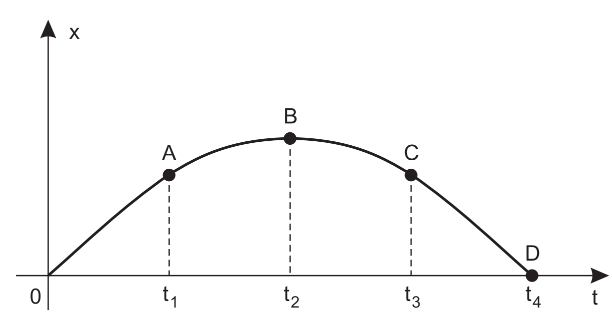


Respostas: a) **Aumenta.**
b) V_1 = 8,0m/s
V_2 = 9,5m/s
V_3 = 14,5m/s
c) **Ver gráfico.**

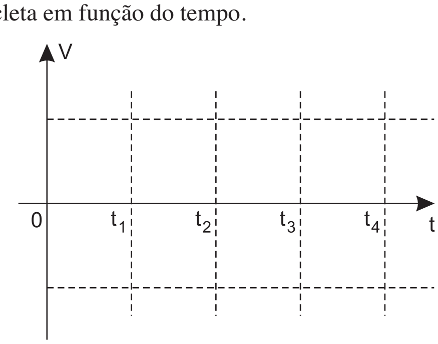
MÓDULO 14

PROPRIEDADES GRÁFICAS

1. O gráfico a seguir representa a posição de uma bicicleta (x) em função do instante (t).



a) Construa no local indicado abaixo o gráfico da velocidade escalar da bicicleta em função do tempo.

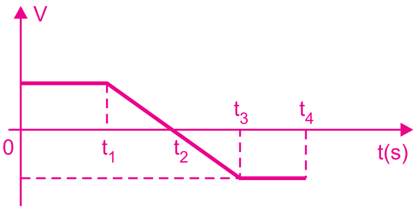


b) Com base no gráfico, responda em que intervalo de tempo o movimento é retrógrado e acelerado. Justifique a resposta.

Nota: Os trechos OA e CD são retos, e o trecho ABC é um arco de parábola.

RESOLUÇÃO:

a)



b) O movimento é retrógrado e acelerado no intervalo $t_2 < t < t_3$.

Respostas: a) Ver gráfico.
b) $t_2 < t < t_3$

2. Uma partícula descreve uma trajetória retilínea com velocidade escalar variando com o tempo segundo a relação:

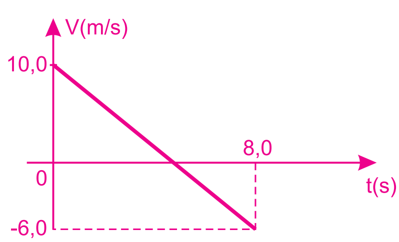
$$V = 10{,}0 - 2{,}0t \quad (SI)$$

Pedem-se:

a) o gráfico velocidade escalar x tempo, no intervalo de 0 a 8,0s;
b) o deslocamento escalar e a distância percorrida no intervalo de 0 a 8,0s;
c) a velocidade escalar média no intervalo de 0 a 8,0s.

RESOLUÇÃO:

a) $t_1 = 0 \Rightarrow V_1 = 10{,}0\text{m/s}$
$t_2 = 8{,}0\text{s} \Rightarrow V_2 = -6{,}0\text{m/s}$



b) $V = 0 \Rightarrow 10{,}0 - 2{,}0t_i = 0 \Rightarrow t_i = 5{,}0\text{s}$

Δs = área (V x t)

$$\Delta s_1 = 5{,}0 \cdot \frac{10{,}0}{2} \text{ (m)} = 25{,}0\text{m}$$

$$\Delta s_2 = -3{,}0 \cdot \frac{6{,}0}{2} \text{ (m)} = -9{,}0\text{m}$$

$\Delta s = \Delta s_1 + \Delta s_2 = 16{,}0\text{m}$ (deslocamento escalar)

$d = |\Delta s_1| + |\Delta s_2| = 34{,}0\text{m}$ (distância percorrida)

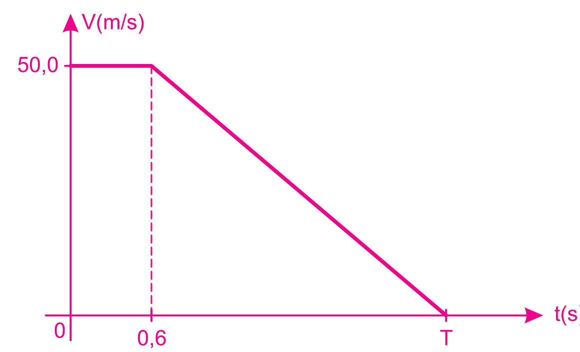
c) $$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{16{,}0\text{m}}{8{,}0\text{s}} \Rightarrow \boxed{V_m = 2{,}0\text{m/s}}$$

Respostas: a) Ver gráfico.
b) $\Delta s = 16{,}0\text{m}$
$d = 34{,}0\text{m}$
c) 2,0m/s

3. (**MODELO ENEM**) – Um assaltante, após um roubo a banco, está dirigindo seu carro com velocidade de módulo 180km/h quando seus faróis lhe revelam, a uma distância de 150m à sua frente, um tapete de pregos colocado pelos policiais.
O assaltante freia o veículo tentando parar o carro antes de chegar ao tapete. Sabe-se que o tempo de reação do assaltante é de 0,6s e que a desaceleração de seu carro tem módulo 10,0m/s^2.
Admitindo-se que a trajetória do carro do assaltante seja retilínea, pode-se concluir que

a) ele conseguirá parar o veículo a uma distância de 5,0m antes do tapete de pregos.
b) ele não conseguirá parar o veículo antes de chegar ao tapete de pregos.
c) não há dados suficientes para prevermos se o assaltante conseguirá parar o veículo antes de chegar ao tapete de pregos.
d) o assaltante conseguirá parar o veículo a uma distância de 10,0m antes do tapete de pregos.
e) o tempo de reação não influirá na distância que o assaltante conseguirá parar o seu carro.

RESOLUÇÃO:



1) Cálculo do tempo de freada:
$V = V_0 + \gamma t$

$0 = 50{,}0 - 10{,}0t_f$

$\boxed{t_f = 5{,}0\text{s}} \Rightarrow \boxed{T = 5{,}6\text{s}}$

2) Δs = área (V x t)

$$D = (5{,}6 + 0{,}6) \frac{50{,}0}{2} \text{ (m)} = 155\text{m}$$

O assaltante não conseguirá parar o carro antes de chegar ao tapete de pregos.

Resposta: B

4. **(FEI-SP-2012)** – Um trem do metrô parte do repouso de uma estação acelerando a uma taxa constante de 0,75 m/s² durante 40 segundos. Em seguida, os freios são acionados e imprimem ao trem uma aceleração escalar constante de módulo 1,0m/s² até parar completamente em outra estação. Qual é a distância entre as duas estações?

a) 1050m b) 900m c) 850m d) 800m e) 750m

RESOLUÇÃO:

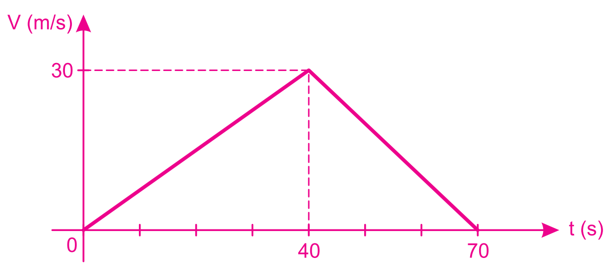
1) $V = V_0 + \gamma t$

$V_1 = 0 + 0,75 \cdot 40 \text{ (m/s)} \Rightarrow \boxed{V_1 = 30\text{m/s}}$

2) $V = V_1 + \gamma t$

$0 = 30 - 1,0\, t_f \Rightarrow \boxed{t_f = 30\text{s}}$

3)



$\Delta s = \text{área (V x t)}$

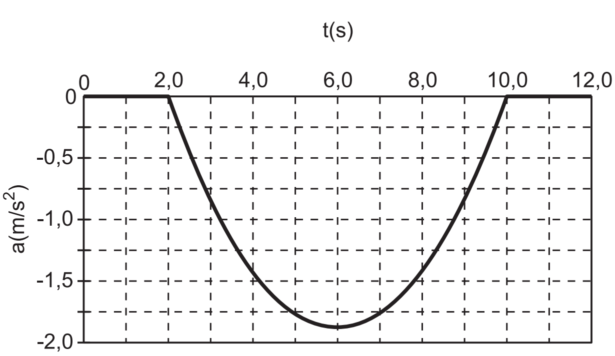
$$\Delta s = \frac{70 \cdot 30}{2} \text{ (m)}$$

$$\boxed{\Delta s = 1050\text{m}}$$

Resposta: A

(FUVEST-TRANSFERÊNCIA-2012) – Enunciado para as questões 5 e 6.

Um motorista freia suavemente seu ônibus, conforme o gráfico da aceleração escalar *a* em função do tempo *t* abaixo; o veículo desloca-se num trecho reto e horizontal e para completamente em *t* = 10,0s.



5. A velocidade escalar V_0 do ônibus em *t* = 0s é um valor mais próximo de:

a) 2,0m/s b) 5,0m/s c) 9,5m/s
d) 20,0m/s e) 30,0m/s

RESOLUÇÃO:

$\Delta V = -$ área (a x t)

Cada retângulo tem área:

$1,0 \cdot 0,25\text{m/s} = 0,25\text{m/s}$

Número aproximado de retângulos: 38

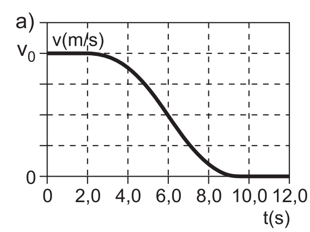
$\Delta V \cong -38 \cdot 0,25\text{m/s} \cong -9,5\text{m/s}$

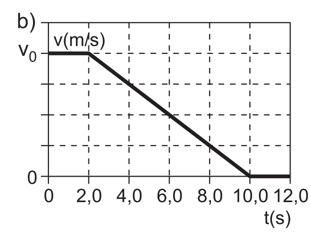
$\Delta V = V_f - V_0$

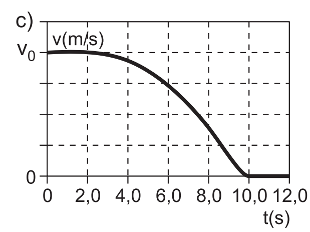
$-9,5 = 0 - V_0 \Rightarrow \boxed{V_0 \cong 9,5\text{m/s}}$

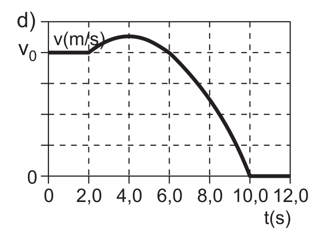
Resposta: C

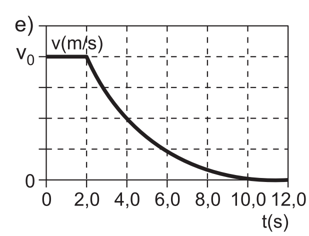
6. O gráfico que melhor aproxima a velocidade escalar do ônibus em função do tempo *t*, durante o intervalo 0 < t < 12,0s, é:











RESOLUÇÃO:

De 0 a 2,0s, a velocidade escalar é constante (≅ 9,5m/s).

De 2,0s a 10,0s, a velocidade escalar é decrescente, mudando de concavidade no instante t = 6,0s.

De 10,0s a 12,0s, a velocidade escalar é nula.

Resposta: A

MÓDULO 15

QUEDA LIVRE

1. **(VUNESP-FMTM-MG-MODELO ENEM)** – Em 1971, no final da última caminhada na superfície da Lua, o comandante da Apollo 15, astronauta David Scott, realizou uma demonstração ao vivo para as câmeras de televisão, deixando cair uma pena de falcão de 0,03kg e um martelo de alumínio de 1,32kg. Assim ele descreveu o experimento:

Bem, na minha mão esquerda, eu tenho uma pena; na minha mão direita, um martelo. Há muito tempo, Galileu fez uma descoberta muito significativa sobre objetos em queda em campos gravitacionais, e nós pensamos: que lugar seria melhor para confirmar suas descobertas do que na Lua? Eu deixarei cair a pena e o martelo (...)

Depois de abandonados simultaneamente e da mesma altura a pena e o martelo, Scott comentou:

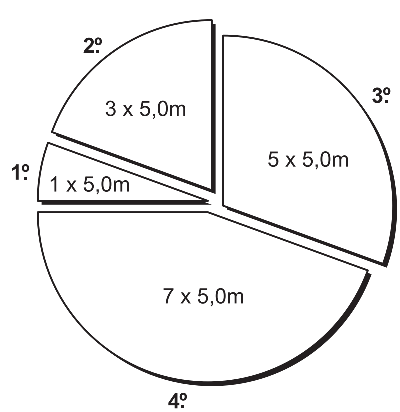
O que acham disso? Isso mostra que o Sr. Galileu estava correto em sua descoberta.

A descoberta de Galileu, comprovada pelo astronauta David Scott na superfície da Lua, foi a seguinte:

a) na Lua não há gravidade e, portanto, a pena e o martelo flutuaram.
b) em queda livre, um corpo mais pesado, como o martelo, chega ao solo em menos tempo do que um mais leve, como a pena.
c) ambos os objetos chegam juntos ao solo, pois, como a gravidade lunar é desprezível, não importa qual objeto tem maior massa.
d) na ausência de resistência do ar, o corpo mais pesado (martelo) chega primeiro ao solo, pois a gravidade de um planeta é diretamente proporcional à massa do corpo que cai.
e) na ausência de resistência do ar, mesmo com massas diferentes, eles levam o mesmo intervalo de tempo para chegar ao solo, pois caem com a mesma aceleração.

RESOLUÇÃO:
Na Lua, não há atmosfera e a pena e o martelo caíram com a mesma aceleração, tocando o solo no mesmo instante.
Resposta: E

2. **(UERJ-2012)** – Galileu Galilei, estudando a queda dos corpos no vácuo a partir do repouso, observou que as distâncias percorridas a cada segundo de queda correspondem a uma sequência múltipla dos primeiros números ímpares, como mostra o gráfico abaixo.



Determine a distância total percorrida após 4,0 segundos de queda de um dado corpo. Em seguida, calcule a velocidade escalar desse corpo em t = 4,0s.

RESOLUÇÃO:
1º segundo: 5,0m
2º segundo: 15,0m
3º segundo: 25,0m
4º segundo: 35,0m

$$\Delta s = 5{,}0m + 15{,}0m + 25{,}0m + 35{,}0m \Rightarrow \boxed{\Delta s = 80{,}0m}$$

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{V_0 + V_f}{2}$$

$$\frac{80{,}0}{4{,}0} = \frac{0 + V_f}{2} \Rightarrow \boxed{V_f = 40{,}0m/s}$$

3. **(ETEC-SP-2012-MODELO ENEM)** – O café é consumido há séculos por vários povos não apenas como bebida, mas também como alimento. Descoberto na Etiópia, o café foi levado para a Península Arábica e dali para a Europa, chegando ao Brasil posteriormente.

(*Revista de História da Biblioteca Nacional*, junho de 2010. Adaptado)

No Brasil, algumas fazendas mantêm antigas técnicas para a colheita de café. Uma delas é a de separação do grão e da palha que são depositados em uma peneira e lançados para cima. Diferentemente da palha, que é levada pelo ar, os grãos, devido à sua massa e forma, atravessam o ar sem impedimentos alcançando uma altura máxima e voltando à peneira.

Um grão de café, após ter parado de subir, inicia uma queda que demora 0,30s, chegando à peneira com velocidade de intensidade, em m/s,

a) 1,0 b) 3,0 c) 9,0 d) 10,0 e) 30,0

Dado: Módulo da aceleração da gravidade: g = 10,0m/s²

RESOLUÇÃO:

$$V = V_0 + \gamma t$$

$$V = 0 + 10{,}0 \cdot 0{,}30 \text{ (SI)}$$

$$\boxed{V = 30m/s}$$

Resposta: B

4. Em um local onde o efeito do ar é desprezível e a aceleração da gravidade é constante e tem módulo igual a g, uma bolinha de gude é abandonada do repouso de uma altura H acima do solo.

a) determine, em função de g e H.

1) o tempo de queda T até o solo;

2) o módulo V da velocidade com que a bolinha atinge o solo;

b) qual o aumento percentual dos valores de T e V se a altura H for duplicada?

RESOLUÇÃO:

a) 1) $\Delta s = V_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2 \downarrow \oplus$

$$H = 0 + \frac{g}{2} T^2 \Rightarrow \boxed{T = \sqrt{\frac{2H}{g}}}$$

2) $V^2 = V_0^2 + 2\gamma \, \Delta s$

$$V^2 = 0 + 2gH \Rightarrow \boxed{V = \sqrt{2gH}}$$

b) Quando H é multiplicado por 2, os valores de T e V ficam multiplicados por $\sqrt{2} \cong 1{,}41$, o que significa um aumento percentual de 41%.

Respostas: a) 1) $\sqrt{\frac{2H}{g}}$

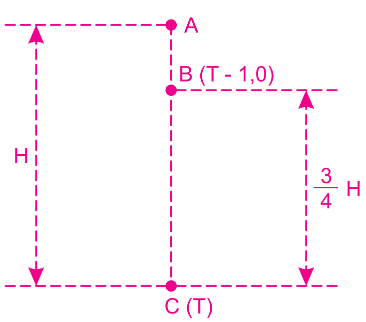
2) $\sqrt{2gH}$

b) 41% para ambos

5. Em um local onde o efeito do ar é desprezível, uma partícula é abandonada do repouso em queda livre.
A aceleração da gravidade é suposta constante.
A partícula percorre três quartos da altura total de queda no último segundo da queda.
O tempo total de queda é de:

a) 2,0s b) 3,0s c) 4,0s d) 5,0s e) 6,0s

RESOLUÇÃO:



$$\Delta s = V_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2$$

AC: $H = \frac{g}{2} T^2 \quad (1)$

AB: $\frac{H}{4} = \frac{g}{2} (T - 1{,}0)^2 \quad (2)$

$\frac{(1)}{(2)} : 4 = \frac{T^2}{(T - 1{,}0)^2}$

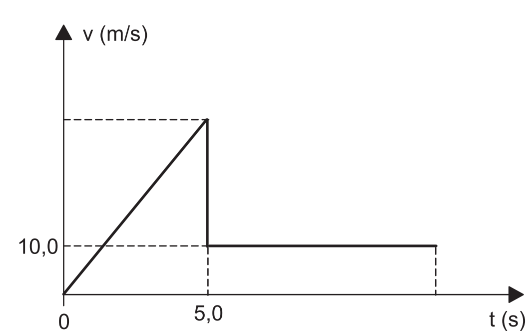
$2 = \frac{T}{T - 1{,}0}$

$2T - 2{,}0 = T$

$\boxed{T = 2{,}0s}$

Resposta: A

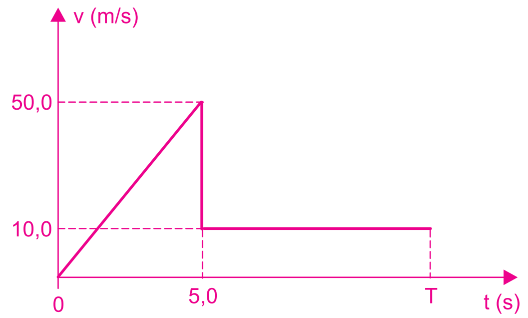
6. **(FGV-SP-2012)** – Um paraquedista salta de uma altura de 325 m. Durante os primeiros 5,0 s, ele cai em queda livre, praticamente sem interferência do ar; em seguida, ele abre o paraquedas e seu movimento passa a ser uniforme, após brusca diminuição de velocidade, como indica o gráfico da velocidade, em função do tempo.



Considere o movimento de queda vertical e retilíneo e a aceleração da gravidade com módulo $g = 10{,}0 m/s^2$. O tempo total de movimento, até a chegada do paraquedista ao solo, será de

a) 20,0s b) 25,0s c) 28,0s d) 30,0s e) 35,0s

RESOLUÇÃO:



1) $V = V_0 + \gamma t$

$V_1 = 0 + 10,0 \;.\; 5,0 \text{ (m/s)} = 40\text{m/s}$

2) $\Delta s = \text{área } (V \times t)$

$$325 = 5,0 \;.\; \frac{50,0}{2} + (T - 5,0)\,10,0$$

$325 - 125 + (T - 5,0)\,10,0$

$T - 5,0 = 20,0$

$\boxed{T = 25,0}$

Resposta: B

MÓDULO 16

LANÇAMENTO VERTICAL PARA CIMA

1. Um projétil é lançado verticalmente para cima, a partir do solo terrestre, com velocidade escalar inicial $V_0 = 10\text{m/s}$. Despreze o efeito do ar e adote $g = 10\text{m/s}^2$. O tempo de subida do projétil vale **T** e a altura máxima atingida vale **H**. Os valores de **T** e **H** são, respectivamente:

a) 2,0s e 10,0m b) 1,0s e 10,0m c) 2,0s e 20,0m
d) 2,0s e 5,0m e) 1,0s e 5,0m

RESOLUÇÃO:

1) **Cálculo de T:**

$V = V_0 + \gamma t$

$0 = V_0 - gT$

$$\boxed{T = \frac{V_0}{g}} \Rightarrow T = \frac{10}{10} \text{ (s)} \Rightarrow \boxed{T = 1,0\text{s}}$$

2) **Cálculo de H:**

$V^2 = V_0^2 + 2\gamma\,\Delta s$

$0 = V_0^2 + 2\,(-g)\,H$

$$\boxed{H = \frac{V_0^2}{2g}} \Rightarrow H = \frac{100}{20} \text{ (m)} \Rightarrow \boxed{H = 5,0\text{m}}$$

Resposta: E

2. **(VUNESP-MODELO ENEM)** – Numa jogada preparada de vôlei, o levantador lança a bola verticalmente para cima no mesmo momento em que o atacante inicia a corrida para interceptá-la, para mandá-la violentamente contra o campo do time adversário. Admitindo-se que a altura com que a bola sai da mão do levantador é a mesma com a qual o atacante irá desferir seu golpe e considerando-se que, a bola tenha subido 5,0m, depois de tocada pelo levantador, o tempo gasto para a realização da jogada, isto é, o tempo decorrido entre o lançamento da bola pelo levantador e sua interceptação pelo atacante, é, em s:

a) 0,5 b) 1,0 c) 1,5 d) 2,0 e) 2,5

Considere $g = 10,0\text{m/s}^2$ e despreze o efeito do ar

RESOLUÇÃO:

1) **Cálculo do tempo de queda:**

$$\Delta s = V_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2 \text{ (MUV)} \downarrow \oplus$$

$$5,0 = 0 + \frac{10,0}{2} T_Q^2$$

$$T_Q^2 = 1,0 \Rightarrow \boxed{T_Q = 1,0\text{s}}$$

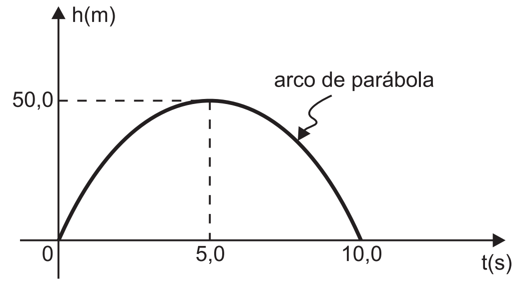
2) **O tempo total de voo é dado por:**

$T = T_S + T_Q = 2T_Q$

$\boxed{T = 2,0\text{s}}$

Resposta: D

3. Em um planeta desconhecido, isento de atmosfera, um projétil é lançado verticalmente para cima com velocidade inicial de módulo $\mathbf{V_0}$. A aceleração da gravidade local é suposta constante e com módulo **g**. O gráfico a seguir representa a altura **h** do projétil relativa ao ponto de lançamento em função do tempo de movimento **t**.



a) Determine os valores de $\mathbf{V_0}$ e **g**.

b) Construa o gráfico velocidade escalar x tempo no intervalo de t = 0 a t = 10,0s.

RESOLUÇÃO:

a) 1) Cálculo de V_0:

$$\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{V_0 + V}{2} \quad \text{(intervalo de 0 a 10,0s)}$$

$$\frac{50{,}0}{5{,}0} = \frac{V_0 + 0}{2} \Rightarrow \boxed{V_0 = 20{,}0\text{m/s}}$$

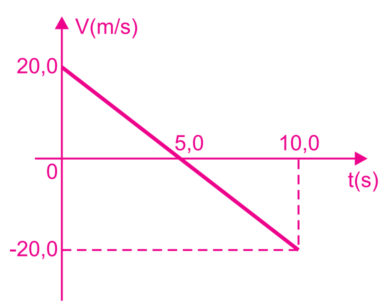
2) Cálculo de g:

$V = V_0 + \gamma\, t$

$0 = 20{,}0 - g \,.\, 5{,}0 \Rightarrow \boxed{g = 4{,}0\text{m/s}^2}$

b) $V = V_0 + \gamma\, t$

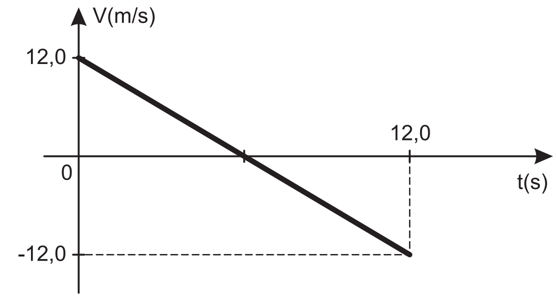
$V = 20{,}0 - 4{,}0t$ **(SI)**



Respostas: a) $V_0 = 20{,}0\text{m/s}$ **e** $g = 4{,}0\text{m/s}^2$

b) Ver gráfico.

4. A figura representa o gráfico da velocidade escalar em função do tempo do movimento de um corpo lançado verticalmente para cima com velocidade escalar inicial V_0 = 12,0m/s, da superfície de um planeta desconhecido.



Determine:

a) o módulo da aceleração da gravidade no referido planeta;

b) a altura máxima, relativa ao solo do planeta, atingida pelo corpo.

RESOLUÇÃO:

a) 1) Conforme a simetria do gráfico, o tempo de subida vale 6,0s.

2) $V = V_0 + \gamma\, t$

$0 = 12{,}0 - g \,.\, 6{,}0 \Rightarrow \boxed{g = 2{,}0\text{m/s}^2}$

b) Δs **= área (V x t)**

$$H = \frac{6{,}0 \,.\, 12{,}0}{2} \text{ (m)}$$

$$\boxed{H = 36{,}0\text{m}}$$

Respostas: a) 2,0m/s²

b) 36,0m

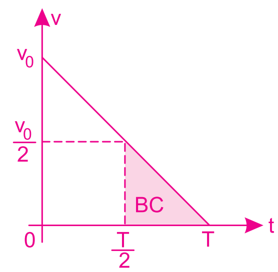
5. Uma partícula é lançada verticalmente para cima, a partir do solo, em um local onde o efeito do ar é desprezível e a aceleração da gravidade é constante. A altura máxima atingida vale **H** e o tempo de subida vale **T**. A partícula foi lançada no instante t = 0.

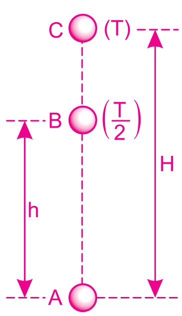
No instante $t = \dfrac{T}{2}$, a partícula está a uma altura **h**, dada por:

a) $h = \dfrac{H}{4}$ b) $h = \dfrac{3H}{8}$ c) $h = \dfrac{H}{2}$

d) $h = \dfrac{3}{4}H$ e) $h = \dfrac{4}{5}H$

RESOLUÇÃO:





Δs = área (v x t)

$$H = \frac{v_0 T}{2}$$

$$BC = \frac{1}{2} \cdot \frac{T}{2} \cdot \frac{v_0}{2}$$

$$BC = \frac{v_0 T}{8} \Rightarrow \boxed{BC = \frac{H}{4}}$$

$$h = H - BC$$

$$h = H - \frac{H}{4}$$

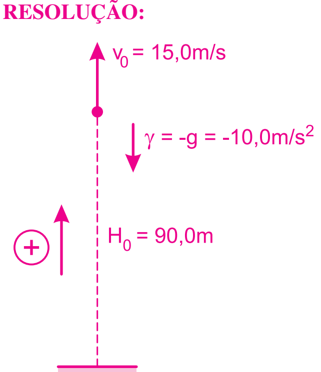
$$\boxed{h = \frac{3}{4} H}$$

Resposta: D

6. **(UENP-PR-2012)** – De uma altura de 90,0m do solo, uma pedra é lançada verticalmente para cima com velocidade de módulo V_0 = 15,0m/s. Em qual alternativa se encontra o tempo que a pedra leva desde o lançamento até atingir o solo? (g = 10,0m/s^2)

a) 2,0s b) 4,0s c) 6,0s d) 8,0s e) 10,0s

RESOLUÇÃO:



$$h = H_0 + V_0 t + \frac{\gamma}{2} t^2$$

$$0 = 90{,}0 + 15{,}0t - 5{,}0t^2$$

$$5{,}0\,t^2 - 15{,}0t - 90{,}0 = 0$$

$$1{,}0t^2 - 3{,}0t - 18{,}0 = 0 \begin{cases} t_1 = -3{,}0\text{s (rejeitada)} \\ \boxed{t_2 = 6{,}0\text{s}} \end{cases}$$

Resposta: C

MÓDULO 17

VETORES I

1. **(MODELO ENEM)** – A Física está presente em quase todos os momentos de nossa vida. Como exemplo, temos os movimentos, as forças, a energia, a matéria, o calor, o som, a luz, a eletricidade, os átomos etc. No estudo de tais fenômenos, falamos das grandezas escalares e das grandezas vetoriais. São exemplos de grandezas escalares:

a) comprimento, velocidade e peso.
b) quantidade de movimento, tempo e distância.
c) aceleração, campo elétrico e deslocamento.
d) tempo, temperatura e campo magnético.
e) energia, corrente elétrica e massa.

RESOLUÇÃO:
Grandezas vetoriais:
1) Deslocamento: $\vec{d}$
2) Velocidade: $\vec{V}$
3) Aceleração: $\vec{a}$
4) Força: $\vec{F}$
5) Impulso: $\vec{I} = \vec{F} \cdot \Delta t$
6) Quantidade de movimento: $\vec{Q}$ (momento linear)
7) Campo elétrico: $\vec{E}$
8) Campo magnético: $\vec{B}$
Resposta: E

2. Em uma partícula, estão aplicadas duas forças, $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$, de intensidades $F_1 = 3{,}0N$ e $F_2 = 4{,}0N$.
Um possível valor para a intensidade da resultante entre $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ é:
a) zero b) 0,5N c) 5,0N d) 8,0N e) 10,0N

RESOLUÇÃO:

$F_2 - F_1 \leqslant F \leqslant F_2 + F_1 \Rightarrow \boxed{1{,}0N \leqslant F \leqslant 7{,}0N}$

Resposta: C

3. Dois vetores de módulos 3 e 4 são somados. Se a soma vetorial destes dois vetores tem módulo $\sqrt{37}$, então eles formam entre si um ângulo, em graus, que pode valer:
a) 0 b) 30 c) 60 d) 90

RESOLUÇÃO:

$V^2 = V_1^2 + V_2^2 + 2V_1 V_2 \cos \alpha$

$37 = 9 + 16 + 2 \cdot 3 \cdot 4 \cos \alpha$

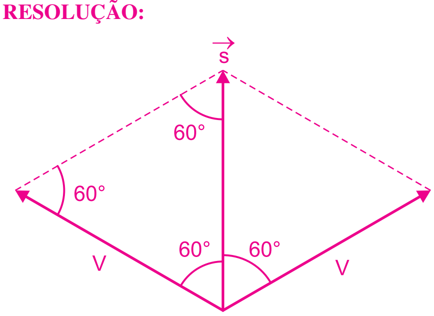
$12 = 24 \cos \alpha$

$\cos \alpha = \dfrac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\alpha = 60°}$

Resposta: C

4. **(UESPI)** – Dois vetores de mesmo módulo **V** formam entre si um ângulo de 120°. Nestas circunstâncias, pode-se dizer que o módulo **s** do vetor soma é dado por:
a) $s = 3V^2$ b) $s = \sqrt{V}$ c) $s = 2V$
d) $s = (2 - \sqrt{3})\,V$ e) $s = V$
(Dados: sen 120° $= \sqrt{3}/2$, cos 120° $= -0{,}5$)

RESOLUÇÃO:



Como o triângulo da figura é equilátero, tem-se:

$\boxed{|\vec{s}| = s = V}$

De outra maneira:

$s^2 = V^2 + V^2 + 2VV \cos 120°$

$s^2 = V^2 + V^2 + 2V^2 \left(-\dfrac{1}{2}\right)$

$s^2 = V^2 + V^2 - V^2$

$s^2 = V^2$

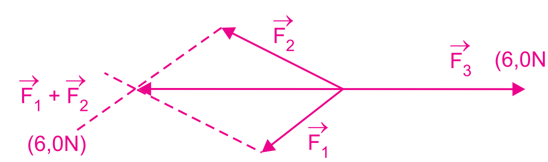
$\boxed{s = V}$

Resposta: E

5. Considere três forças, $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ e $\vec{F}_3$, de intensidades constantes e iguais a 3,0N, 4,0N e 6,0N, respectivamente. Os ângulos formados entre as forças podem ser modificados adequadamente.
Determine:
a) a intensidade mínima que a resultante das três forças poderá ter;
b) a intensidade máxima que a resultante das três forças poderá ter.

RESOLUÇÃO:

a) Podemos acertar um ângulo θ entre $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ de modo que a resultante entre $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ tenha módulo 6,0N, pois $1{,}0N \leqslant |\vec{F}_1 + \vec{F}_2| \leqslant 7{,}0N$.
Se a força $\vec{F}_3$ for oposta a esta resultante entre $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$, a resultante total será nula.



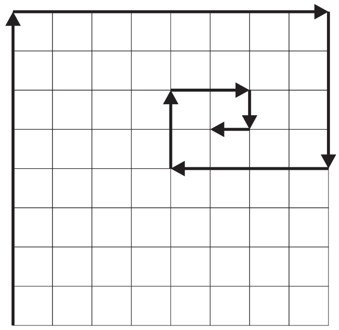
$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = \vec{0}$

b) A intensidade máxima sempre ocorre quando $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ e $\vec{F}_3$ têm a mesma direção e o mesmo sentido:

$\boxed{F_{máx} = F_1 + F_2 + F_3 = 13{,}0N}$

Respostas: a) zero
b) 13,0N

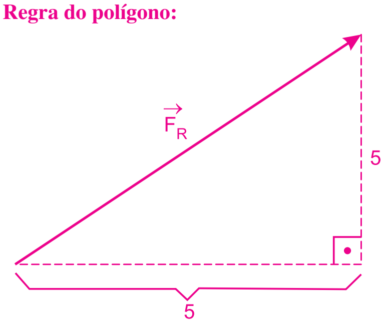
6. No esquema da figura, estão representadas oito forças. O lado de cada quadrado representa uma força de intensidade 1N.



A intensidade da soma das oito forças, em N, vale:

a) $5\sqrt{2}$ b) 8 c) $7\sqrt{3}$ d) 11,5 e) 30

RESOLUÇÃO:
Regra do polígono:



$$F_R^2 = (5)^2 + (5)^2 = 2(5)^2$$

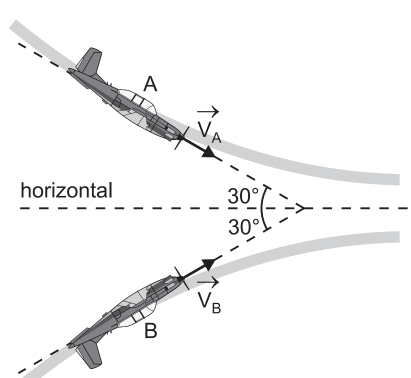
$$\boxed{F_R = 5\sqrt{2}N}$$

Resposta: A

MÓDULO 18

VETORES II

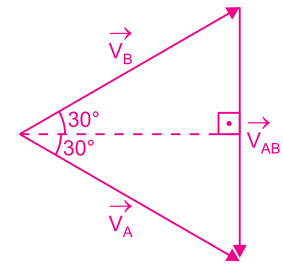
1. **(IJSO-MODELO ENEM)** – Duas aeronaves, A e B, que compõem a Esquadrilha da Fumaça, voam num mesmo plano vertical. Num determinado instante, suas velocidades, em relação à Terra, têm o mesmo módulo V e direções que formam um ângulo de 30º com a horizontal, conforme indica a figura.



A velocidade da aeronave A em relação à B tem módulo dado por:

a) V b) $V \cdot \sqrt{3}$ c) $V \cdot \sqrt{2}$
d) 2 . V e) $2V \cdot \sqrt{2}$

RESOLUÇÃO:



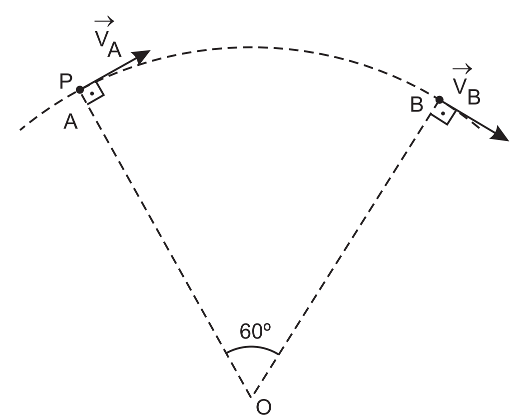
$$\vec{V}_A - \vec{V}_B = \vec{V}_{AB}$$

O triângulo é equilátero:

$$|\vec{V}_A| = |\vec{V}_B| = |\vec{V}_{AB}| = V$$

Resposta: A

2. **(VUNESP)** – A figura representa um ponto material P, passando pelo ponto A e, em seguida, por B, em uma trajetória circular, com centro em O, com velocidades $\vec{V}_A$ e $\vec{V}_B$, de mesmo módulo, igual a 10,0m/s.

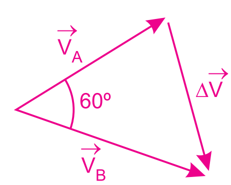


Sabendo-se que o intervalo de tempo correspondente a esse percurso é de 5,0s, o módulo da aceleração vetorial média $\vec{a}_m$ desse ponto material, nesse intervalo de tempo, é:

a) $0m/s^2$ b) $2{,}0m/s^2$ c) $5{,}0m/s^2$
d) $5{,}5m/s^2$ e) $10m/s^2$

Dado: $\vec{a}_m = \dfrac{\Delta\vec{V}}{\Delta t}$

RESOLUÇÃO:



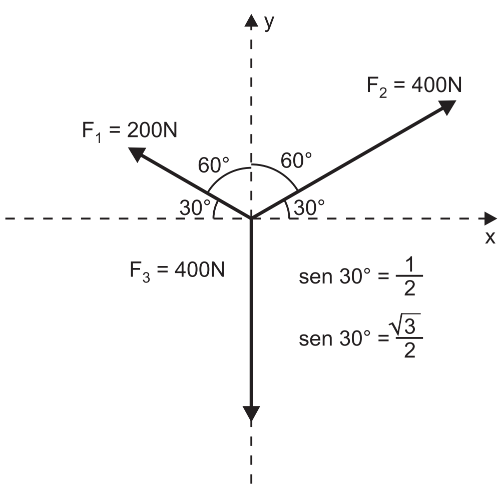
$|\Delta\vec{V}| = |\vec{V}_A| = |\vec{V}_B| = 10{,}0\text{m/s}$

$$|\vec{a}_m| = \frac{|\Delta\vec{V}|}{\Delta t} = \frac{10{,}0}{5{,}0}\ (\text{m/s}^2)$$

$$\boxed{|\vec{a}_m| = 2{,}0\text{m/s}^2}$$

Resposta: B

3. **(IJSO)** – Numa partícula, atuam três forças, conforme está indicado na figura.



A força resultante que age na partícula tem intensidade igual a:
a) 1000N b) 800N c) 600N d) 400N e) 200N

RESOLUÇÃO:

1) **Na direção x:**

$$F_{2x} = F_2 \cos 30° = 400 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\text{ N} = 200\sqrt{3}\text{N}$$

$$F_{1x} = -F_1 \cos 30° = -200 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\text{ N} = -100\sqrt{3}\text{N}$$

2) **Na direção y:**

$$F_{1y} = F_1 \cos 60° = 200 \cdot \frac{1}{2}\text{ N} = 100\text{N}$$

$$F_{2y} = F_2 \cos 60° = 400 \cdot \frac{1}{2}\text{ N} = 200\text{N}$$

$$F_{3y} = -400\text{N}$$

3) **Resultante na direção x:**

$$R_x = F_{2x} + F_{1x} = 100\sqrt{3}\text{N}$$

4) **Resultante na direção y:**

$$R_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = -100\text{N}$$

5) **Força resultante:**

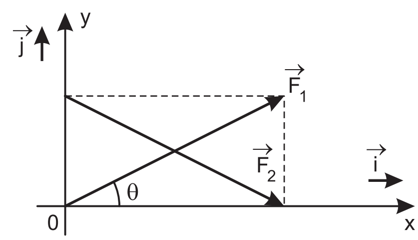
$$R^2 = R_x^2 + R_y^2 = 30\,000 + 10\,000 = 40\,000$$

$$R^2 = 4{,}0 \cdot 10^4\ (\text{SI})$$

$$\boxed{R = 200\text{N}}$$

Resposta: E

4. Considere as forças $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ que têm módulos iguais a 10,0N e orientações indicadas no esquema.



Sendo sen θ = 0,60 e cos θ = 0,80, pede-se:
a) obter as expressões de $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ em função dos versores $\vec{i}$ e $\vec{j}$;
b) obter a expressão da força resultante entre $\vec{F}_1$ e $\vec{F}_2$ em função dos versores $\vec{i}$ e $\vec{j}$ e calcular o seu módulo.

RESOLUÇÃO:

a) $F_{1x} = F_1 \cdot \cos\theta = 10{,}0 \cdot 0{,}80\ (\text{N}) \Rightarrow F_{1x} = 8{,}0\text{N}$
$F_{1y} = F_1 \cdot \text{sen}\,\theta = 10{,}0 \cdot 0{,}60\ (\text{N}) \Rightarrow F_{1y} = 6{,}0\text{N}$

$$\vec{F}_1 = F_{1x}\vec{i} + F_{1y}\vec{j} \Rightarrow \boxed{\vec{F}_1 = 8{,}0\,\vec{i} + 6{,}0\,\vec{j}}\ (\text{N})$$

$F_{2x} = F_2 \cdot \cos\theta = 10{,}0 \cdot 0{,}80\ (\text{N}) \Rightarrow F_{2x} = 8{,}0\text{N}$
$F_{2y} = -F_2 \cdot \text{sen}\,\theta = -10{,}0 \cdot 0{,}60\ (\text{N}) \Rightarrow F_{2y} = -6{,}0\text{N}$

$$\vec{F}_2 = F_{2x}\vec{i} + F_{2y}\vec{j} \Rightarrow \boxed{\vec{F}_2 = 8{,}0\,\vec{i} - 6{,}0\,\vec{j}}\ (\text{N})$$

b) $\vec{F}_{res} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$

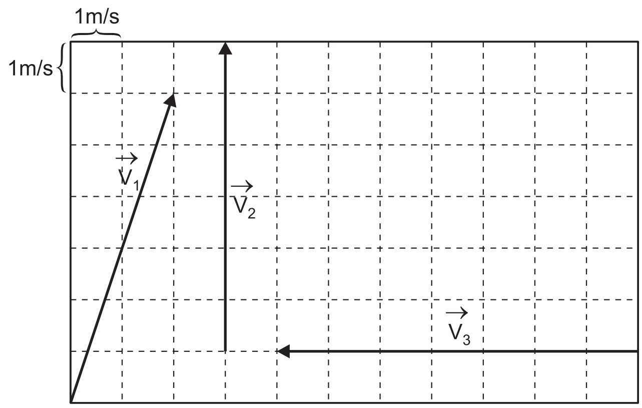
$\vec{F}_{res} = (8{,}0\,\vec{i} + 6{,}0\,\vec{j}) + (8{,}0\,\vec{i} - 6{,}0\,\vec{j})$

$$\boxed{\vec{F}_{res} = 16{,}0\,\vec{i}}\ (\text{N})$$

$$\boxed{|\vec{F}_{res}| = 16{,}0\text{N}}$$

Respostas: a) $\vec{F}_1 = 8{,}0\,\vec{i} + 6{,}0\,\vec{j}$ (SI)
$\vec{F}_2 = 8{,}0\,\vec{i} - 6{,}0\,\vec{j}$ (SI)
b) $\vec{F}_{res} = 16{,}0\,\vec{i}$ (SI)
$|\vec{F}_{res}| = 16{,}0\text{N}$

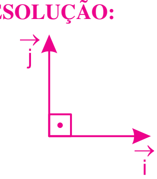
5. **(PUCC)** – Analise o esquema abaixo.



O vetor resultante ou soma vetorial dos três vetores acima representados tem módulo:

a) 11m/s b) 13m/s c) 15m/s d) 17m/s e) 19m/s

RESOLUÇÃO:



$\vec{V}_1 = 2\vec{i} + 6\vec{j}$ (m/s)

$\vec{V}_2 = 6\vec{j}$ (m/s)

$\vec{V}_3 = -7\vec{i}$ (m/s)

$\vec{S} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3 = -5\vec{i} + 12\vec{j}$ (SI)

$|\vec{S}|^2 = (5)^2 + (12)^2 = 25 + 144 = 169$

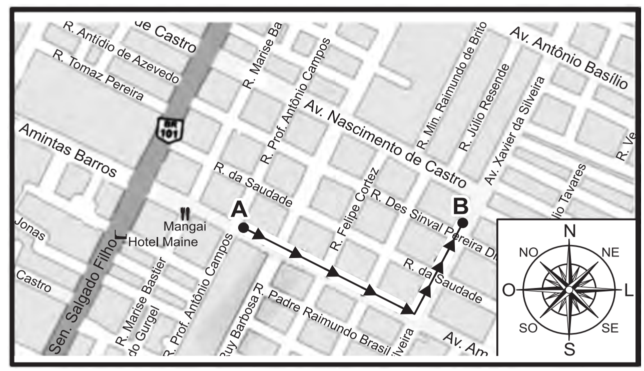
$\boxed{|\vec{S}| = 13\text{m/s}}$

Resposta: B

MÓDULO 19

CINEMÁTICA VETORIAL I

1. **(UFRN-MODELO ENEM)** – Uma característica da profissão de carteiro é que ele anda muito pelas ruas, fazendo diversos percursos ao longo do seu dia de trabalho. Considere a situação do mapa representado pela figura abaixo, na qual um carteiro que se encontra no ponto A, localizado na av. Amintas Barros, se desloca 400m até atingir o cruzamento desta com a av. Xavier da Silveira, ambas as avenidas situadas em Natal (RN). Em seguida, a partir daquele cruzamento, o carteiro se desloca por mais 300m nesta última avenida até chegar ao endereço procurado, localizado no ponto B.

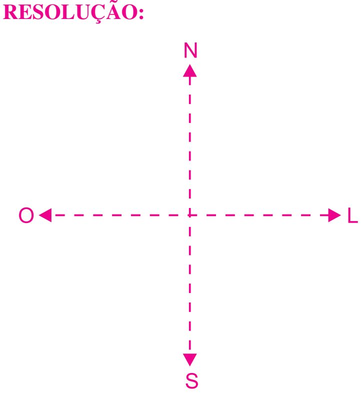


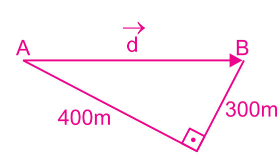
(http://maps.google.com.br)

Considerando-se o percurso e as orientações indicadas no mapa, pode-se afirmar que o módulo, a direção e o sentido do vetor deslocamento do carteiro são, respectivamente:

a) 700m, L-O e para L. b) 500m, O-L e para O.
c) 500m, O-L e para L. d) 700m, L-O e para O.

RESOLUÇÃO:





$d^2 = (400)^2 + (300)^2$

$\boxed{d = 500\text{m}}$

Direção: Oeste-Leste.
Sentido: para Leste.
Resposta: C

2. **(VUNESP-MODELO ENEM)** – A partir do mesmo local da floresta, Lobo Mau e Chapeuzinho Vermelho, após se depararem com o potencial incendiário, partem simultaneamente em direção à casa da Avó.

(www.arionauro.com.br)

Enquanto Chapeuzinho seguiu seu costumeiro caminho tortuoso em meio à floresta, Lobo Mau, esperto, seguiu por um atalho retilíneo direto à casa da Avó.
Sabendo-se que após certo tempo ambos se tenham surpreendido com a chegada do outro no mesmo instante à casa da velhinha, pode-se concluir que foi igual para ambos

I. a distância percorrida.
II. a velocidade escalar média.
III. o deslocamento vetorial realizado.

É correto o contido em
a) I, apenas. b) III, apenas. c) I e II, apenas.
d) II e III, apenas. e) I, II e III.

RESOLUÇÃO:

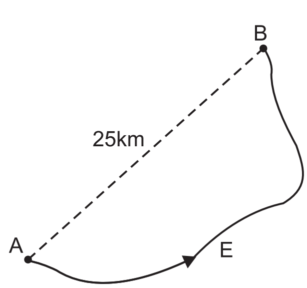
1) $V_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t}$

A distância percorrida por Chapeuzinho é maior porque seguiu um caminho tortuoso e, portanto, sua velocidade escalar média é maior (Δt é o mesmo).

2) O deslocamento vetorial é um vetor que vai do ponto de partida para o ponto de chegada e é o mesmo para Chapeuzinho e Lobo Mau.

Resposta: B

3. Um automóvel deslocou-se de uma localidade, A, a outra, B, distante 25km, por uma estrada E, orientada de A para B, sem inverter o sentido de seu movimento.



O hodômetro do automóvel, que indicava zero no ponto A, indica 50km em B. O tempo gasto no percurso entre A e B foi de 30 minutos.
Determine, entre as posições A e B:
a) a velocidade escalar média do automóvel;
b) o módulo da velocidade vetorial média do automóvel.

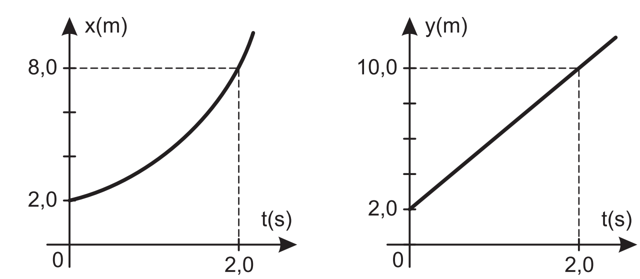
RESOLUÇÃO:

a) $V_m = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{50km}{0{,}5h} = 100km/h$

b) $|\vec{V}_m| = \dfrac{|\vec{d}\,|}{\Delta t} = \dfrac{25km}{0{,}5h} = 50km/h$

Respostas: a) 100km/h
b) 50km/h

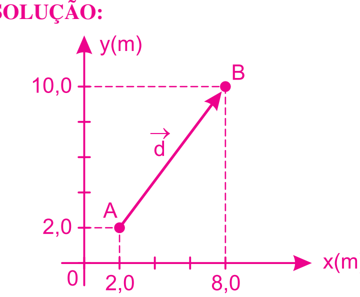
4. Uma partícula se desloca ao longo de um plano e suas coordenadas cartesianas de posição x e y variam com o tempo, conforme os gráficos apresentados a seguir:



Determine, para o movimento da partícula:
a) o módulo do vetor deslocamento entre os instantes $t_1 = 0$ e $t_2 = 2{,}0s$;
b) o módulo da velocidade vetorial média entre os instantes $t_1 = 0$ e $t_2 = 2{,}0s$.

RESOLUÇÃO:

a)



$|\vec{d}\,|^2 = (6{,}0)^2 + (8{,}0)^2$

$|\vec{d}\,|^2 = 100$

$\boxed{|\vec{d}\,| = 10{,}0m}$

b) $|\vec{V}_m| = \dfrac{|\vec{d}\,|}{\Delta t} = \dfrac{10{,}0m}{2{,}0s} \Rightarrow \boxed{|\vec{V}_m| = 5{,}0m/s}$

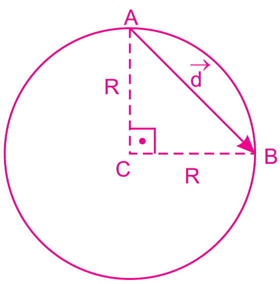
Respostas: a) 10,0m b) 5,0m/s

5. Um carro está percorrendo uma pista circular de raio **R**, em movimento uniforme, com velocidade escalar de módulo igual a **V**.
A velocidade vetorial média do carro, em um percurso correspondente a um quarto de volta, terá módulo igual a:

a) zero b) V c) $\dfrac{\pi}{2\sqrt{2}}$ V

d) $\dfrac{2\pi}{\sqrt{2}}$ V e) $\dfrac{2\sqrt{2}}{\pi}$ V

RESOLUÇÃO:



1) Cálculo do deslocamento:

$|\vec{d}|^2 = R^2 + R^2$

$\boxed{|\vec{d}| = R\sqrt{2}}$

2) Cálculo do tempo:

$V = \dfrac{\Delta s}{\Delta t} = \dfrac{\pi R/2}{\Delta t}$

$\boxed{\Delta t = \dfrac{\pi R}{2V}}$

3) Cálculo de $|\vec{V}_m|$:

$|\vec{V}_m| = \dfrac{|\vec{d}|}{\Delta t} = R\sqrt{2} \cdot \dfrac{2V}{\pi R} \Rightarrow \boxed{|\vec{V}_m| = \dfrac{2\sqrt{2}}{\pi} V}$

Resposta: E

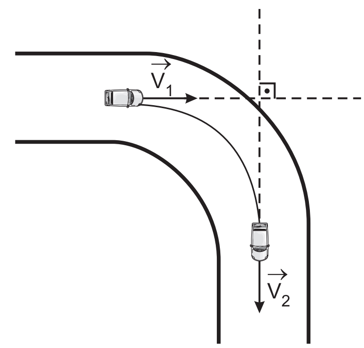
6. **(UDESC-2012)** – Observando o movimento de um carrossel no parque de diversões, conclui-se que o movimento de um dos cavalos é do tipo circular uniforme.
Assinale a alternativa correta em relação ao movimento do cavalo.
a) Não é acelerado porque o módulo da velocidade permanece constante.
b) É acelerado porque o vetor velocidade muda de direção, embora mantenha o mesmo módulo.
c) É acelerado porque o módulo da velocidade varia.
d) Não é acelerado porque a trajetória não é retilínea.
e) Não é acelerado porque a direção da velocidade não varia.
Nota: Entenda a expressão "movimento acelerado" como sendo um movimento em que a aceleração não é nula.

RESOLUÇÃO:
No movimento circular e uniforme a velocidade varia em direção e portanto o movimento do cavalo é acelerado.
Resposta: B

MÓDULO 20

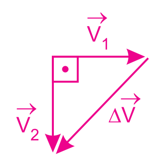
CINEMÁTICA VETORIAL II

1. **(AFA)** – Um carro percorre uma curva circular com velocidade escalar constante de 15m/s, completando-a em $5\sqrt{2}$s, conforme a figura abaixo.



É correto afirmar que o módulo da aceleração vetorial média experimentada pelo carro nesse trecho, em m/s^2, é:
a) 0 b) 1,8 c) 3,0 d) 5,3

RESOLUÇÃO:



1) $|\Delta\vec{V}|^2 = |\vec{V}_1|^2 + |\vec{V}_2|^2$

$|\Delta\vec{V}|^2 = (15)^2 + (15)^2 = 2\,(15)^2$

$\boxed{|\Delta\vec{V}| = 15\sqrt{2}\text{m/s}}$

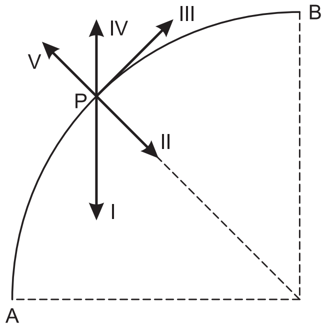
2) $|\vec{a}_m| = \dfrac{|\Delta\vec{V}|}{\Delta t}$

$|\vec{a}_m| = \dfrac{|\Delta\vec{V}|}{\Delta t} = \dfrac{15\sqrt{2}}{5\sqrt{2}}$ (m/s^2)

$\boxed{|\vec{a}_m| = 3{,}0\text{m/s}^2}$

Resposta: C

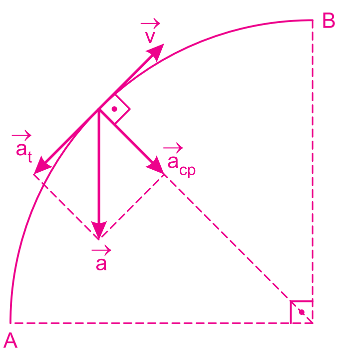
2. **(VUNESP-MODELO ENEM)** – Um vestibulando se dirige para o local da prova. O caminho compreende uma pista horizontal que, no trecho AB, tem a forma de um quarto de circunferência, representado na figura a seguir.



No percurso da posição A para a posição B, o vestibulando desacelera diminuindo gradativamente o módulo da velocidade de seu carro. Ao passar pelo ponto P, a meio caminho de A para B, a velocidade vetorial e a aceleração vetorial de seu veículo poderão ser representadas, respectivamente, pelos vetores

a) I e II.
b) I e III.
c) III e I.
d) III e IV.
e) III e V.

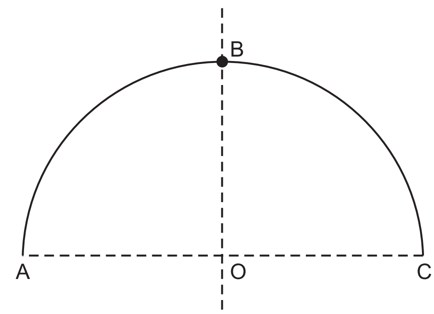
RESOLUÇÃO:
Na posição P, o movimento é circular e retardado.



$$\boxed{\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_{cp}}$$

1) Existe $\vec{a}_{cp}$ para variar a direção da velocidade.
2) Existe $\vec{a}_t$ com sentido oposto ao da velocidade porque o movimento é retardado.
Resposta: C

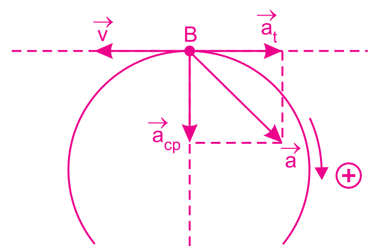
3. Uma partícula descreve uma trajetória circular de raio R = 1,0m e centro O. A velocidade escalar é dada pela função: v = –5,0 + 3,0t em unidades do SI e com a orientação positiva da trajetória no sentido horário.



Sabe-se que, no instante t = 1,0s, a partícula passa pelo ponto B. Pede-se:

a) desenhar na figura os vetores que representam a velocidade vetorial e a aceleração vetorial, no instante t = 1,0s;
b) calcular as intensidades da velocidade vetorial e da aceleração vetorial, no instante t = 1,0s.

RESOLUÇÃO:
a) $t = 1{,}0s \Rightarrow v = -2{,}0m/s$
$\gamma = 3{,}0m/s^2$ **(constante)**
Como $v < 0$ e $\gamma > 0$, o movimento é retardado.



b) 1) $|\vec{v}| = |v| = 2{,}0m/s$

2) $|\vec{a}_t| = |\gamma| = 3{,}0m/s^2$

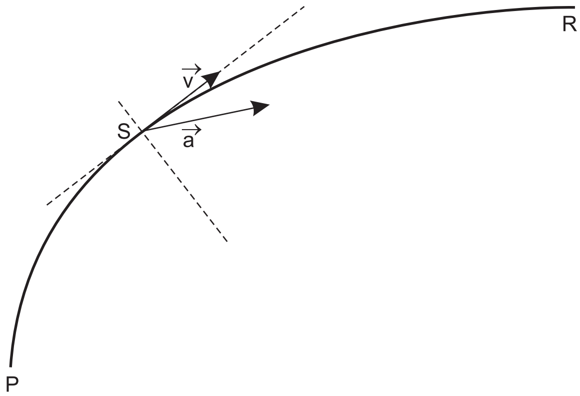
$$|\vec{a}_{cp}| = \frac{v^2}{R} = \frac{4{,}0}{1{,}0}\,(m/s^2) = 4{,}0m/s^2$$

$$|\vec{a}|^2 = |\vec{a}_t|^2 + |\vec{a}_{cp}|^2$$

$$\boxed{|\vec{a}| = 5{,}0m/s^2}$$

Respostas: a) Ver figura.
b) 2,0m/s e 5,0m/s²

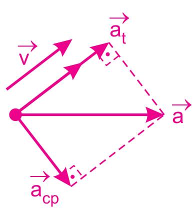
4. **(FGV-SP-2012)** – A figura ilustra os vetores velocidade ($\vec{v}$) e aceleração resultante ($\vec{a}$) de um veículo que passa pelo ponto S da estrada PR.



Esse veículo, nesse instante, está descrevendo um movimento

a) curvilíneo e acelerado.
b) curvilíneo e retardado.
c) curvilíneo e uniforme.
d) retilíneo e acelerado.
e) retilíneo e retardado.

RESOLUÇÃO:

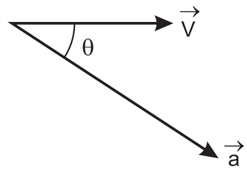


A presença de aceleração centrípeta indica uma trajetória curvilínea e a presença de uma aceleração tangencial com o mesmo sentido da velocidade indica um movimento acelerado.

$$\boxed{\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_{cp}}$$

Resposta: A

5. Uma partícula descreve uma trajetória circular de raio R. Num dado instante t_1, os valores do módulo da aceleração $\vec{a}$ e da velocidade $\vec{V}$ são, respectivamente, 25,0m/s² e 3,0m/s. O ângulo θ entre $\vec{a}$ e $\vec{V}$ é tal que sen θ = 0,60 e cos θ = 0,80.



Determine:

a) o valor de R;
b) o módulo da aceleração escalar no instante t_1.

RESOLUÇÃO:

a) $a_{cp} = a \text{ sen } \theta = \dfrac{V^2}{R}$

$25{,}0 \cdot 0{,}60 = \dfrac{9{,}0}{R}$

$R = \dfrac{9{,}0}{15{,}0} \text{ (m)} \Rightarrow \boxed{R = 0{,}60\text{m}}$

b) $|\gamma| = |\vec{a}_t| = a \cos \theta$

$|\gamma| = 25{,}0 \cdot 0{,}80 (\text{m/s}^2) \Rightarrow \boxed{|\gamma| = 20{,}0\text{m/s}^2}$

Respostas: **a) 0,60m**
b) 20,0m/s²

MÓDULO 1

ESCALAS TERMOMÉTRICAS

1. **(UNESP)** – A temperatura mais alta registrada sobre a Terra foi de 136°F, em Azizia, Líbia, em 1922, e a mais baixa foi de –127°F, na estação Vostok, Antártida, em 1960. Os valores dessas temperaturas, em °C, são, respectivamente,

a) 53,1 e –76,3. b) 53,1 e –88,3. c) 57,8 e –76,3.
d) 57,8 e –79,3. e) 57,8 e –88,3.

RESOLUÇÃO:
Usando-se a equação de conversão entre as escalas Celsius e Fahrenheit, obtém-se:

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

Para a mais alta temperatura ($\theta_F = 136°F$), tem-se:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{136 - 32}{9}$$

$$\boxed{\theta_C \cong 57,8°C}$$

Para a mais baixa temperatura ($\theta_F = -127°F$), tem-se:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{-127 - 32}{9}$$

$$\boxed{\theta_C \cong -88,3°C}$$

Resposta: E

2. **(UNESP)** – Uma panela com água é aquecida de 25°C para 80°C. A variação de temperatura sofrida pela panela com água, nas escalas Kelvin e Fahrenheit, foi de

a) 32 K e 105°F. b) 55 K e 99°F. c) 57 K e 105°F.
d) 99 K e 105°F. e) 105 K e 32°F.

RESOLUÇÃO:
A escala Kelvin utiliza o grau Celsius como unidade; por isso, variações de temperatura nas escalas Kelvin e Celsius são dadas por números iguais.

$$\Delta T_{(K)} = \Delta\theta_C$$

Assim, se $\Delta\theta_C = 80°C - 25°C = 55°C$, temos:

$$\boxed{\Delta T_{(K)} = 55\ K}$$

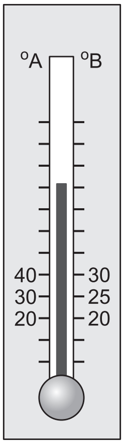
Sendo $\Delta\theta_F$ a variação de temperatura na escala Fahrenheit correspondente à variação $\Delta\theta_C = 55°C$, temos:

$$\frac{\Delta\theta_F}{9} = \frac{\Delta\theta_C}{5} \Rightarrow \frac{\Delta\theta_F}{9} = \frac{55}{5}$$

$$\boxed{\Delta\theta_F = 99°F}$$

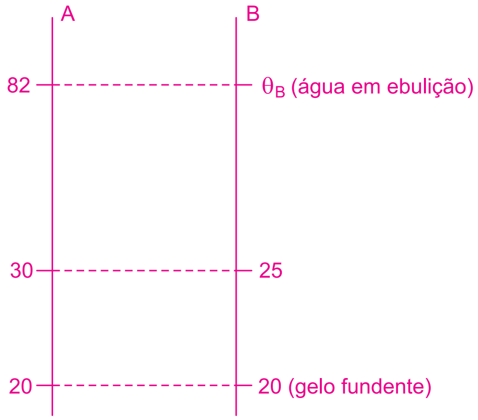
Resposta: B

3. **(MACKENZIE)** – A coluna de mercúrio de um termômetro está sobre duas escalas termométricas que se relacionam entre si. A figura ao lado mostra algumas medidas correspondentes a determinadas temperaturas. Quando se encontra em equilíbrio térmico com gelo fundente, sob pressão normal, o termômetro indica 20° nas duas escalas. Em equilíbrio térmico com água em ebulição, também sob pressão normal, a medida na escala A é 82°A e na escala B:



a) 49°B
b) 51°B
c) 59°B
d) 61°B
e) 69°B

RESOLUÇÃO:



Da figura, podemos obter a relação entre as temperaturas esquematizadas nas duas escalas.

$$\frac{82 - 20}{30 - 20} = \frac{\theta_B - 20}{25 - 20}$$

$$\frac{62}{10} = \frac{\theta_B - 20}{5} \Rightarrow \frac{62}{2} = \frac{\theta_B - 20}{1}$$

$$\boxed{\theta_B = 51°B}$$

Resposta: B

4. **(OLIMPÍADA PAULISTA DE FÍSICA)** – Qual é o valor de 68 graus Fahrenheit na unidade equivalente do Sistema Internacional de unidades (aproximadamente)?

a) 70°F b) 32°F c) 70°C d) 21°C e) 293 K

RESOLUÇÃO:

No SI, a unidade de temperatura é dada na escala Kelvin; assim:

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{T - 273}{5}$$

$$\frac{70 - 32}{9} = \frac{T - 273}{5}$$

$$\boxed{T = 293 \text{ K}}$$

Resposta: E

MÓDULO 2

CALORIMETRIA

1. **(UNESP)** – Uma bolsa térmica com 500g de água à temperatura inicial de 60ºC é empregada para tratamento da dor nas costas de um paciente. Transcorrido um certo tempo desde o início do tratamento, a temperatura da água contida na bolsa é de 40ºC. Considerando-se que o calor específico da água é 1 cal/(gºC) e supondo que 60% do calor cedido pela água foi absorvido pelo corpo do paciente, a quantidade de calorias recebidas pelo paciente no tratamento foi igual a:

a) 2 000 b) 4 000 c) 6 000
d) 8 000 e) 10 000

RESOLUÇÃO:

A quantidade de calor cedida pela água é dada por:

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

$Q_1 = 500 \cdot 1{,}0 \cdot 20$ (cal)

$Q_1 = 10\,000$ cal

O calor Q_2 recebido pelo paciente é dado por:

$Q_2 = 0{,}60\ Q_1$

$Q_2 = 0{,}60 \cdot 10\,000$ cal

$\boxed{Q_2 = 6\,000 \text{ cal}}$

Resposta: C

2. **(FCMPA-RS)** – Considere as seguintes afirmações sobre termologia.

I. O calor específico sensível é uma propriedade das substâncias e a capacidade térmica é uma propriedade de determinado corpo.

II. A capacidade térmica pode ser expressa em J/K, e o calor específico sensível pode ser expresso em J/(kgK).

III. Sabe-se que o calor específico sensível do vidro é 0,20 cal/(gºC) e o do ouro é 0,031 cal/gºC. Assim, se a mesma quantidade de água, a 50ºC, for colocada em dois recipientes de mesma massa, a 20ºC, um de vidro e outro de ouro, a temperatura de equilíbrio térmico entre a água e os recipientes será maior no de ouro.

Quais estão corretas?

a) Apenas II. b) Apenas I e II. c) Apenas I e III.
d) Apenas II e III. e) I, II e III.

RESOLUÇÃO:

I) *Correta.*

Calor específico sensível é uma propriedade da substância, não dependendo da massa do corpo.

Capacidade térmica é uma propriedade do corpo, dependendo do seu calor específico sensível e da sua massa.

II) *Correta.*

Capacidade térmica:

$$C = \frac{Q}{\Delta\theta} \Rightarrow \text{unidade} = \frac{J}{K}$$

Calor específico sensível

$$c = \frac{Q}{m\,\Delta\theta} \Rightarrow \text{unidade} = \frac{J}{kg\,K}$$

III) *Correta.*

$m_V = m_{Au}$

$c_V > c_{Au}$

Como

$C = mc$

então:

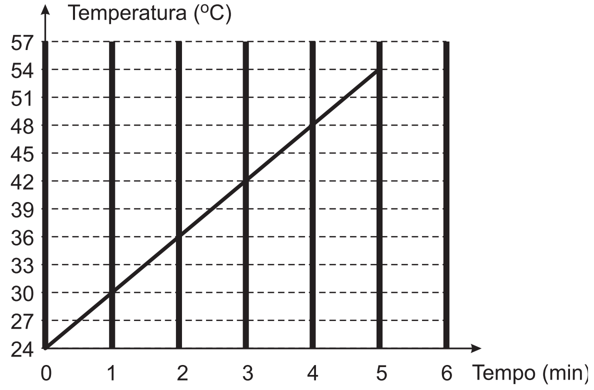
$C_V > C_{Au}$

Assim, o recipiente de ouro, que tem menor capacidade térmica, precisará receber da água menos calor para variar uma unidade de temperatura.

O equilíbrio térmico com a água será atingido, numa temperatura maior, quando o recipiente utilizado for o de ouro.

Resposta: E

3. **(UNESP)** – O gráfico representa a temperatura em função do tempo de um líquido aquecido em um calorímetro.



Considerando-se desprezível a capacidade térmica do calorímetro e que o aquecimento foi obtido através de uma resistência elétrica, dissipando energia à taxa constante de 120 W, a capacidade térmica do líquido vale:

a) 12 J/°C b) 20 J/°C c) 120 J/°C
d) 600 J/°C e) 1 200 J/°C

RESOLUÇÃO:
Usando-se a equação fundamental da calorimetria, obtém-se:
$Q = mc\Delta\theta$

mas: $Pot = \dfrac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = Pot\ \Delta t$

Assim: $Pot\ .\ \Delta t = mc\Delta\theta$

Sendo a capacidade térmica igual a:
$C = mc$
então:
$Pot\ \Delta t = C\ .\ \Delta\theta$

Do gráfico, obtém-se:
$120\ .\ 5\ .\ 60 = C\ .\ (54 - 24)$

$\boxed{C = 1200 J/°C}$

Resposta: E

4. **(MACKENZIE-)** – Em uma manhã de céu azul, um banhista, na praia, observa que a areia está muito quente e a água do mar está muito fria. À noite, esse mesmo banhista observa que a areia da praia está fria e a água do mar está morna. O fenômeno observado deve-se ao fato de que

a) a densidade da água do mar é menor que a da areia.
b) o calor específico da areia é menor que o calor específico da água.
c) o coeficiente de dilatação térmica da água é maior que o coeficiente de dilatação térmica da areia.
d) o calor contido na areia, à noite, propaga-se para a água do mar.
e) a agitação da água do mar retarda seu resfriamento.

RESOLUÇÃO:
Da Equação Fundamental da Calorimetria, obtém-se:

$$Q = m\ c\ \Delta\theta$$

$$\boxed{c = \frac{Q}{m\ .\ \Delta\theta}}$$

Para massas iguais de água e areia, recebendo a mesma quantidade de calor, observamos que a variação de temperatura é inversamente proporcional ao calor específico sensível.
Assim, se, durante o dia ou durante a noite, a areia sofre maiores variações de temperatura que a água ($\Delta\theta_{areia} > \Delta\theta_{água}$), seu calor específico sensível é menor que o da água ($c_{areia} < c_{água}$).
Resposta: B

MÓDULO 3
CALORIMETRIA

1. **(UNESP)** – Em um dia ensolarado, a potência média de um coletor solar para aquecimento de água é de 3 kW. Considerando a taxa de aquecimento constante e o calor específico da água igual a 4200 J/(kg.°C), o tempo gasto para aquecer 30 kg de água de 25°C para 60°C será, em minutos, de:

a) 12,5 b) 15 c) 18 d) 24,5 e) 26

RESOLUÇÃO:
Aplicando-se a equação fundamental da calorimetria e a equação da potência fornecida, têm-se:

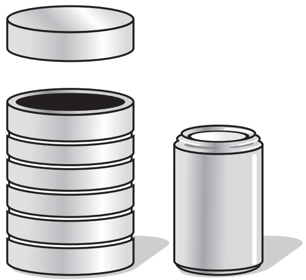
$$\begin{cases} Q = m\ c\ \Delta\theta \\ Pot = \dfrac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = Pot\ \Delta t \end{cases}$$

Igualando-se as relações, obtém-se:
$Pot\ \Delta t = m\ c\ \Delta\theta$
Substituindo-se os valores fornecidos, tem-se:
$3000\ .\ \Delta t = 30\ .\ 4200\ (60 - 25)$

$\boxed{\Delta t = 1470s = 24{,}5min}$

Resposta: D

2. **(UFSCar-SP)** – Após ter estudado calorimetria, um aluno decide construir um calorímetro usando uma lata de refrigerante e isopor. Da latinha de alumínio, removeu parte da tampa superior. Em seguida, recortou anéis de isopor, de forma que estes se encaixassem na latinha recortada, envolvendo-a perfeitamente.



Em seu livro didático, encontrou as seguintes informações:

Material	Calor específico sensível J/(kgºC)
Alumínio	900
Água (massa específica: 1 kg/L)	4 200
Ferro	450

a) Pede-se determinar capacidade térmica desse calorímetro, sabendo-se que a massa da latinha após o recorte realizado era de 15×10^{-3} kg.

b) Como a capacidade térmica do calorímetro era muito pequena, decidiu ignorar esse valor e então realizou uma previsão experimental para o seguinte problema:
Determinar a temperatura que deve ter atingido um parafuso de ferro de 0,1 kg aquecido na chama de um fogão.
Dentro do calorímetro, despejou 0,2ℓ de água. Após alguns minutos, constatou que a temperatura da água era de 19ºC. Aqueceu então o parafuso, colocando-o em seguida no interior do calorímetro. Atingido o equilíbrio térmico, mediu a temperatura do interior do calorímetro, obtendo 40ºC. Nessas condições, supondo-se que houve troca de calor apenas entre a água e o parafuso, pede-se determinar aproximadamente a temperatura que este deve ter atingido sob o calor da chama do fogão.

RESOLUÇÃO:

a) Cálculo da capacidade térmica (C) da latinha:

$C = m\,c$

$C = 15 \cdot 10^{-3} \cdot 900$ (J/ºC)

$\boxed{C = 13{,}5\ \text{J/°C}}$

b) Fazendo-se o balanço energético no sistema água + parafuso, tem-se:

Qcedido + Qrecebido = 0

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

Da tabela fornecida, sabemos que a massa específica da água é 1kg/ℓ; assim, 0,2ℓ de água possui massa igual a 0,2kg. Portanto:

$0{,}1 \cdot 450\,(40 - \theta) + 0{,}2 \cdot 4200\,(40 - 19) = 0$

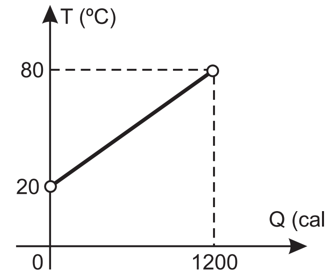
$45\,(40 - \theta) + 840 \cdot 21 = 0$

$45\,(\theta - 40) = 17640$

$\theta - 40 = 392 \Rightarrow \boxed{\theta = 432\text{°C}}$

Respostas: a) C = 13,5 J/°C b) θ = 432°C

3. **(UFAM)** – Medindo-se a temperatura de uma amostra de material sólido de massa igual a 200g, em função da quantidade de calor por ela absorvida, encontrou-se o seguinte diagrama:



Aquecendo-se esta amostra até 100°C e, em seguida, mergulhando-a em 500g de água (calor específico sensível igual a 1cal/g°C) a 40°C, pode-se afirmar que a temperatura final de equilíbrio do sistema vale, aproximadamente:

a) 32°C b) 55°C c) 42°C d) 50°C e) 60°C

RESOLUÇÃO:

1) Cálculo do calor específico sensível da amostra usando-se o gráfico fornecido:

$Q = mc\Delta\theta$

$1200 = 200 \cdot c_1 \cdot (80 - 20)$

$c_1 = 0{,}10$ cal/g°C

2) Na mistura do sólido com a água, temos:

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

$(mc\Delta\theta)_1 + (mc\Delta\theta)_{água} = 0$

$200 \cdot 0{,}10 \cdot (\theta_f - 100) + 500 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 40) = 0$

$20\,\theta_f - 2000 + 500\,\theta_f - 20\,000 = 0$

$520\,\theta_f = 22\,000$

$\theta_f \cong 42{,}3$°C

$\boxed{\theta_f \cong 42\text{°C}}$

Resposta: C

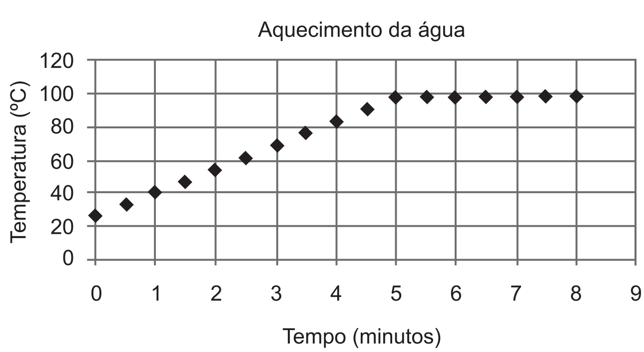
4. **(UNESP)** – Desde 1960, o Sistema Internacional de Unidades (SI) adota uma única unidade para quantidade de calor, trabalho e energia e recomenda o abandono da antiga unidade ainda em uso. Assinale a alternativa que indica na coluna I a unidade adotada pelo SI e na coluna II a unidade a ser abandonada.

	I	II
a)	joule (J)	caloria (cal)
b)	caloria (cal)	joule (J)
c)	watt (W)	quilocaloria (kcal)
d)	quilocaloria (kcal)	watt (W)
e)	pascal (Pa)	quilocaloria (kcal)

RESOLUÇÃO:
No Sistema Internacional de Unidades (SI), foi adotada a unidade *joule* (J) para quantidade de calor, trabalho e energia. Até hoje, ainda utilizamos nos livros didáticos a unidade *caloria* (cal) para quantidade de calor, apesar de ter sido recomendado seu abandono em 1960.
Resposta: A

MÓDULO 4
MUDANÇAS DE ESTADO

1. **(UFMG)** – No laboratório do colégio, um grupo de alunos fez um experimento sobre o aquecimento da água. Os estudantes colocaram meio litro de água pura numa panela de alumínio e aqueceram-na em um fogão a gás com chama constante. Mediram a temperatura da água a cada 0,5 minutos, usando um termômetro que mede temperaturas entre 0ºC e 150ºC. Representaram as medidas encontradas em um gráfico parecido com este:

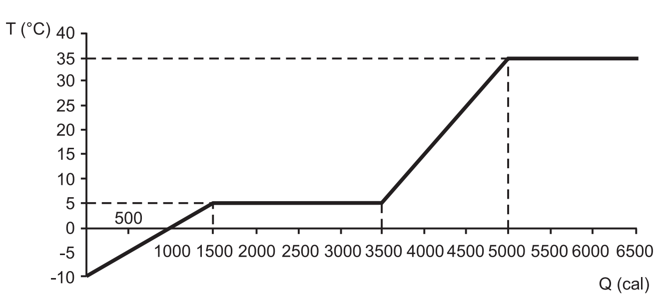


Os alunos ficaram surpresos com o fato de que a temperatura da água, após 5 minutos de aquecimento, não aumentava mais.
Assinale a explicação correta do fenômeno, que ocorre com a água após 5 minutos de aquecimento.

a) A água fica com sua capacidade calorífica saturada e não recebe mais calor, mantendo a sua temperatura constante.
b) A temperatura da água se iguala à temperatura da chama e se mantém constante.
c) O aumento de temperatura da água continua, mas não é detectado pelo termômetro.
d) O calor recebido se transforma em energia envolvida na mudança de estado da água, mantendo a sua temperatura constante.

RESOLUÇÃO:
a) *Falsa.*
Após 5 minutos de aquecimento a água continua recebendo calor que será armazenado como energia potencial de agregação, provocando mudança no estado físico. A água passa para o estado gasoso.
b) *Falsa.*
A temperatura da chama é superior a 100°C.
c) *Falsa.*
d) *Correta.*
Resposta: D

2. **(UDESC)** – Certa substância, cuja massa é 200g, inicialmente sólida à temperatura de –10°C, passa pelas transformações de fase mostradas no gráfico abaixo.



O calor específico sensível na fase sólida, o calor sensível latente de fusão e a temperatura de vaporização dessa substância são, respectivamente:

a) 0,5 cal/g°C; 10 cal/g; 5°C.
b) 0,5 cal/g°C; 10 cal/g; 35°C.
c) 1,0 cal/g°C; 10 cal/g; 35°C.
d) 1,0 cal/g°C; 10 cal/g; 5°C.
e) 1,0 cal/g°C; 5,0 cal/g; 35°C.

RESOLUÇÃO:

1) Calor específico sensível na fase sólida:

$Q = mc\Delta\theta$

$1500 = 200 \cdot c_s \cdot [5 - (-10)]$

$\boxed{c_s = 0{,}5 cal/g°C}$

2) Calor específico latente de fusão:

$Q = mL$

$(3500 - 1500) = 200 \cdot L_F$

$\boxed{L_F = 10 cal/g}$

3) Temperatura de vaporização:

A vaporização ocorre no segundo patamar, assim:

$\boxed{\theta_V = 35°C}$

Resposta: B

3. **(MACKENZIE)** – Sob pressão normal, uma chama constante gasta 3 minutos para elevar a temperatura de certa massa de água (calor específico = 1 cal/(g°C)) de 10 °C até 100°C. Nessa condição, admitido que o calor proveniente da chama seja recebido integralmente pela água, o tempo decorrido somente para a vaporização total da água será de

a) 9 minutos. b) 12 minutos. c) 15 minutos.
d) 18 minutos. e) 21 minutos.

Dado: calor latente de vaporização da água = 540 cal/g

RESOLUÇÃO:

Cálculo da potência da fonte térmica:

$$Pot = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m\,c\,\Delta\theta}{\Delta t}$$

$$Pot = \frac{m \cdot 1 \cdot (100 - 10)}{3}$$

$$Pot = 30\ m$$

Na vaporização total da água, temos:

$Q = mL_v$

$Pot\ \Delta t = mL_v$

$30\ m \cdot \Delta t = m \cdot 540$

$\boxed{\Delta t = 18 min}$

Resposta: D

4. **(FGV)** – Em relação ao conceito de temperatura, analise:

I. É possível atribuir uma temperatura ao vácuo ideal.

II. Dois corpos que possuem a mesma energia térmica possuem necessariamente a mesma temperatura.

III. A temperatura é uma grandeza macroscópica.

IV. Quando um corpo recebe calor, sua temperatura necessariamente aumenta.

Está correto apenas o contido em

a) II. b) III. c) I e III.
d) I e IV. e) II e IV.

RESOLUÇÃO:

I) *Falso*. Deve-se entender por vácuo ideal uma região do espaço onde não temos partículas. Dessa forma, não podemos atribuir um nível de agitação para as partículas.

II) *Falso*. Se imaginarmos dois corpos de massas diferentes e mesma quantidade de energia térmica, o corpo de maior massa terá menos energia por partícula, possuindo temperatura menor.

III) *Verdadeiro*. A temperatura de um corpo estabelece o nível de agitação de suas partículas. No entanto, a temperatura não é da partícula, mas do corpo, sendo uma grandeza macroscópica.

IV) *Falso*. A energia térmica recebida por um corpo pode provocar aumento em sua temperatura e/ou mudança em seu estado físico.

Resposta: B

MÓDULO 5

MUDANÇAS DE ESTADO

1. **(UNESP)** – O gálio é um metal cujo ponto de fusão é 30°C, à pressão normal; por isso, ele pode liquefazer-se inteiramente quando colocado na palma da mão de uma pessoa. Sabe-se que o calor específico e o calor latente de fusão do gálio são, respectivamente, 410J/(kg.°C) e 80000 J/kg.

a) Qual a quantidade de calor que um fragmento de gálio de massa 25g, inicialmente a 10°C, absorve para fundir-se integralmente quando colocado na mão de uma pessoa?

b) Construa o gráfico t (°C) x Q(J) que representa esse processo, supondo que ele comece a 10°C e termine quando o fragmento de gálio se funde integralmente.

RESOLUÇÃO:

a) A quantidade total de calor é dada por:

$Q_T = Q_1 + Q_2$

$Q_T = (m\,c\,\Delta\theta) + (mL_F)$

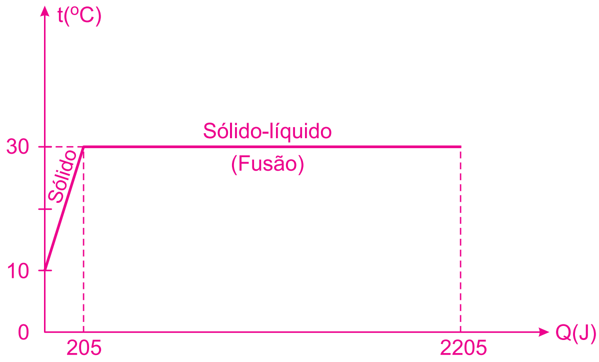
$Q_T = 25 \cdot 10^{-3} \cdot 410 \cdot (30 - 10) + 25 \cdot 10^{-3} \cdot 80000\ (J)$

$Q_T = 205 + 2000\ (J)$

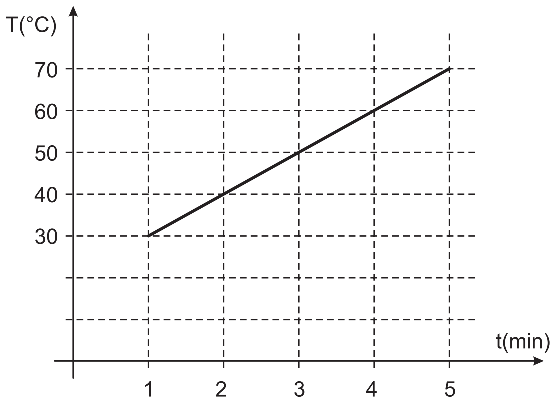
$\boxed{Q_T = 2205 J}$

Nota: É importante chamar a atenção para o equívoco do examinador quando disse "… pode *liquefazer-se* inteiramente…" A liquefação é a passagem do estado gasoso para o líquido; na questão, o gálio sofre *fusão* (de sólido para líquido) quando colocado na palma da mão de uma pessoa.

b)



2. **(FUVEST)** – Em uma panela aberta, aquece-se água, observando-se uma variação da temperatura da água com o tempo, como indica o gráfico.



Desprezando-se a evaporação antes da fervura, em quanto tempo, a partir do começo da ebulição, toda a água terá se esgotado? (Considere que o calor latente específico de vaporização da água é cerca de 540cal/g.)

a) 18 minutos b) 27 minutos c) 36 minutos
d) 45 minutos e) 54 minutos

RESOLUÇÃO:
Usando-se os dados do gráfico, pode-se calcular a potência com que a água recebe calor da fonte térmica:

$$\text{Pot} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m\ c\ \Delta\theta}{\Delta t}$$

$$\text{Pot} = \frac{m\ .\ 1{,}0\ .\ (70 - 30)}{(5 - 1)}$$

Pot = 10 m

Quando se inicia a ebulição, até o esgotamento da água, tem-se:
$\text{Pot}\ \Delta t = m\ L_v$
$10\ m\ .\ \Delta t = m\ .\ 540$

$\boxed{\Delta t = 54\ \text{min}}$

Resposta: E

3. **(MACKENZIE)** – Num laboratório, situado ao nível do mar, massas iguais de água líquida e gelo (água sólida) estão há um bom tempo em um recipiente de paredes adiabáticas e de capacidade térmica desprezível. Introduzindo-se 100 g de água fervente nesse recipiente, verifica-se que, após alguns minutos, se atinge o equilíbrio térmico do sistema, e que nele só existe água líquida a 0°C. A massa de gelo existente no recipiente, no início da experiência, era:

Dados:
calor específico da água sólida (gelo) =
c_g = 0,50 cal/(gºC)
calor específico da água líquida = c_a = 1,00 cal/(gºC)
calor latente de fusão do gelo = L_f = 80 cal/g
calor latente de vaporização da água = L_v = 540 cal/g

a) 50g b) 62,5g c) 80g d) 100g e) 125g

RESOLUÇÃO:
O gelo e a água existentes inicialmente no recipiente estão em equilíbrio térmico, a 0°C. A introdução da água fervente nesse recipiente *provoca apenas a fusão do gelo*, já que a temperatura final registrada é de 0°C. Assim, no equilíbrio térmico, temos:

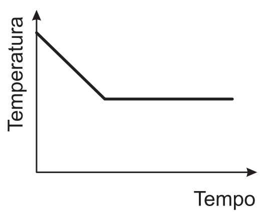
$Q_{gelo} + Q_{água} = 0 \Rightarrow mL_f + (mc\Delta\theta)_{água} = 0$
$m\ 80 + 100\ .\ 1{,}00\ (-\ 100) = 0$

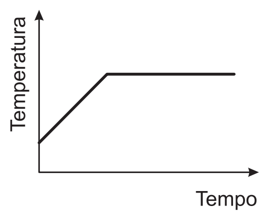
$m\ 80 = 10\ 000 \Rightarrow \boxed{m = 125\ g}$

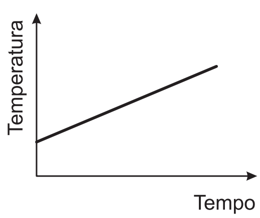
Resposta: E

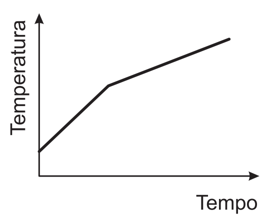
4. **(PASUSP)** –

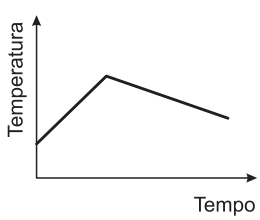
Supondo-se que o fogão forneça uma chama, com fluxo de calor constante, e tendo-se em conta o diálogo da tirinha apresentada, o gráfico que representa a temperatura da água, em função do tempo, durante o processo de aquecimento, desde o seu início até a sua completa evaporação, é:

a)


b)


c)


d)


e)


RESOLUÇÃO:
No aquecimento de uma porção de água pura, a temperatura aumenta até o início da ebulição. A partir desse instante, a energia recebida pela água provoca a vaporização e a temperatura permanece constante.
Nota:
O termo adequado para a situação descrita é *vaporização*, e não *evaporação*, que pode ocorrer em uma temperatura diferente da de vaporização.
Resposta: B

MÓDULO 6

TRANSMISSÃO DE CALOR

1. **(UFMG)** – Depois de assar um bolo em um forno a gás, Zulmira observa que ela queima a mão ao tocar no tabuleiro, mas não a queima ao tocar no bolo.
Considerando-se essa situação, é correto afirmar que isso ocorre porque
a) a capacidade térmica do tabuleiro é maior que a do bolo.
b) a transferência de calor entre o tabuleiro e a mão é mais rápida que entre o bolo e a mão.
c) o bolo esfria mais rapidamente que o tabuleiro, depois de os dois serem retirados do forno.
d) o tabuleiro retém mais calor que o bolo.

RESOLUÇÃO:
A condutibilidade térmica do material do tabuleiro é maior que a do bolo. Assim, ao tocar o tabuleiro, há maior transferência de energia térmica para a mão de Zulmira do que se ela tocasse o bolo.
Resposta: B

2. **(UFPA)** – Um expressivo polo de ferro-gusa tem se implantado ao longo da ferrovia de Carajás, na região sudeste do Pará, o que ensejou um aumento vertiginoso na produção de carvão, normalmente na utilização de fornos conhecidos como “rabos-quentes”, que a foto abaixo ilustra. Além dos problemas ambientais causados por esses fornos, a questão relativa às condições altamente insalubres e desumanas a que os trabalhadores são submetidos é preocupante. A enorme temperatura a que chegam tais fornos propaga uma grande quantidade de calor para os corpos dos trabalhadores que exercem suas atividades no seu entorno.

Com base nas informações referidas no texto acima, analise as seguintes afirmações:

I. O gás carbônico (CO_2) emitido pelos fornos é um dos agentes responsáveis pelo aumento do efeito estufa na atmosfera.

II. Nas paredes do forno, o calor se propaga pelo processo de convecção.

III. O calor que atinge o trabalhador se propaga predominantemente através do processo de radiação.

IV. O deslocamento das substâncias responsáveis pelo efeito estufa é consequência da propagação do calor por condução.

Estão corretas somente:

a) I e II b) I e III c) II e III d) III e IV e) II e IV

RESOLUÇÃO:

I) ***Correta.***
O CO_2 (dióxido de carbono) é o principal gás estufa que, junto a outros, produz o aquecimento global.

II) ***Falsa.***
Nas paredes do forno o calor se propaga por *condução*.

III) ***Correta.***
O trabalhador recebe, principalmente, a radiação infravermelha produzida na queima do carvão. Essa radiação é absorvida pela pele.

IV) ***Falsa.***
Os gases estufa sobem para a atmosfera terrestre através da *convecção*.

Resposta: B

3. **(UNICAMP)** – As constantes termodinâmicas da madeira são muito variáveis e dependem de inúmeros fatores. No caso da condutividade térmica (k_m), um valor aceitável é $k_m = 0{,}15$ W/(m . ºC), para madeiras com cerca de 12% de umidade. Uma porta dessa madeira, de espessura $d = 3{,}0 \, . \, 10^{-2}$ m e área $S = 2{,}0$ m^2, separa dois ambientes a temperaturas de 20ºC e 30ºC. Qual o intervalo de tempo necessário para que 300 J de calor atravessem essa porta, de um ambiente para outro, supondo que, durante a transferência de calor, as temperaturas dos ambientes não se alterem?

Expressão do fluxo de calor, em unidades do SI:

$\dfrac{\Delta Q}{\Delta t} = \dfrac{S \Delta T}{d}$ k, em que Δt é o tempo e ΔT é a variação de temperatura.

RESOLUÇÃO:

Usando-se a expressão da transferência de calor de Fourier, dada na questão, tem-se:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{S \Delta T}{d} k$$

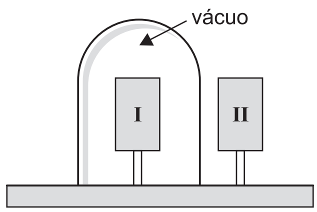
Substituindo-se os valores, já em unidades compatíveis, tem-se:

$$\frac{300}{\Delta t} = \frac{2{,}0 \, . \, (30 - 20)}{3{,}0 \, . \, 10^{-2}} \, . \, 0{,}15$$

$$\boxed{\Delta t = 3{,}0 s}$$

Resposta: 3,0s

4. **(UNESP)** – Um corpo I é colocado dentro de uma campânula de vidro transparente evacuada. Do lado externo, em ambiente à pressão atmosférica, um corpo II é colocado próximo à campânula, mas não em contato com ela, como mostra a figura.



As temperaturas dos corpos são diferentes e os pinos que os sustentam são isolantes térmicos. Considere as formas de transferência de calor entre esses corpos e aponte a alternativa correta.

a) Não há troca de calor entre os corpos I e II porque não estão em contato entre si.

b) Não há troca de calor entre os corpos I e II porque o ambiente no interior da campânula está evacuado.

c) Não há troca de calor entre os corpos I e II porque suas temperaturas são diferentes.

d) Há troca de calor entre os corpos I e II e a transferência se dá por convecção.

e) Há troca de calor entre os corpos I e II e a transferência se dá por meio de radiação eletromagnética.

RESOLUÇÃO:

O corpo de maior temperatura emite parte da sua energia térmica em forma de radiação eletromagnética. Essa energia atravessa a região de vácuo e, ao ser absorvida pelo segundo corpo (o de menor temperatura), volta a se transformar em energia térmica, aquecendo-o. Esse processo recebe a denominação de radiação.

Resposta: E

MÓDULO 7

ESTUDO DOS GASES PERFEITOS

1. **(FUVEST)** – Um laboratório químico descartou um frasco de éter, sem perceber que, em seu interior, havia ainda um resíduo de 7,4g de éter, parte no estado líquido, parte no estado gasoso. Esse frasco, de 0,8L de volume, fechado hermeticamente, foi deixado sob o sol e, após um certo tempo, atingiu a temperatura de equilíbrio $T = 37°C$, valor acima da temperatura de ebulição do éter. Se todo o éter no estado líquido tivesse evaporado, a pressão dentro do frasco seria:

a) 0,37 atm b) 1,0 atm c) 2,5 atm
d) 3,1 atm e) 5,9 atm

NOTE E ADOTE
No interior do frasco descartado, havia apenas éter.
Massa molar do éter = 74 g
K = °C + 273
R (constante universal dos gases) = 0,08 atm . L / (mol . K)

RESOLUÇÃO:
Aplicando-se a Equação de Clapeyron, obtém-se:
$pV = n\,R\,T$

ou

$pV = \dfrac{m}{M}\,RT$

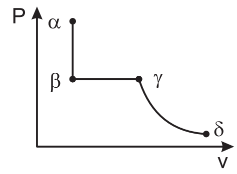
Substituindo-se os valores fornecidos, vem:

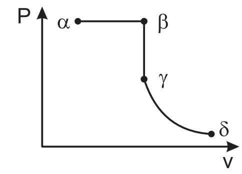
$p \,.\, 0{,}8 = \dfrac{7{,}4}{74} \,.\, 0{,}08 \,.\, (37 + 273)$

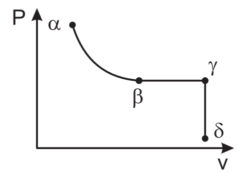
$\boxed{p = 3{,}1 \text{ atm}}$

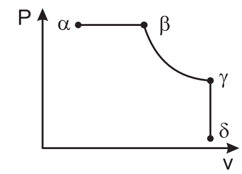
Resposta: D

2. **(UFOP-MG)** – Um gás ideal é levado de um estado inicial α até um estado final δ através de três transformações sucessivas: (I) uma transformação isobárica αβ, (II) uma transformação isovolumétrica βγ e (III) finalmente uma transformação isotérmica γδ.
A opção que representa corretamente a sequência de transformações pelas quais passa o gás é:

a)


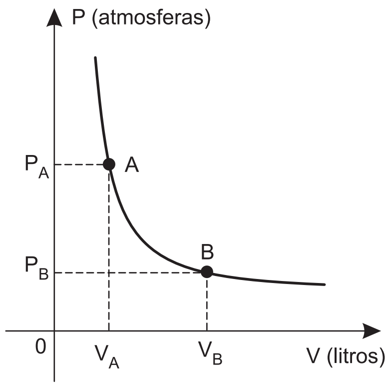
b)


c)


d)


RESOLUÇÃO:
Transformações:
1) Isobárica → pressão constante ⇒ segmento de reta paralela ao eixo V.
2) Isovolumétrica → volume constante ⇒ segmento de reta paralela ao eixo p.
3) Isotérmica → temperatura constante ⇒ hipérbole.
Resposta: B

3. **(MACKENZIE)** – Um mol de gás ideal, inicialmente num estado A, ocupa o volume de 5,6 litros. Após sofrer uma transformação isotérmica, é levado ao estado B.



Sabendo que em B o gás está nas CNTP (condições normais de temperatura e pressão), podemos afirmar que em A

a) a pressão é desconhecida e não pode ser determinada com os dados disponíveis.
b) a pressão é 1,0 atm.
c) a pressão é 2,0 atm.
d) a pressão é 4,0 atm.
e) a pressão é 5,6 atm.

RESOLUÇÃO:
Estando o gás em B nas CNTP, temos:

$T_B = 273K$; $V_B = 22{,}4\ell$; $p_B = 1atm$

Sendo isotérmica a transformação AB, temos:

$T_A = T_B$

Usando a equação geral dos gases perfeitos:

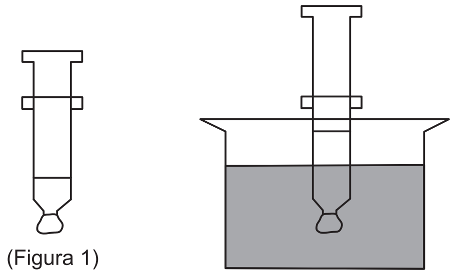
$$\frac{p_A \cdot V_A}{T_A} = \frac{p_B \cdot V_B}{T_B} \Rightarrow p_A \cdot V_A = p_B \cdot V_B$$

$$p_A = \frac{p_B \cdot V_B}{V_A} = \frac{1 \cdot 22{,}4}{5{,}6} \text{ (atm)}$$

$$\boxed{p_A = 4{,}0 \text{ atm}}$$

Resposta: D

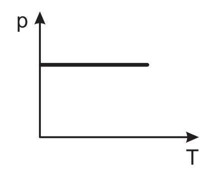
4. **(UEMG)** – Uma certa quantidade de ar é confinada no interior de uma seringa (Figura 1). Ao ser colocada num recipiente com água quente, verifica-se que o êmbolo sobe (Figura 2).



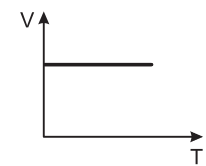
(Figura 1) (Figura 2)

Considere o ar como um gás ideal e que o êmbolo possa se mover livremente. Considere ainda p a pressão do gás, V o volume que ele ocupa e T a sua temperatura.
Assinale a alternativa que melhor representa a transformação sofrida pelo ar.

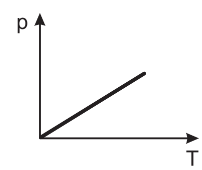
a)



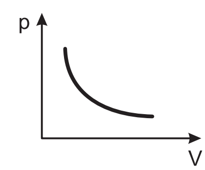
b)



c)



d)



RESOLUÇÃO:
Se o êmbolo não sofre resistências, podendo se mover livremente, a transformação será isobárica.
Observe que o êmbolo será empurrado lentamente para cima, à medida que a temperatura do gás é elevada.
Resposta: A

MÓDULO 8

ESTUDO DOS GASES PERFEITOS

1. **(VUNESP-FAMECA-SP)** – Pretende-se soltar um balão meteorológico, hermeticamente vedado, para coletar dados atmosféricos em altitudes bastante elevadas. Em um local onde a pressão é 760 mmHg = 1atm, o volume do gás no seu interior é 1 200ℓ a 27ºC. Nessas condições e sabendo que R = 0,080 atm . L/ mol . K, determine:

a) o número de mols de gás no interior do balão;

b) o novo volume do balão, quando ele chegar a uma altitude em que a pressão externa cai para 400 mmHg, e a temperatura para –73 ºC.

RESOLUÇÃO:

a) **Usando-se a equação de Clapeyron, temos:**

$$pV = n\,R\,T$$

$$1 \cdot 1200 = n \cdot 0{,}080 \cdot (27 + 273)$$

$$\boxed{n = 50 \text{ mols}}$$

b) **Usando-se a Lei Geral dos Gases, tem-se:**

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{1 \cdot 1200}{(27 + 273)} = \frac{\frac{400}{760} \cdot V_2}{(-73 + 273)}$$

$$\frac{1200}{300} = \frac{400\,V_2}{760 \cdot 200}$$

$$4 \cdot 760 = 2\,V_2$$

$$\boxed{V_2 = 1520\ell}$$

Respostas: a) 50 mols b) 1520ℓ

2. A pressão total sobre uma bolha de ar, no fundo de um lago, é de 3 atm. Essa bolha sobe para a superfície do lago, cuja temperatura é de 27°C, e tem seu volume quadruplicado. Considerando a pressão atmosférica no local de 0,8 atm, a temperatura no fundo do lago será de, aproximadamente, em ºC,

a) 2 b) 4 c) 8 d) 12 e) 20

RESOLUÇÃO:

- **No fundo do lago:**
  $p_0 = 3$ atm; V_0 e T_0
- **Na superfície da água:**
  $p_1 = 0{,}8$ atm; $V_1 = 4V_0$; $T_1 = 27°C = 300K$

Aplicando-se a lei geral dos gases perfeitos ao ar contido dentro da bolha, tem-se:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_0 V_0}{T_0}$$

$$\frac{0{,}8 \cdot 4V_0}{300} = \frac{3 \cdot V_0}{T_0} \Rightarrow T_0 = 281{,}25K$$

$$T_0 = 281{,}25 - 273\ (°C) \Rightarrow \boxed{T_0 \cong 8°C}$$

Resposta: C

3. **(UNESP)** – O início do ato de respirar está relacionado com inspirar o ar, o que consiste em fazer uma dada quantidade de ar entrar nos pulmões.

a) Considerando-se a densidade do ar como sendo 1,3kg/m³, qual deve ser a massa de ar dentro de um pulmão, quando seu volume for 5,0ℓ?

b) Caso o volume de ar no pulmão varie de 5,0ℓ para 2,5ℓ, mantidas as mesmas temperatura e pressão e considerando-se o ar homogêneo, qual a relação entre o número de partículas de ar dentro do pulmão com o maior e com o menor volume?

RESOLUÇÃO:

a) $d_{ar} = 1{,}3kg/m^3 = 1{,}3 \cdot 10^{-3}kg/\ell$

$$d = \frac{m}{V}$$

$$1{,}3 \cdot 10^{-3} = \frac{m}{5{,}0}$$

$$\boxed{m = 6{,}5 \cdot 10^{-3}kg}$$

b) **Para o volume menor de ar:** $p\,V_1 = n_1RT$ **(I)**
Para o volume maior de ar: $p\,V_2 = n_2RT$ **(II)**
Dividindo-se (I) por (II), temos:

$$\frac{p\,V_1}{p\,V_2} = \frac{n_1RT}{n_2RT}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

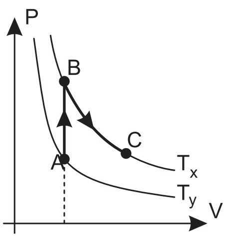
$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{5{,}0}{2{,}5}$$

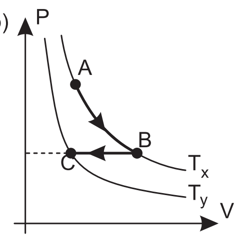
$$\boxed{\frac{n_2}{n_1} = 2{,}0}$$

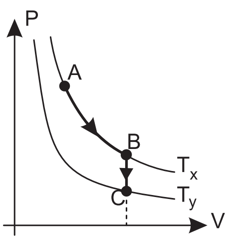
Respostas: a) $m = 6{,}5 \cdot 10^{-3}kg$ **ou 6,5g**

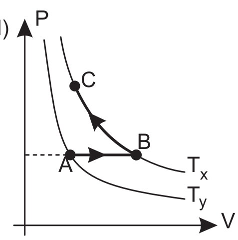
b) $\frac{n_2}{n_1} = 2{,}0$

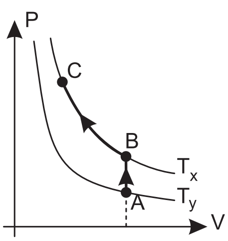
4. **(MACKENZIE)** – Uma massa gasosa, inicialmente num estado A, sofre duas transformações sucessivas e passa para um estado C. A partir do estado A esse gás sofre uma transformação isobárica e passa para o estado B. A partir do estado B, ele sofre uma transformação isotérmica e passa ao estado C. O diagrama que melhor expressa essas transformações é:

a)


b)


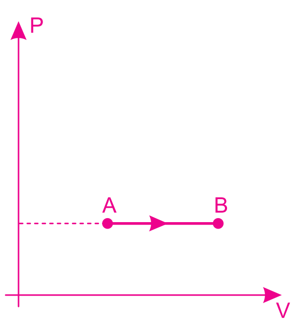
c)


d)


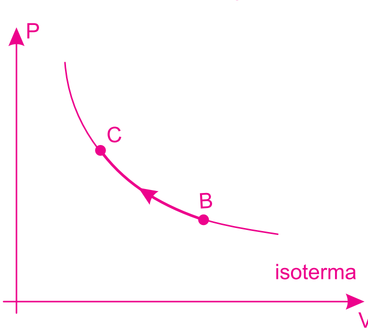
e)


RESOLUÇÃO:

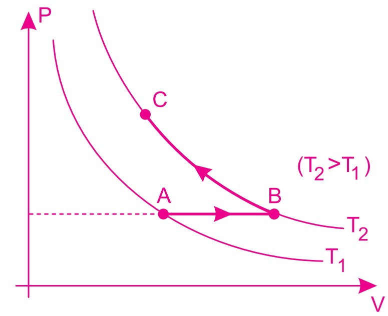
1) De A para B, a transformação é isobárica (pressão constante).



2) De B para C, a transformação é isotérmica (temperatura constante).



Assim, juntando as duas transformações, obtemos o diagrama a seguir.

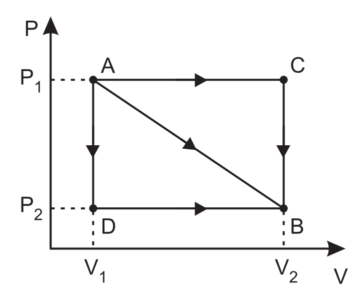


Resposta: D

MÓDULO 9

TERMODINÂMICA I

1. **(UNIFESP)** – O diagrama PV da figura mostra a transição de um sistema termodinâmico de um estado inicial A para o estado final B, segundo três caminhos possíveis.



O caminho pelo qual o gás realiza o menor trabalho e a expressão correspondente são, respectivamente,

a) $A \rightarrow C \rightarrow B$ e $P_1 (V_2 - V_1)$.
b) $A \rightarrow D \rightarrow B$ e $P_2 (V_2 - V_1)$.
c) $A \rightarrow B$ e $(P_1 + P_2) (V_2 - V_1)/2$.
d) $A \rightarrow B$ e $(P_1 - P_2) (V_2 - V_1)/2$.
e) $A \rightarrow D \rightarrow B$ e $(P_1 + P_2) (V_2 - V_1)/2$.

RESOLUÇÃO:

O menor trabalho realizado pelo gás corresponde ao caminho onde a área sob o gráfico P x V é menor.

Assim, $A \rightarrow D \rightarrow B$ é o caminho de menor trabalho.

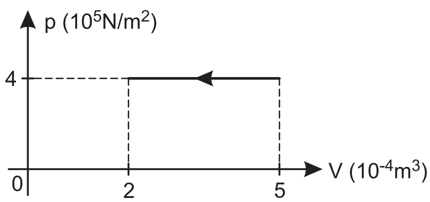
$\tau_{ADB} = \tau_{AD} + \tau_{DB}$

$\tau_{ADB} = 0 + P_2 (V_2 - V_1)$

$\boxed{\tau_{ADB} = P_2 (V_2 - V_1)}$

Resposta: B

2. **(UFTM-MG)** – No interior de um recipiente cilíndrico rígido, certa quantidade de um gás ideal sofre, por meio de um pistão, uma compressão isobárica, representada no diagrama.



Sabendo-se que o êmbolo se desloca 20 cm, o módulo do trabalho realizado no processo e a intensidade da força F que o gás exerce sobre o pistão valem, respectivamente,

a) 30J e 600N. b) 40J e 120N. c) 60J e 600N.
d) 60J e 120N. e) 120J e 600N.

RESOLUÇÃO:

1) $|\tau| = [\text{área}]$

$|\tau| = 4 \,.\, 10^5 \,.\, (5 - 2) \,.\, 10^{-4}$ (J) $\boxed{\tau = 120 \text{ J}}$

2) $p = \dfrac{F}{A} \Rightarrow F = p \,.\, A$

Da variação de volume, obtemos:

$\Delta V = Ah$

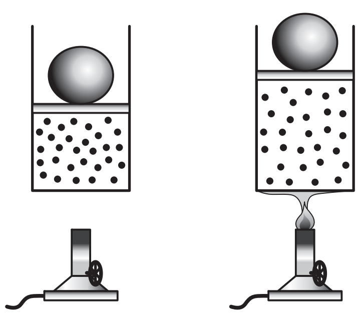
$(5 - 2)\ 10^{-4} = A \,.\, 0{,}20$

$A = 15 \,.\, 10^{-4}\ m^2$

Assim: $F = 4 \,.\, 10^5 \,.\, 15 \,.\, 10^{-4}$ (N) $\boxed{F = 600 \text{ N}}$

Resposta: E

3. **(OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA)** – As figuras representam um dispositivo cilíndrico que contém uma certa massa invariável de um gás aprisionado por um êmbolo que desliza livremente, sem folga, e que sustenta uma bola. As figuras também mostram duas etapas de um experimento realizado com esse dispositivo: com a chama de um bico de Bunsen apagada e o gás à temperatura ambiente e com a chama acesa.



São feitas três afirmações acerca do experimento:

I. A energia interna do gás aumenta desde o instante em que a chama é acesa.

II. O gás realiza um trabalho sobre o exterior (êmbolo, bola e ar livre)

III. O gás sofre uma expansão isobárica.

Das afirmações dadas, pode-se concluir que

a) todas estão corretas. b) apenas I é correta.
c) apenas II é correta. d) apenas II e III estão corretas.
e) apenas III é correta.

RESOLUÇÃO:

I) ***Correta.***
Ao acendermos a chama, o gás passa a receber energia térmica, sendo aquecido.

II) ***Correta.***
O gás sofre uma expansão (aumento de volume), realizando trabalho.

III) ***Correta.***
O gás expande-se devido ao aquecimento da chama. O êmbolo sobe (aumentando o volume), mantendo a pressão constante (expansão isobárica).

Resposta: A

4. **(UNESP)** – Um mol de gás monoatômico, classificado como ideal, inicialmente à temperatura de 60°C, sofre uma expansão adiabática, com realização de trabalho de 249J. Se o valor da constante dos gases R é 8,3J/(mol K) e a energia interna de um mol desse gás é (3/2)RT, calcule o valor da temperatura ao final da expansão.

RESOLUÇÃO:

Na transformação adiabática, não há troca de calor com o meio externo. Assim, o trabalho realizado expressa a diminuição de energia interna do gás.

$|\Delta U| = \dfrac{3}{2}\ n\, R\, |\Delta T|$

$249 = \dfrac{3}{2} \,.\, 1 \,.\, 8{,}3 \,.\, |\Delta T|$

$|\Delta T| = 20K$

Essa variação é igual à variação de 20°C.
Como a transformação é uma expansão adiabática, a temperatura do gás diminui.
Portanto:
$T_f = 60°C - 20°C$

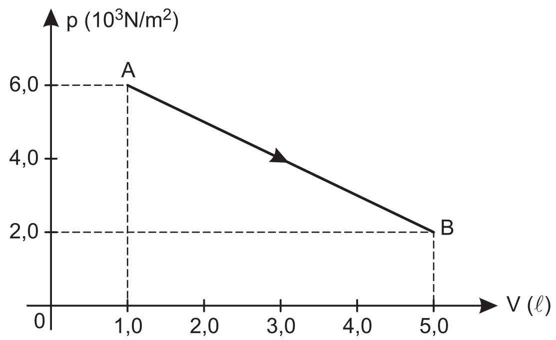
$\boxed{T_f = 40°C}$

Resposta: 40°C

MÓDULO 10

TERMODINÂMICA II

1. **(UNIP-SP)** – Uma dada massa de um gás perfeito sofre a transformação AB, indicada no diagrama abaixo.



Sabendo-se que durante a transformação o gás recebeu 22,0J de calor, podemos afirmar que a variação da energia interna foi de

a) –38,0J b) –10,0J c) –6,0J d) 6,0J e) 8,0J

RESOLUÇÃO:

1) $\tau = ?$

$\tau \overset{N}{=} [\text{área}]$

Atenção que: 1 ℓ = 1 dm³ = 10^{-3} m³

Assim:

$$\tau = \frac{(6{,}0 \cdot 10^3 + 2{,}0 \cdot 10^3) \cdot 4{,}0 \cdot 10^{-3}}{2} \text{ (J)}$$

$\tau = 16$ J

2) Aplicando-se a 1ª lei da termodinâmica, temos:

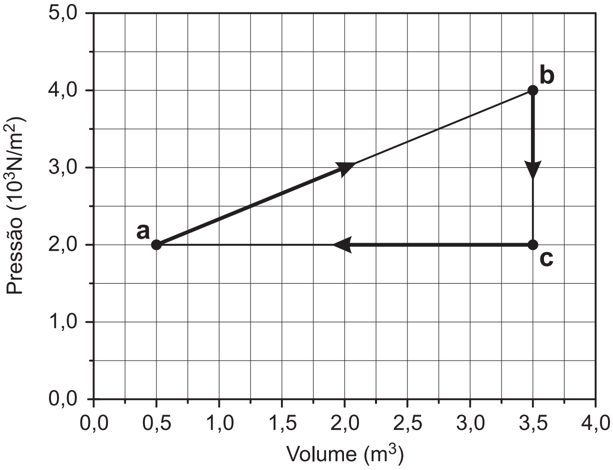
$Q = \tau + \Delta U$

$22 = 16 + \Delta U$

$\boxed{\Delta U = 6{,}0 \text{ J}}$

Resposta: D

2. **(UNICAMP-SP)** – Um gás ideal monoatômico percorre o ciclo termodinâmico *abca* ilustrado na figura abaixo.



Sabendo-se que a temperatura do gás no ponto a é $T_a = 200$ K e que a constante universal dos gases, R, é igual a 8,3 J/mol K, calcule

a) a quantidade de matéria (em mol) do gás;

b) a temperatura do gás no ponto **b**;

c) a quantidade de calor fornecida ao gás durante o ciclo.

RESOLUÇÃO:

a) Em a, aplicando-se a Equação de Clapeyron, temos:

$pV = nRT$

$2{,}0 \cdot 10^3 \cdot 0{,}5 = n \cdot 8{,}3 \cdot 200$

$\boxed{n = 0{,}6 \text{ mol}}$

b) Aplicando-se a lei geral dos gases, nos pontos a e b, temos:

$$\frac{p_a V_a}{T_a} = \frac{p_b V_b}{T_b}$$

$$\frac{2{,}0 \cdot 10^3 \cdot 0{,}5}{200} = \frac{4{,}0 \cdot 10^3 \cdot 3{,}5}{T_b}$$

$\boxed{T_b = 2800 \text{ K}}$

c) Utilizando-se a 1.ª lei da termodinâmica, vem:

$Q = \tau + \Delta U$

No ciclo, temos:

$\tau_{ciclo} \overset{N}{=} [\text{área do triângulo}]$

$$\tau_{ciclo} = \frac{b \cdot h}{2} = \frac{3{,}0 \cdot 2{,}0 \cdot 10^3}{2} \text{ (J)}$$

$\tau_{ciclo} = 3{,}0 \cdot 10^3$ J

$\Delta U_{ciclo} = 0$

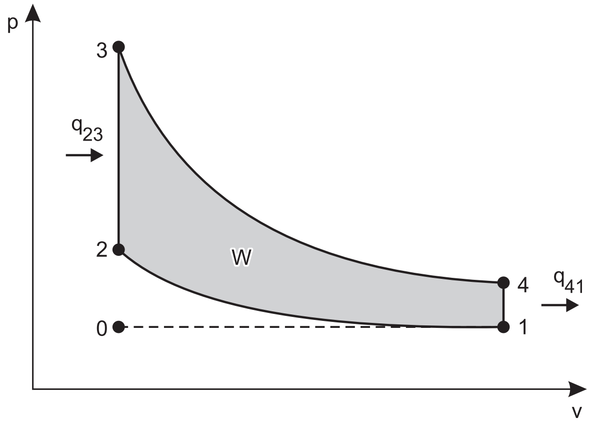
Assim:

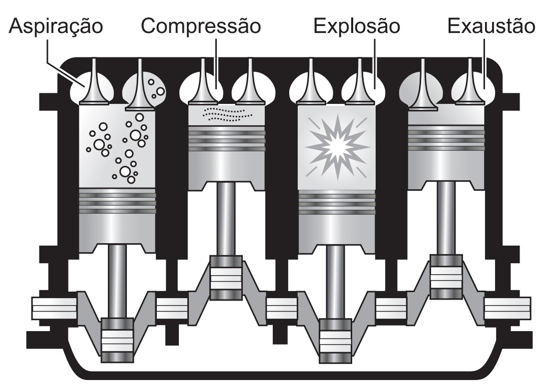
$Q = 3{,}0 \cdot 10^3 + 0$

$\boxed{Q = 3{,}0 \cdot 10^3 \text{ J}}$

Respostas: a) 0,6 mol
b) 2800 K
c) $3{,}0 \cdot 10^3$ J

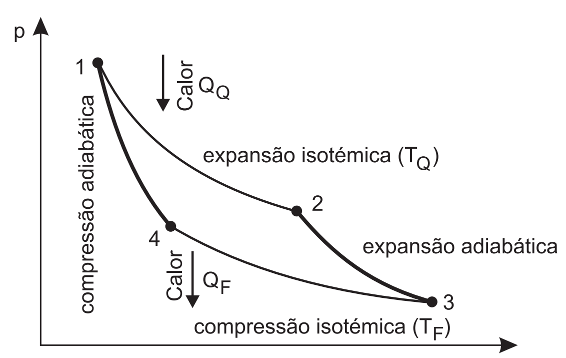
3. Os motores a gasolina funcionam de acordo com o ciclo Otto apresentado abaixo.





Entretanto, os engenheiros sabem que a inatingível máquina térmica ideal deve funcionar de acordo com o ciclo de Carnot que fornece o rendimento teórico máximo para qualquer combustível e, por isso, é a referência para o desenvolvimento dos motores a combustão.

Ciclo de Carnot



Físico francês, Nicolas Léonard Sadi Carnot nasceu em Paris em 1º de junho de 1796. Em 1824 publicou sua famosa tese na qual estabeleceu as características ideais de uma máquina térmica. Sua máquina é composta de uma fonte quente, mantida à temperatura absoluta constante T_1, destinada a fornecer calor que o motor necessita para seu trabalho e de uma fonte mais fria, mantida à temperatura absoluta constante T_2 ($T_2 < T_1$), cuja função é retirar da máquina o calor remanescente de cada ciclo que não foi transformado em trabalho.
O rendimento η de uma máquina térmica de Carnot é dado pela equação:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Assim, supondo que a fonte quente esteja a 127ºC, a temperatura da fonte mais fria para que o rendimento de uma dessas máquinas térmicas seja de 25%, vale:

a) 27°C b) 31,75°C c) 95,25°C
d) 125°C e) 300°C

RESOLUÇÃO:

$$T_{maior} = 127 + 273 = 400K$$

$$\eta = 1 - \frac{T_{menor}}{T_{maior}}$$

$$0,25 = 1 - \frac{T_{menor}}{400}$$

$$T_{menor} = 300K$$

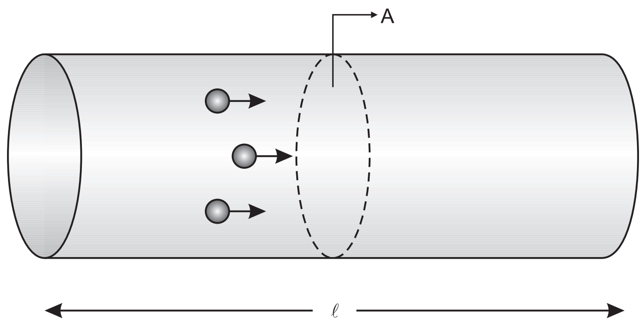
$$T_{menor} = 300 - 273 = 27ºC$$

Resposta: A

MÓDULO 1

CORRENTE ELÉTRICA

1. O condutor representado na figura é atravessado em sua área de seção A por uma quantidade de carga Q.
O comprimento do condutor é ℓ e o intervalo de tempo para a travessia dessa seção é Δt.



A expressão que fornece a intensidade média de corrente elétrica (i) nesse condutor é dada por:

a) $i = Q \cdot A$ b) $i = \dfrac{Q}{\ell}$ c) $i = \dfrac{Q}{\Delta t}$

d) $i = Q \cdot A \cdot \Delta t$ e) $i = Q \cdot \Delta t$

RESOLUÇÃO:
A expressão que fornece a intensidade média de corrente elétrica é:

$$\boxed{i = \frac{Q}{\Delta t}}$$

Resposta: C

2. **(CESUPA-PA)** – A unidade física de carga elétrica coulomb (C), da maneira como foi definida, representa uma grande quantidade de carga. Para verificar isso, leia os seguintes dados nos quais valores médios são fornecidos: uma descarga elétrica na atmosfera (raio) conduz uma corrente em torno de 50 000A. Esta corrente é unidirecional e tem uma duração total em torno de $2{,}0 \cdot 10^{-4}$s.

Qual das alternativas corresponde à carga total deslocada durante a descarga?

a) 10C b) 5C c) 25C d) 1C

RESOLUÇÃO:
A intensidade média de corrente elétrica na descarga é dada por:

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$50\,000 = \frac{Q}{2{,}0 \cdot 10^{-4}}$$

$$Q = 5{,}0 \cdot 10^{4} \cdot 2{,}0 \cdot 10^{-4} (C)$$

$$\boxed{Q = 10C}$$

Resposta: A

3. **(UEL-PR)** – Pela seção reta de um condutor de eletricidade, passam 12C a cada minuto. Nesse condutor, a intensidade da corrente elétrica, em ampères, é igual a:

a) 0,08 b) 0,20 c) 5,0 d) 7,2 e) 12

RESOLUÇÃO:

De $i = \dfrac{Q}{\Delta t}$ **, resulta:** $i = \dfrac{12C}{60s} \Rightarrow \boxed{i = 0{,}20A}$

Resposta: B

4. **(UFSM-RS)** – Uma lâmpada permanece acesa durante 5 minutos por efeito de uma corrente de 2A, fornecida por uma bateria. Nesse intervalo de tempo, a carga total (em C) que atravessou o seu filamento é:

a) 0,40 b) 2,5 c) 10 d) 150 e) 600

RESOLUÇÃO:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow Q = i \cdot \Delta t \Rightarrow Q = 2 \cdot 5 \cdot 60 \ (C) \Rightarrow \boxed{Q = 600C}$$

Resposta: E

5. **(UFPA)** – O acelerador de partículas LHC, o Grande Colisor de Hadrons (Large Hadron Collider), recebeu da imprensa vários adjetivos superlativos: “a maior máquina do mundo”, “o maior experimento já feito”, “o *big-bang* recriado em laboratório”, para citar alguns. Quando o LHC estiver funcionando a plena capacidade, um feixe de prótons, percorrendo o perímetro do anel circular do acelerador, irá conter 10^{14} prótons, efetuando 10^4 voltas por segundo, no anel. Considerando que os prótons preenchem o anel uniformemente, identifique a alternativa que indica corretamente a corrente elétrica que circula pelo anel.

Dado: carga elétrica do próton $1{,}6 \cdot 10^{-19}$C

a) 0,16A b) $1{,}6 \cdot 10^{-15}$A c) $1{,}6 \cdot 10^{-29}$A
d) $1{,}6 \cdot 10^{-9}$A e) $1{,}6 \cdot 10^{-23}$A

RESOLUÇÃO:
Cálculo do intervalo de tempo para 1 volta:
10^4 voltas ——— 1s
1 volta ——— Δt

$$\Delta t = \frac{1}{10^4}\,s$$

$$\boxed{\Delta t = 10^{-4}s}$$

Quantidade de carga elétrica que preenche o anel em 1 volta:
$Q = n \cdot e$
$Q = 10^{14} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19}(C)$

$$\boxed{Q = 1{,}6 \cdot 10^{-5}C}$$

Assim:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow i = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-5}}{10^{-4}}\,(A)$$

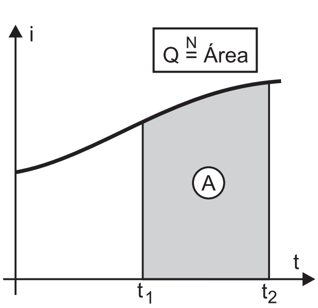
$$i = 1{,}6 \cdot 10^{-1}A \Rightarrow \boxed{i = 0{,}16A}$$

Resposta: A

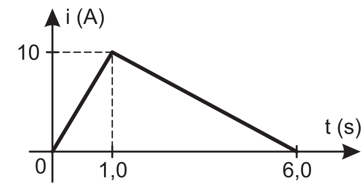
MÓDULO 2

PROPRIEDADE GRÁFICA E TENSÃO ELÉTRICA

1. No gráfico da intensidade instantânea da corrente elétrica em função do tempo, a área é numericamente igual à quantidade de carga elétrica que atravessa a seção transversal do condutor no intervalo de tempo Δt.



Em um condutor metálico, mediu-se a intensidade da corrente elétrica e verificou-se que ela variava com o tempo, de acordo com o gráfico a seguir:



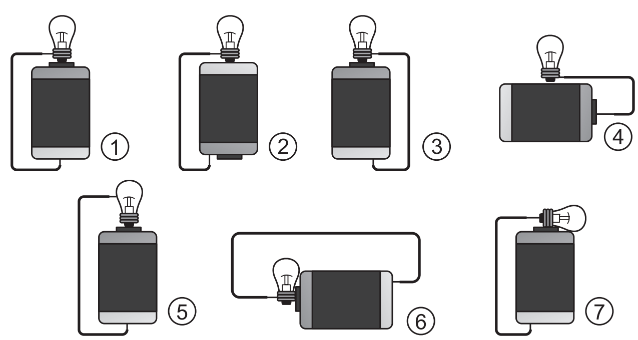
Determine, entre os instantes **0 e 6,0s**, a quantidade de carga elétrica que atravessa uma seção transversal do condutor.

RESOLUÇÃO:

$$Q \overset{N}{=} \text{Área} = \frac{\text{base . altura}}{2} = \frac{6{,}0 \cdot 10}{2} \Rightarrow \boxed{Q = 30C}$$

Resposta: Q = 30C

2. **(ENEM)** – Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:

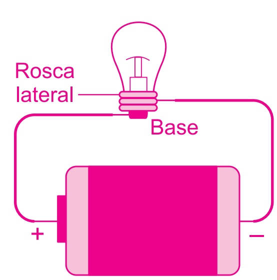


GONÇALVES FILHO, A. BAROLLI, E. **Instalação Elétrica: investigando e aprendendo**. São Paulo, Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

a) (1), (3), (6) b) (3), (4), (5) c) (1), (3), (5)
d) (1), (3), (7) e) (1), (2), (5)

RESOLUÇÃO:
Para que uma lâmpada possa acender, seus terminais elétricos (base e rosca lateral) devem estar corretamente conectados aos polos da pilha.



É fundamental que tenhamos cada um dos terminais elétricos conectados a um dos polos da pilha.

Se a rosca lateral está ligada ao polo negativo, a base deve estar ligada ao polo positivo e vice-versa.
Tais ligações corretas estão apresentadas nas figuras 1, 3 e 7.
Resposta: D

3. Relativamente a geradores elétricos, julgue as seguintes proposições como verdadeiras ou falsas.

I. Uma bateria de 6,0V é equivalente a quatro pilhas de 1,5V, conectadas em série.

II. Na etiqueta de uma bateria, está inscrito o valor 1600mAh (miliampère hora). Este número representa a carga elétrica da bateria.

III. Uma bateria de celular de 3600mAh está sendo recarregada com uma corrente elétrica de intensidade de 360mA. Para recarregá-la totalmente, bastam 2,0 horas.

Assinalando verdadeira (V) ou falsa (F), obtemos, respectivamente:

a) V-V-V b) V-F-V c) V-V-F
d) F-F-V e) F-F-F

RESOLUÇÃO:

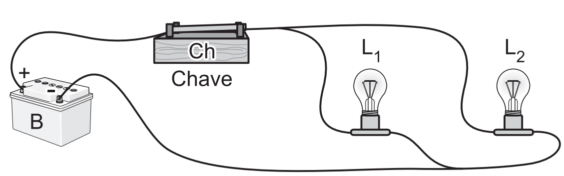
I. *Verdadeira*. Basta fazermos 4 . 1,5V = 6,0V.

II. *Verdadeira*. Miliampère hora (mAh) significa: (mA) . (h). Miliampère é a medida da intensidade de corrente elétrica
hora é a medida do tempo
Sabemos que $Q = i\,.\,\Delta t$
Portanto, miliampère multiplicado por hora é a carga elétrica.

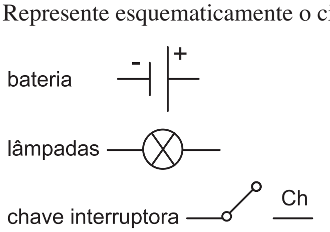
III. FALSA.
$3600mAh = 360mA\,.\,\Delta t \Leftrightarrow \Delta t = 10h$

Resposta: C

4. O circuito abaixo é constituído de uma bateria B de 12V ligada a duas lâmpadas L_1 e L_2 e uma chave interruptora Ch.



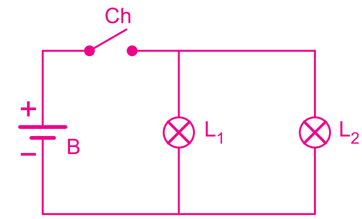
a) Represente esquematicamente o circuito utilizando os símbolos:



b) No circuito, com a chave Ch aberta, quais lâmpadas estão acesas?

RESOLUÇÃO:

a) Temos o circuito:

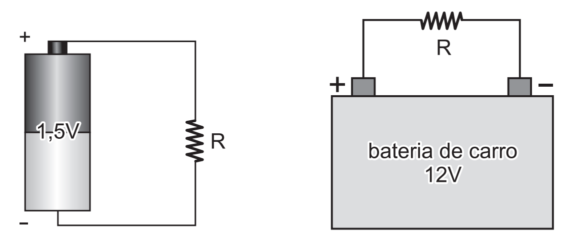


b) No circuito, com a chave Ch aberta, nenhuma lâmpada estará acesa.

MÓDULO 3

RESISTORES E LEIS DE OHM

1. Nas figuras abaixo, um resistor ôhmico está ligado a uma bateria. Cada uma delas apresenta uma tensão elétrica diferente.

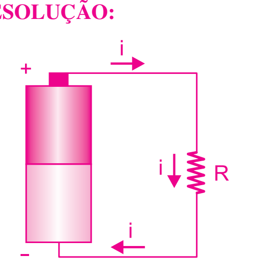


a) Calcule o valor da resistência elétrica sabendo que a intensidade da corrente que atravessa o resistor é de 0,50A no primeiro circuito. Indique o sentido convencional da corrente.

b) Sendo o mesmo resistor do item (a), calcule a intensidade de corrente que "circula" no segundo circuito elétrico e indique o seu sentido convencional.

RESOLUÇÃO:

a)

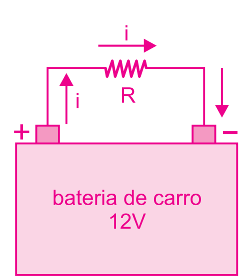


$U = R\,.\,i$

$1,5 = R\,.\,0,50$

$R = \dfrac{1,5V}{0,50A} \Rightarrow \boxed{R = 3,0\Omega}$

b)



$U = R\,.\,i$

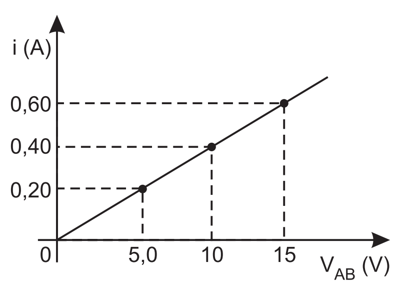
$12 = 3,0\,.\,i$

$\boxed{i = 4,0A}$

2. **(UFRN-MODELO ENEM)** – Um eletricista instalou uma cerca elétrica no muro de uma residência. Nas especificações técnicas do sistema, consta que os fios da cerca estão submetidos a uma diferença de potencial $1{,}0 \cdot 10^4$V em relação à Terra.
O eletricista calculou o valor da corrente que percorreria o corpo de uma pessoa adulta caso esta tocasse a cerca e recebesse uma descarga elétrica.
Sabendo-se que a resistência elétrica média de um adulto é de $2{,}0 \cdot 10^6\Omega$ e utilizando-se a lei de Ohm, o valor calculado pelo eletricista para tal corrente, em ampère, deve ser:
a) $2{,}0 \cdot 10^2$ b) $5{,}0 \cdot 10^{-3}$ c) $5{,}0 \cdot 10^3$ d) $2{,}0 \cdot 10^{-2}$

RESOLUÇÃO:
Conforme a 1.ª Lei de Ohm, temos:
U = R . i
$1{,}0 \cdot 10^4 = 2{,}0 \cdot 10^6 \cdot i \Rightarrow i = 0{,}50 \cdot 10^{-2}A \Rightarrow \boxed{i = 5{,}0 \cdot 10^{-3}A}$
Resposta: B

3. **(UFV)** – O gráfico abaixo mostra a dependência da corrente elétrica **i** com a voltagem V_{AB} entre os terminais de um resistor que tem a forma de um cilindro maciço. A área de seção reta e o comprimento desse resistor são, respectivamente, $3{,}6 \times 10^{-6}m^2$ e 9,0cm.



É correto afirmar que a resistividade do material que compõe esse resistor (em Ω.m) é:
a) $4{,}0 \times 10^{-5}$ b) $6{,}3 \times 10^5$
c) $2{,}5 \times 10^1$ d) $1{,}0 \times 10^{-3}$

RESOLUÇÃO:
Do gráfico (1.ª Lei de Ohm), obtemos:
U = R i
5,0 = R . 0,20
$\boxed{R = 25\Omega}$

2.ª Lei de Ohm:
$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$
$$25 = \rho \frac{9{,}0 \cdot 10^{-2}}{3{,}6 \cdot 10^{-6}}$$
$$\rho = \frac{25 \cdot 3{,}6 \cdot 10^{-6}}{9{,}0 \cdot 10^{-2}} (\Omega \cdot m)$$
$$\rho = \frac{90 \cdot 10^{-6}}{9{,}0 \cdot 10^{-2}} (\Omega \cdot m)$$
$$\boxed{\rho = 1{,}0 \cdot 10^{-3}\Omega \cdot m}$$

Resposta: D

4. Com um fio metálico, constituído de uma liga denominada Constantan, de 3,0m de comprimento, deseja-se construir um resistor ôhmico. A seção transversal do fio é circular e regular e sua área mede $7{,}2 \cdot 10^{-7}m^2$. A resistividade do Constantan, encontrada em tabelas de eletricidade, é $\rho = 4{,}8 \cdot 10^{-7} \cdot \Omega \cdot m$.
a) Determine o valor da resistência elétrica construída.
b) Se duplicarmos o comprimento desse fio, qual será o novo valor da resistência elétrica?

NOTE E ADOTE
A resistência elétrica de um fio metálico cilíndrico regular, constituído por uma substância de resistividade igual a ρ, é dada pela 2.ª Lei de Ohm:
$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$
Em que: ℓ = comprimento do fio; A = área da seção transversal.

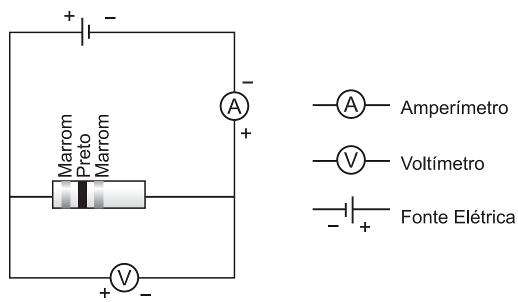
RESOLUÇÃO
a) $R = \rho \frac{\ell}{A} = 4{,}8 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{3{,}0}{7{,}2 \cdot 10^{-7}} = 2{,}0\Omega$

b) Observemos que, mantida a área da seção transversal, a resistência é proporcional ao comprimento do fio
$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$
Duplicando o comprimento do fio, dobra a sua resistência elétrica. Portanto, R = 4,0Ω.

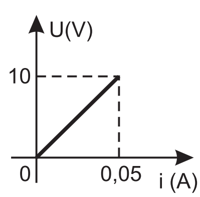
5. **(UNIUBE-MG)** – Nos resistores de carvão vêm impressas várias faixas coloridas que determinam o seu valor. Elas obedecem ao seguinte código: a primeira faixa colorida da esquerda representa o primeiro algarismo; a segunda faixa colorida da esquerda representa o segundo algarismo; a terceira faixa colorida da esquerda representa a potência de 10, pela qual deve ser multiplicado o número formado pelos dois algarismos anteriormente identificados. Existe ainda, para muitos resistores, uma quarta faixa que corresponde à tolerância do fabricante. Dado o código de cores para resistores de carvão em ohms:

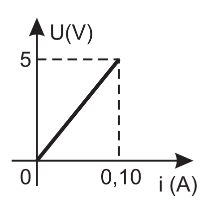
Cor	Preto	Marrom
Algarismo	0	1

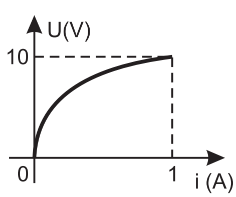
No laboratório foi montado o circuito:

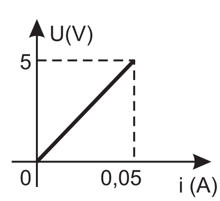


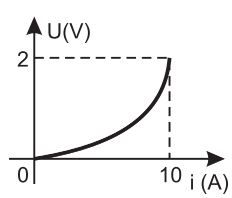
O gráfico que melhor ilustra o experimento com esse resistor ôhmico é:

a)


b)


c)


d)


e)


RESOLUÇÃO:
Do enunciado:

$R = 1\ 0\ .\ 10^{1}\ (\Omega)$ → MARROM

↓ ↓

M P
A R
R E
R T
O O
M

R = 100Ω

Nos gráficos:

$U = R\ i$

↓ ↓

$5 = R\ 0{,}05$

$\boxed{R = 100\Omega}$

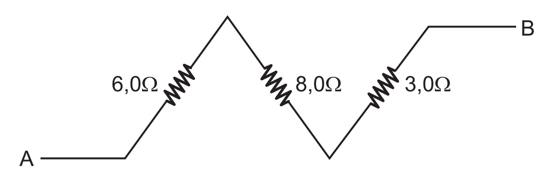
Resposta: D

MÓDULO 4

RESISTORES – ASSOCIAÇÃO

Para as associações a seguir, determine a resistência equivalente entre os extremos **A** e **B**:

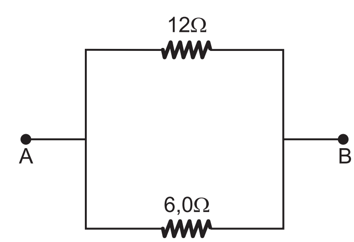
1.



RESOLUÇÃO:

$R_s = 6{,}0\Omega + 8{,}0\Omega + 3{,}0\Omega \Rightarrow \boxed{R_s = 17\Omega}$

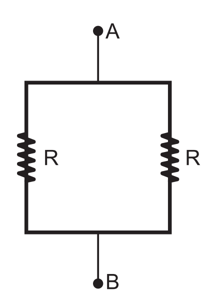
2.



RESOLUÇÃO:

$R_p = \dfrac{\text{produto}}{\text{soma}} \Rightarrow R_p = \dfrac{12\ .\ 6{,}0}{12 + 6{,}0}\ (\Omega) \Rightarrow \boxed{R_p = 4{,}0\Omega}$

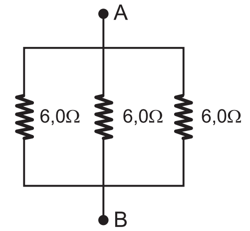
3.



RESOLUÇÃO:

$R_p = \dfrac{R}{n} \Rightarrow \boxed{R_p = \dfrac{R}{2}}$

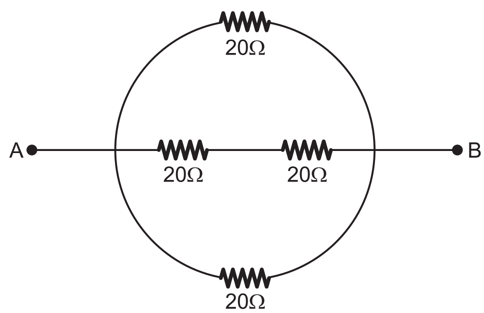
4.



RESOLUÇÃO:

$R_p = \dfrac{R}{n} \Rightarrow R_p = \dfrac{6{,}0\Omega}{3} \Rightarrow \boxed{R_p = 2{,}0\Omega}$

5. **(UFPE)** – Considere o circuito elétrico mostrado a seguir.



A resistência equivalente entre os pontos A e B é igual a:

a) 8Ω b) 10Ω c) 12Ω d) 20Ω e) 22Ω

RESOLUÇÃO:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{40} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{2+1+2}{40}$$

$$\boxed{R_{eq} = 8\Omega}$$

Resposta: A

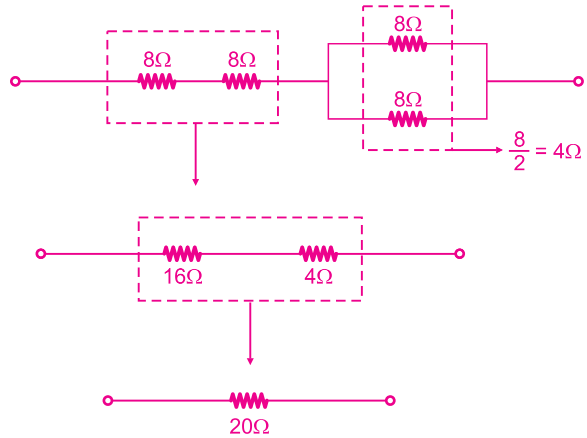
6. **(UFG)** – Um técnico de eletrônica precisa urgentemente instalar uma resistência de 20Ω em um circuito para finalizar um concerto, mas só dispõe na oficina de resistores de 8Ω. A combinação de resistores que garanta o funcionamento desse dispositivo será a seguinte:

a) 1 associado em série, com 4 em paralelo.
b) 2 em série, associados em paralelo com 1.
c) 2 em série, associados em série, com 2 em paralelo.
d) 2 em paralelo, associados em série, com 8 em paralelo.
e) 4 em série, associados em paralelo com 1.

RESOLUÇÃO:

Das possibilidades apresentadas nas alternativas, aquela que nos permite obter uma resistência equivalente de 20Ω é apresentada na alternativa *c*.

Assim:



$\therefore R_{eq} = 20\Omega$

Resposta: C

7. **(UNICAMP-VAGAS REMANESCENTES)** – As "luzes de Natal" são acessórios populares de decoração. Um circuito de luzes de Natal, também conhecido como pisca-pisca, possui um conjunto de lâmpadas que acendem e apagam de acordo com uma programação seqüencial da fonte de alimentação. Um circuito equivalente de um pisca-pisca pode ser descrito por dois conjuntos em paralelo de 52 lâmpadas ligadas em série. Se para cada lâmpada a tensão de alimentação é V = 2,5V e a corrente é de i = 0,13 A, a resistência equivalente do circuito é de

a) 1Ω b) 20Ω c) 500Ω d) 2000Ω

RESOLUÇÃO:

Para cada lâmpada, temos:

$U = R\,i$

$2.5 = R \cdot 0{,}13$

$R = \dfrac{25}{0{,}13}\ \Omega$

Cálculo de R_{eq}:

$$R_{eq} = \frac{nR}{2}$$

$$R_{eq} = \frac{52 \cdot \dfrac{2{,}5}{0{,}13}}{2}\ (\Omega)$$

$$R_{eq} = \frac{52 \cdot 2{,}5}{0{,}26}\ \Omega$$

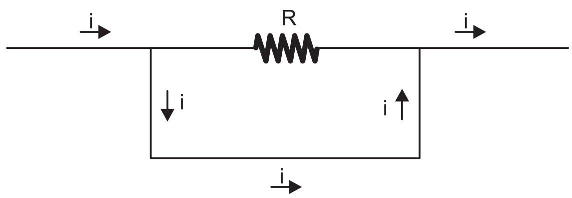
$$\boxed{R_{eq} = 500\Omega}$$

Resposta: C

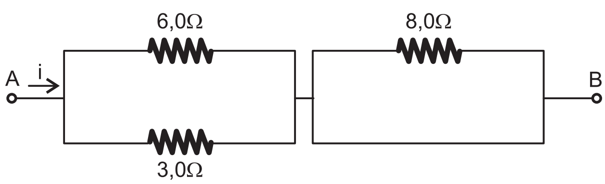
MÓDULO 5

RESISTORES – ASSOCIAÇÃO

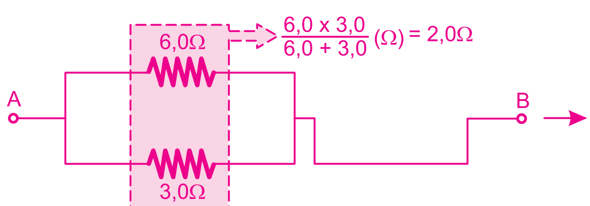
1. Quando um fio ideal é ligado aos dois terminais de um resistor, ele se constitui num curto-circuito. A corrente elétrica passa toda pelo curto-circuito, desviando-se do resistor:



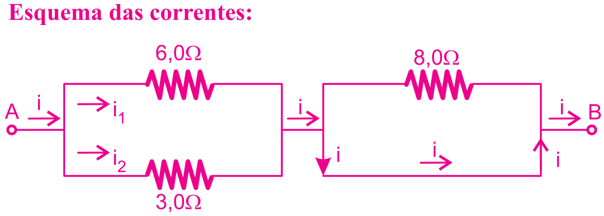
No circuito abaixo, há três resistores, e um deles está em curto-circuito. Determine a resistência equivalente e esquematize o caminho da corrente elétrica.



RESOLUÇÃO:
O resistor de 8,0Ω está em curto-circuito e, portanto, não é percorrido por corrente elétrica. Ele pode ser retirado do circuito.

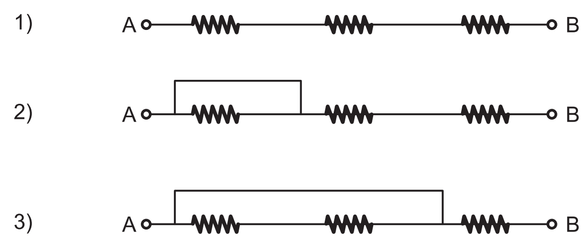


Esquema das correntes:



O valor da resistência equivalente vale 2,0Ω.

2. **(UNIFOA)** – Em cada uma das associações abaixo, temos três resistores iguais de resistência 11Ω. Uma fonte mantém entre A e B uma d.d.p. de 330V.



As intensidades de corrente nas associações valem, respectivamente,

a) 10A, 20A e 30A.
b) 30A, 20A e 10A.
c) 10A, 15A e 20A.
d) 30A, 15A e 10A.
e) 10A, 15A e 30A.

RESOLUÇÃO:
1.º caso: nenhum resistor em curto-circuito:

$U = R_{eq} \cdot i_1 \Rightarrow 330 = 33 \cdot i \Rightarrow \boxed{i_1 = 10A}$

2.º caso: o primeiro resistor está em curto-circuito:

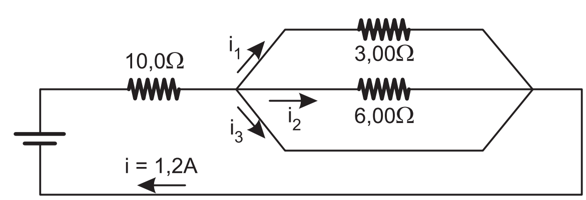
$U = R_{eq} \cdot i_2 \Rightarrow 330 = 22 \cdot i_2 \Rightarrow \boxed{i_2 = 15A}$

3.º caso: os dois primeiros resistores foram curto-circuitados:

$U = R_{eq} \cdot i_3 \Rightarrow 330 = 11 \cdot i_3 \Rightarrow \boxed{i_3 = 30A}$

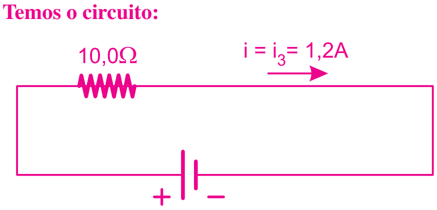
Resposta: E

3. **(EFOA-MG)** – Os valores das correntes i_1, i_2 e i_3 no circuito a seguir são, respectivamente:



a) 3,33A, 1,67A e zero.
b) zero, zero e 1,00A.
c) 33,3A, 16,7A e zero.
d) 0,33A, 0,17A e zero.
e) zero, zero e 1,20A.

RESOLUÇÃO:
Os resistores de 3,00Ω e 6,00Ω estão em curto-circuito e, portanto, não são atravessados por corrente elétrica. Portanto, $i_1 = i_2$ = zero.
Temos o circuito:



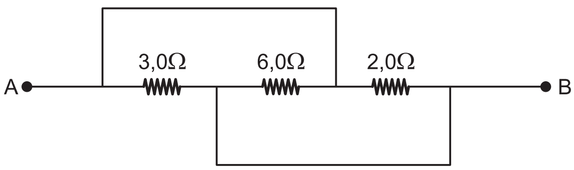
$U = R \cdot i_3$

$12{,}0 = 10{,}0\, i_3$

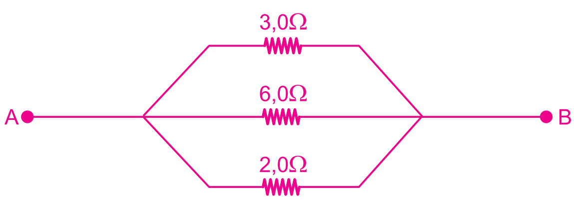
$\boxed{i_3 = 1{,}20A}$

Resposta: E

4. **(UNICAP-PE)** – A resistência equivalente da associação da figura abaixo é:



RESOLUÇÃO:

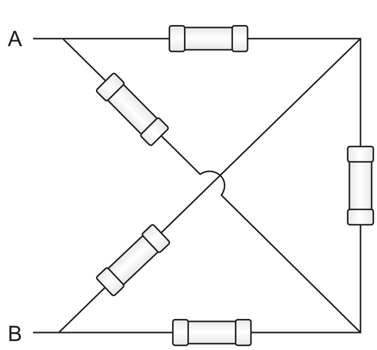


$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{3{,}0} + \frac{1}{6{,}0} + \frac{1}{2{,}0}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{2{,}0 + 1{,}0 + 3{,}0}{6{,}0} \Rightarrow \boxed{R_{eq} = 1{,}0\Omega}$$

5. **(FMTM-MG-MODELO ENEM)** – É comum, em circuitos elétricos, que um fio passe sobre o outro sem que haja contato elétrico, sendo a indicação dessa situação, no esquema elétrico do circuito, dada por um pequeno arco no ponto em que haverá sobreposição. Utilizando resistores de 100Ω, o professor desejava que seus alunos montassem o circuito indicado a seguir e posteriormente medissem, com seus ohmímetros, o valor da resistência equivalente entre os pontos A e B. Um aluno desatento, interpretando erradamente o salto de um fio sobre o outro, montou seu circuito unindo os dois fios em um ponto comum.

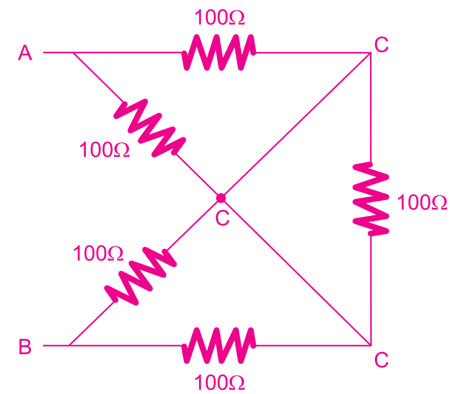
CIRCUITO PROPOSTO AOS ALUNOS

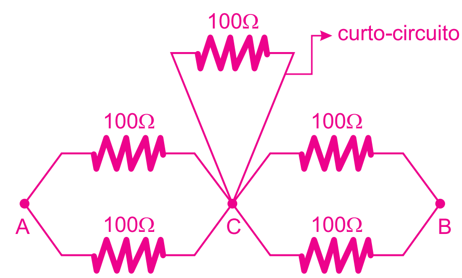


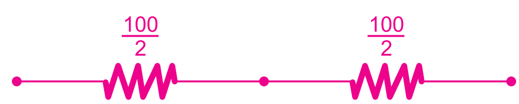
Como consequência, a resistência equivalente de seu circuito, em Ω, resultou em:

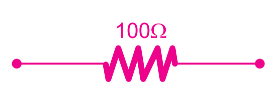
a) 25 b) 50 c) 100 d) 200 e) 500

RESOLUÇÃO:
Circuito do aluno desatento:





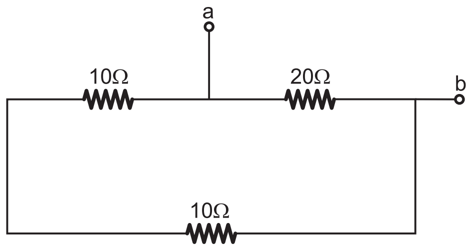




$\boxed{R_{eq} = 100\Omega}$

Resposta: C

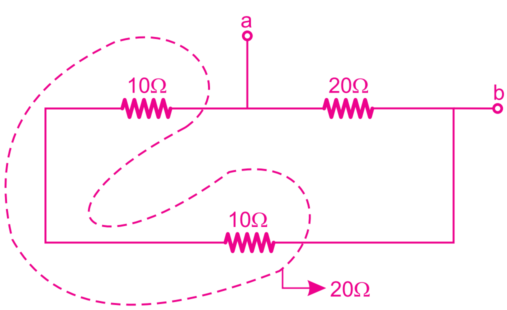
6. **(UFSJ-2012)** – Os valores das resistências dos resistores estão indicados na figura abaixo.

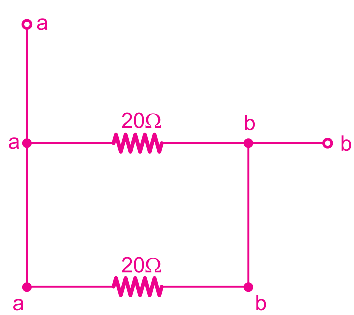


O valor da resistência equivalente da associação, medida entre os terminais **a** e **b**, é igual a

a) 40Ω b) 10Ω c) 7,5Ω d) 20Ω

RESOLUÇÃO:





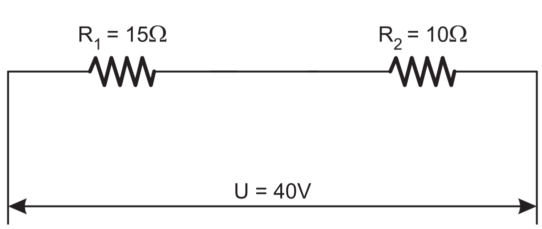
$$R_{eq} = \frac{R}{n} = \frac{20}{2} = 10\Omega$$

Resposta: B

MÓDULO 6

RESISTORES – ASSOCIAÇÃO

1. Para a associação esquematizada, pedem-se:

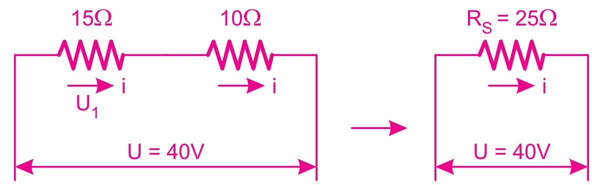


a) as características fundamentais desse tipo de associação;
b) a intensidade da corrente em R_1 e R_2;
c) a tensão elétrica U_1 no resistor R_1.

RESOLUÇÃO:

a) 1) Todos os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica.
2) A tensão elétrica total é a soma das tensões parciais.
$U = U_1 + U_2$
3) $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots$

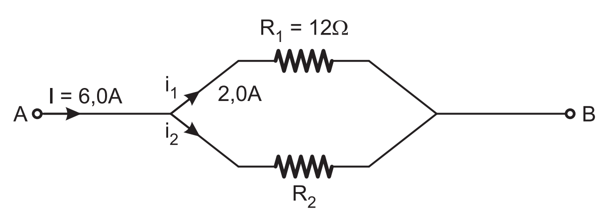
b)



$U = R_s \cdot i \Rightarrow 40 = 25 \cdot i \Rightarrow i = 1,6A$

c) $U_1 = R_1 \cdot i \Rightarrow U_1 = 15 \cdot 1,6 \Rightarrow \boxed{U_1 = 24V}$

2. Na associação esquematizada, pedem-se:



a) as características fundamentais desse tipo de associação;
b) os valores de i_2 e R_2.

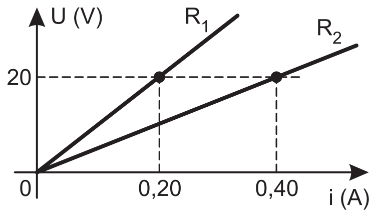
RESOLUÇÃO:

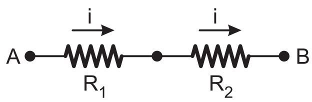
a) 1) A d.d.p. é a mesma para todos os resistores.
2) A intensidade de corrente elétrica total é igual à soma das intensidades parciais.
$I = i_1 + i_2$
3) $$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$

b) $I = i_1 + i_2$ $\quad 6,0 = 2,0 + i_2 \therefore \boxed{i_2 = 4,0A}$

$R_2 i_2 = R_1 i_1$ $\quad R_2 \cdot 4,0 = 12 \cdot 2,0 \therefore \boxed{R_2 = 6,0\Omega}$

3. A diferença de potencial **U** em função da intensidade da corrente **i**, para dois resistores ôhmicos, de resistências $\mathbf{R_1}$ e $\mathbf{R_2}$, está representada no gráfico abaixo.





Em uma experiência num laboratório de Física, os resistores são associados em série e a associação é submetida a uma tensão de 120V. A intensidade da corrente que percorre os resistores é igual a:
a) 0,20A b) 0,40A c) 0,60A d) 0,80A e) 1,0A

RESOLUÇÃO:

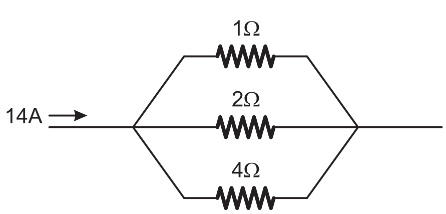
$$\begin{cases} U = R_1 \cdot i \\ 20 = R_1 \cdot 0{,}20 \;\therefore\; R_1 = 100\Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} U = R_2 \cdot i \\ 20 = R_2 \cdot 0{,}40 \;\therefore\; R_2 = 50\Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} U = (R_1 + R_2) \cdot i \\ 120 = (100 + 50) \cdot i \;\therefore\; \boxed{i = 0{,}80A} \end{cases}$$

Resposta: D

4. **(UNIVERSIDADE METODISTA)** – Uma corrente elétrica de intensidade 14A percorre um fio de resistência desprezível e, num dado instante, ramifica-se em três fios, alimentando resistores em paralelo com resistências de 1Ω, 2Ω e 4Ω, respectivamente.



Desprezando-se possíveis perdas, os valores das intensidades da corrente elétrica nos fios após a ramificação serão, respectivamente,
a) 2A, 4A e 8A. b) 8A, 2A e 4A. c) 16A, 8A e 4A.
d) 4A, 2A e 1A. e) 8A, 4A e 2A.

RESOLUÇÃO:
Cálculo da R_{eq}:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{4}{7}\,\Omega$$

$$U_{total} = R_{eq} \cdot i_{total} \Rightarrow U_{total} = \frac{4}{7} \cdot 14\,(V) \Rightarrow U_{total} = 8V$$

Assim:

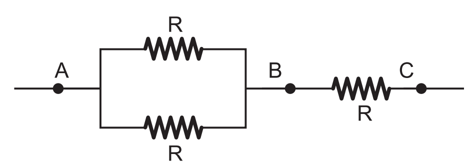
$$\left.\begin{matrix} U_1 = R_1\, i_1 \\ 8 = 1\, i_1 \end{matrix}\right\} \quad \boxed{i_1 = 8A}$$

$$\left.\begin{matrix} U_2 = R_2\, i_2 \\ 8 = 2\, i_2 \end{matrix}\right\} \quad \boxed{i_2 = 4A}$$

$$\left.\begin{matrix} U_3 = R_3\, i_3 \\ 8 = 4\, i_3 \end{matrix}\right\} \quad \boxed{i_3 = 2A}$$

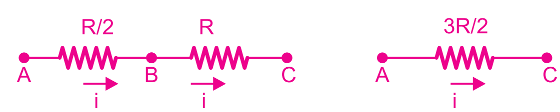
Resposta: E

5. **(UNESP)** – A figura representa uma associação de três resistores, todos de mesma resistência R.



Se aplicarmos uma tensão de 6 volts entre os pontos A e C, a tensão a que ficará submetido o resistor ligado entre B e C será igual a:
a) 1 volt b) 2 volts c) 3 volts
d) 4 volts e) 5 volts

RESOLUÇÃO:
O circuito pode ser esquematizado como se segue:



Cálculo da intensidade total da corrente elétrica (i):

$$U_{AC} = R_{AC} \cdot i$$

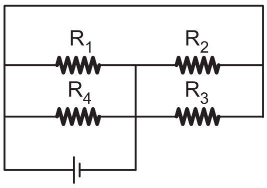
$$6 = \frac{3R}{2} \cdot i \Rightarrow i = \frac{12}{3R}$$

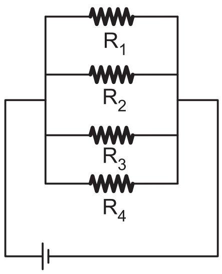
Cálculo da tensão elétrica entre os pontos B e C:

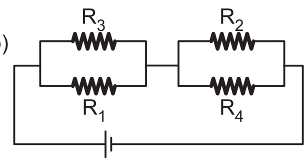
$$U_{BC} = R_{BC} \cdot i \Rightarrow U_{BC} = R \cdot \frac{12}{3R}\,(V) \Rightarrow \boxed{U_{BC} = 4V}$$

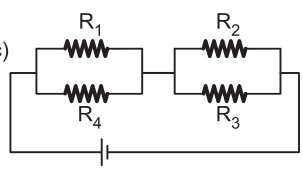
Resposta: D

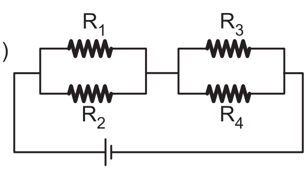
6. **(OLIMPÍADA NACIONAL DE CIÊNCIAS-ÍNDIA)** – Qual dos seguintes circuitos é eletricamente equivalente ao circuito dado?



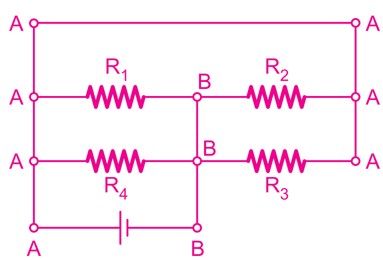
a)


b)


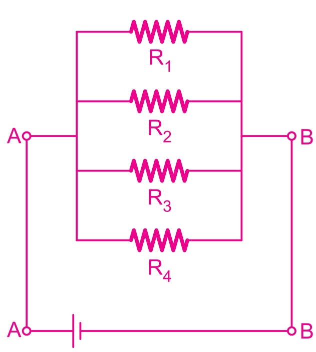
c)


d)


RESOLUÇÃO:
No cicuito dado, temos:



Vemos assim que todos os 4 resistores estão submetidos à mesma diferença de potencial, ou seja, estão todos ligados em paralelo entre os terminais A e B.



Resposta: A

MÓDULO 7

AMPERÍMETRO E VOLTÍMETRO

1. **(UFJF)** – O amperímetro e o voltímetro são instrumentos utilizados para medir correntes e diferenças de potencial elétricas, respectivamente. O amperímetro deve ser inserido num ponto do circuito elétrico, para ser atravessado pela corrente. O voltímetro deve ser usado em uma conexão em paralelo com o componente elétrico cuja diferença de potencial se deseja medir. Nenhum desses instrumentos deve interferir nos resultados da medida. Utilizando como base essas informações, responda aos itens abaixo:

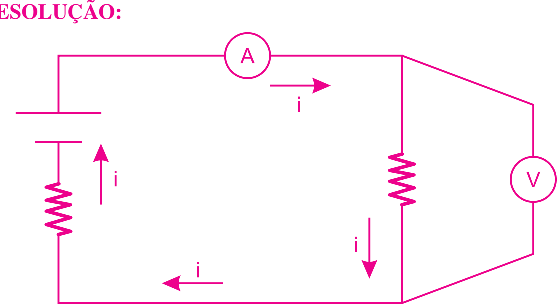
a) Faça um diagrama que represente um circuito elétrico fechado, no qual circule uma corrente, contendo simbolicamente uma bateria, um resistor, um amperímetro para medir a corrente do circuito e um voltímetro para medir a diferença de potencial no resistor, indicando no circuito o sentido convencional da corrente. (Em seu diagrama, use os símbolos definidos abaixo.)

b) Qual deve ser a resistência elétrica interna do amperímetro para que ele não afete, de maneira significativa, o valor da corrente a ser medida?

c) Qual deve ser a resistência elétrica interna do voltímetro para que ele não afete, de maneira significativa, o valor da diferença de potencial a ser medida?

RESOLUÇÃO:

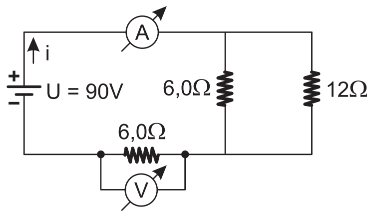
a)



b) A resistência elétrica do amperímetro deve ser pequena quando comparada com as demais resistências elétricas do circuito. A queda de potencial na resistência do amperímetro deve ser praticamente zero, no caso ideal ($R_A = 0$).

c) De maneira oposta ao amperímetro, a resistência elétrica do voltímetro deve ser elevada quando comparada à resistência à qual o voltímetro será associado em paralelo. Deseja-se, ao se inserir um voltímetro em um circuito elétrico, que a corrente elétrica não seja desviada de seu percurso original. Para que tal fato ocorra, a resistência elétrica do voltímetro deve ser elevada, no caso ideal ($R_V \to \infty$).

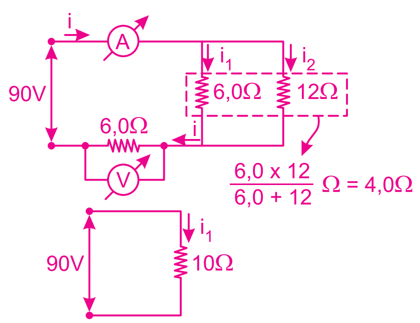
2. **(UDESC)** – No circuito representado pelo esquema abaixo, o amperímetro e o voltímetro são ideais.



As leituras do amperímetro e do voltímetro são, respectivamente:

a) 37,5A e 52,5V b) 15A e 90V c) 9,0A e 54V
d) 7,5A e 45V e) 3,75A e 22,5V

RESOLUÇÃO:



Leitura de A: i total

$U = R_{eq} \cdot i$

$90 = 10 \cdot i$

$\boxed{i = 9,0A}$

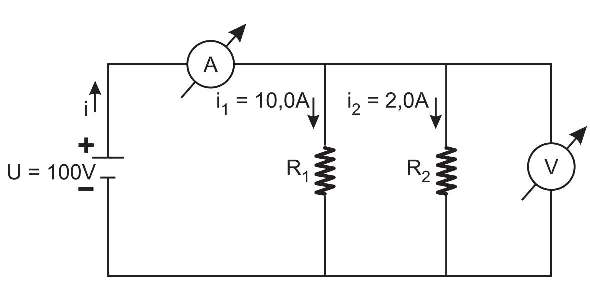
Leitura de V: d.d.p. no resistor de 6,0Ω em paralelo com V.

$U' = R \cdot i \Rightarrow U' = 6,0 \cdot 9,0$

$\boxed{U' = 54V}$

Resposta: C

3. **(UNICAMP)** – No circuito da figura, **A** é um amperímetro de resistência nula e **V** é um voltímetro de resistência infinita.



a) Qual a intensidade da corrente medida pelo amperímetro?
b) Qual a tensão elétrica medida pelo voltímetro?
c) Quais os valores das resistências R1 e R2?

RESOLUÇÃO:

a) Leitura de A:

$i = 10,0 + 2,0$ $\boxed{i = 12,0A}$

b) Leitura de V:

$\boxed{U = 100V}$

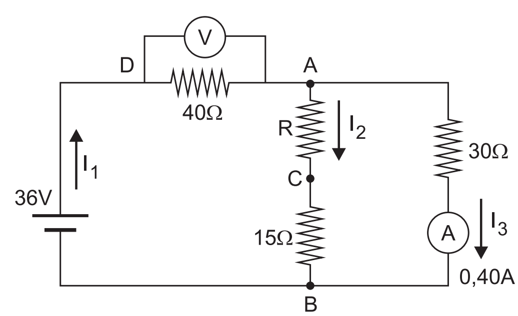
c) $U = R_1 \cdot i_1$

$100 = R_1 \cdot 10,0 \therefore$ $\boxed{R_1 = 10,0\Omega}$

$U = R_2 i_2$

$100 = R_2 \cdot 2,0 \therefore$ $\boxed{R_2 = 50,0\Omega}$

4. **(OLIMPÍADA ARGENTINA DE FÍSICA)** – En el circuito esquematizado en la figura, se suponen los instrumentos ideales, y se desprecia la resistencia interna de la batería. El amperímetro indica 0,40A.



a) Hallar la indicación del voltímetro.
b) Determinar la resistencia del resistor R.

RESOLUÇÃO:

No resistor de 30Ω, temos:

a) $U = R \cdot i$

$U = 30 \cdot 0,4$ (V)

$U = 12V = U_{AB}$

No circuito todo, temos:

$U_{DA} + U_{AB} = 36$

$U_{DA} + U = 36$

$U_{DA} + 12 = 36 \Rightarrow$ $\boxed{U_{DA} = 24V}$ **Leitura do voltímetro**

b) No resistor de 40Ω, temos

$U_{DA} = R_{DA} \cdot i_1$

$24 = 40\, i_1 \Rightarrow$ $\boxed{i_1 = 0,60A}$

Temos ainda:

$i_1 = i_2 + i_3$

$0,60 = i_2 + 0,40 \Rightarrow$ $\boxed{i_2 = 0,20A}$

Entre os pontos A e B, temos:

$U_{AB} = R_{AB} \cdot i_2$

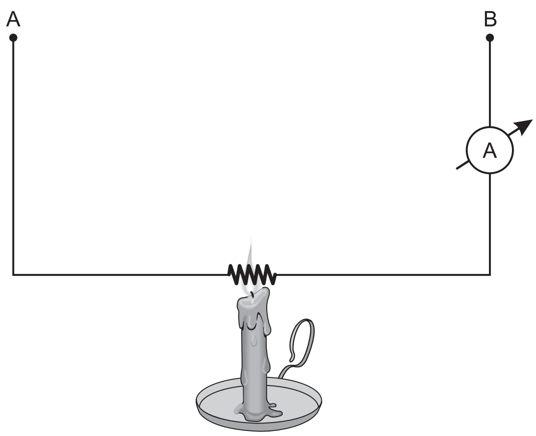
$12 = (R + 15)\ 0{,}20$

$\dfrac{12}{0{,}20} = R + 15$

$R + 15 = 60$

$\boxed{R = 45\Omega}$

5. **(FEI)** – Mantendo-se a d.d.p. constante entre **A** e **B**, ao se colocar uma fonte de calor para aquecer o resistor constituído de um metal, pode-se afirmar que



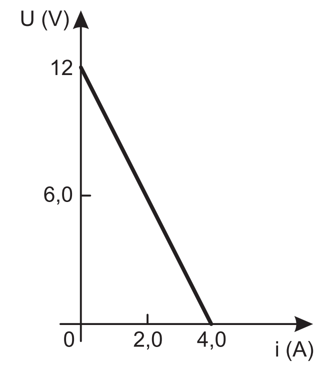
a) a corrente não sofrerá alteração.
b) a resistência não sofrerá alteração.
c) a corrente irá aumentar.
d) a resistência irá diminuir.
e) a corrente irá diminuir.

RESOLUÇÃO:
Ao aquecermos um metal (puro), sua resistividade aumenta. Sendo $R = \rho \dfrac{\ell}{A}$, temos, em consequência, um aumento da resistência R do resistor.
De U = Ri, sendo U constante, concluímos que i diminui.
Resposta: E

MÓDULO 8

GERADORES ELÉTRICOS E LEI DE POUILLET

1. **(UCMG)** – Uma bateria de automóvel apresenta a curva característica a seguir.



A f.e.m. e a resistência interna da bateria valem, respectivamente:
a) 12V; 8,0Ω
b) 3,0V; 4,0Ω
c) 3,0V; 3,0Ω
d) 12V; 3,0Ω
e) 24V; 6,0Ω

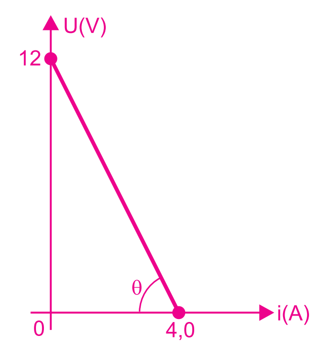
RESOLUÇÃO:
$U = E - ri$

$i = 0 \Rightarrow U = E$

Logo: $\boxed{E = 12V}$

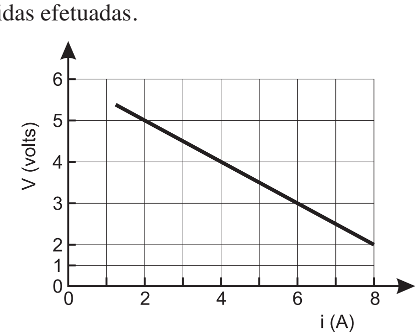
$r \overset{N}{=} tg\theta = \dfrac{12}{4{,}0}$

$\boxed{r = 3{,}0\Omega}$



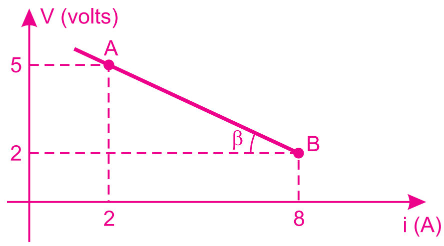
Resposta: D

2. **(UFV)** – Um resistor variável R é ligado a uma fonte de corrente contínua, de força eletromotriz ε e resistência interna r_{int}, constantes, configurando um circuito fechado de corrente total i. Para diferentes valores de R, são medidas a corrente total do circuito i e a diferença de potencial de saída V da fonte. O gráfico abaixo apresenta algumas dessas medidas efetuadas.



Determine a força eletromotriz ε e a resistência interna r_{int} da fonte.

RESOLUÇÃO:



$\text{tg}\,\beta \overset{N}{=} r_{int} = \dfrac{5-2}{8-2} = \dfrac{3}{6} = 0{,}5\Omega$

$\boxed{r_{int} = 0{,}5\Omega}$

Fazendo uso do ponto A do gráfico, temos:

$U = E - r\,i$

$5 = E - 0{,}5\,(2)$

$\boxed{E = 6V}$

3. **(UEL-PR)** – A diferença de potencial obtida nos terminais de um gerador em circuito aberto é 12 volts. Quando esses terminais são colocados em curto-circuito, a corrente elétrica fornecida pelo gerador é 5,0 ampères. Nessas condições, a resistência interna do gerador é, em ohms, igual a:

a) 2,4 b) 7,0 c) 9,6 d) 17 e) 60

RESOLUÇÃO:
A mencionada d.d.p. do gerador com o circuito aberto é a sua f.e.m. Portanto, E = 12V.

$i_{cc} = \dfrac{E}{r} \Rightarrow 5{,}0 = \dfrac{12}{r} \Rightarrow \boxed{r = 2{,}4\Omega}$

Resposta: A

4. **(URCA-CE)** – Um estudante de Física mediu os valores da diferença de potencial nos terminais de um gerador e os correspondentes valores da corrente elétrica que o atravessava, obtendo, assim, a tabela a seguir:

U (V)	48	44	30
i (A)	1,0	3,0	10

A força eletromotriz desse gerador, em volts, é igual a:

a) 50 b) 100 c) 150 d 200 e) 300

RESOLUÇÃO:

$U = E - ri$
$\downarrow \qquad \downarrow$
$48 = E - r\,(1{,}0) \quad (I)$

$U = E - ri$
$\downarrow \qquad \downarrow$
$44 = E - r\,(3{,}0) \quad (II)$

$(I - II)$

$4{,}0 = 0 + 2{,}0r$

$\boxed{r = 2{,}0\Omega}$

Assim:

$48 = E - 2{,}0\,(1{,}0)$

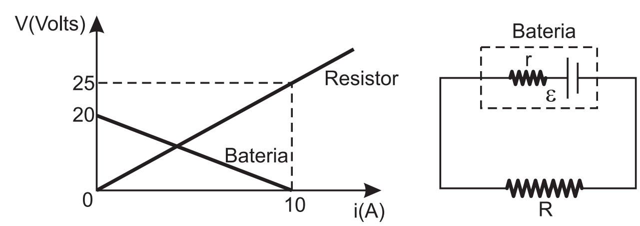
$\boxed{E = 50V}$

Resposta: A

MÓDULO 9

GERADORES ELÉTRICOS E LEI DE POUILLET

1. **(UFJF)** – A curva característica de um dispositivo elétrico é o gráfico que descreve o comportamento da diferença de potencial do dispositivo em função da corrente elétrica que o atravessa. A figura (I) mostra as curvas características de uma bateria ($V = \varepsilon - ri$) e de um resistor ôhmico **R** em função da corrente **i**. Esses dois dispositivos são utilizados no circuito da figura (II). Com base nesses gráficos, calcule:



(I) (II)

a) a força eletromotriz da bateria;
b) o valor da resistência interna **r** da bateria e o valor da resistência **R** do resistor;
c) a intensidade da corrente elétrica mantida no circuito.

RESOLUÇÃO:

a) Conforme o gráfico:

Para $i = 0 \Rightarrow \boxed{V = E = 20V}$

b) $r \overset{N}{=} \text{tg}\,\alpha = \dfrac{20}{10}\ (\Omega)$

$\boxed{r = 2{,}0\Omega}$

$R \overset{N}{=} \text{tg}\,\theta = \dfrac{25}{10}\ (\Omega)$

$\boxed{R = 2{,}5\Omega}$

c) $i = \dfrac{E}{\Sigma R}$

$i = \dfrac{20}{4{,}5}\ (A)$

$\boxed{i \cong 4{,}4A}$

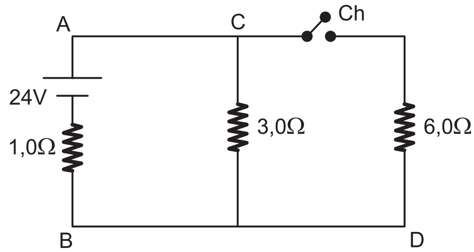
2. Determine a intensidade da corrente elétrica que atravessa o gerador **AB** nos casos:

a) A chave Ch está aberta.

b) A chave Ch está fechada.

c) Os pontos C e D são ligados por um fio de resistência nula e a chave Ch está fechada.

d) Construa também a curva característica do gerador.

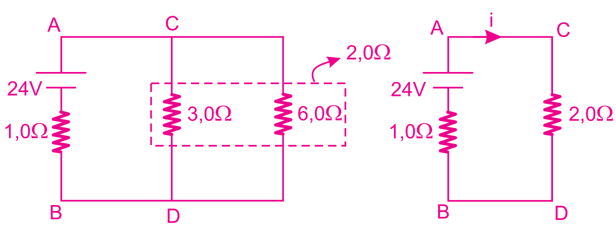


RESOLUÇÃO:

a) Chave aberta:

$$i = \frac{E}{\Sigma R} \Rightarrow i = \frac{24}{1,0 + 3,0}\ (A) \Rightarrow \boxed{i = 6,0A}$$

b) Chave fechada:

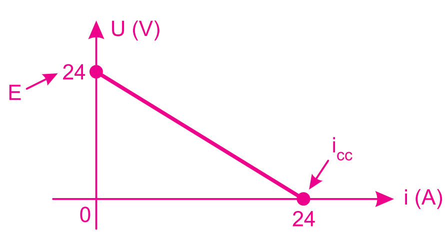


$$I = \frac{E}{\Sigma R} = \frac{24}{3,0} \quad \boxed{I = 8,0A}$$

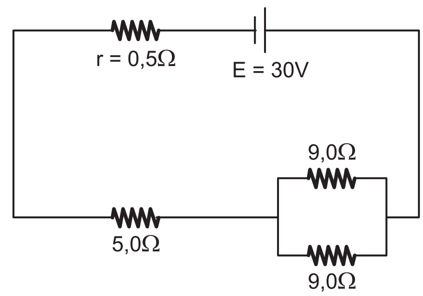
c) Neste caso, o gerador fica em curto-circuito:

$$i = \frac{E}{\Sigma R} \Rightarrow i = \frac{E}{R} \Rightarrow i = \frac{24}{1,0}\ (A) \quad \boxed{i = 24A}$$

d) Curva característica do gerador:



3. **(UFRRJ)** – No circuito representado abaixo, a força eletromotriz do gerador vale E = 30V.



A intensidade da corrente elétrica que passa pelo resistor de 5,0Ω vale:

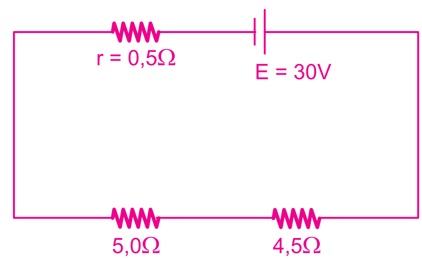
a) 0,5A b) 1,0A c) 1,5A d) 3,0A e) 3,5A

RESOLUÇÃO:
Lei de Pouillet:

$$i = \frac{E}{\Sigma R}$$

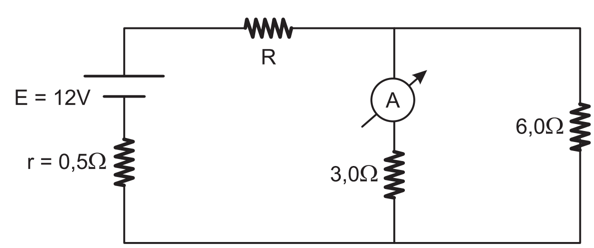
$$i = \frac{30}{10}$$

$$\boxed{i = 3,0A}$$



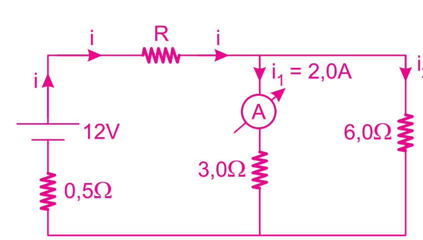
Resposta: D

4. No circuito elétrico mostrado a seguir, qual deverá ser o valor da resistência elétrica **R** para que o amperímetro ideal registre uma corrente elétrica de 2,0A?



a) 5,5Ω b) 4,5Ω c) 3,5Ω d) 2,5Ω e) 1,5Ω

RESOLUÇÃO:



Cálculo de i_2:

$U_{3,0\Omega} = U_{6,0\Omega}$

$3,0\Omega \cdot 2,0A = 6,0\Omega \cdot i_2$

$i_2 = 1,0A$

Cálculo de i:

$i = i_1 + i_2 = 3,0A$

$R_p = \dfrac{3,0 \cdot 6,0}{3,0 + 6,0} = 2,0\Omega$

Lei de Pouillet:

$i = \dfrac{E}{\Sigma R}$

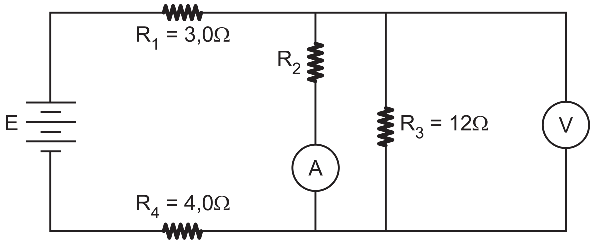
$3,0 = \dfrac{12}{2,0 + R + 0,5}$ $\boxed{R = 1,5\Omega}$

Resposta: E

MÓDULO 10

GERADORES ELÉTRICOS E LEI DE POUILLET

1. **(UERJ)** – No circuito abaixo, o voltímetro V e o amperímetro A indicam, respectivamente, 18V e 4,5A.



Considerando como ideais os elementos do circuito, determine a força eletromotriz **E** da bateria.

RESOLUÇÃO:

No elemento R_3, temos:

$U = R_3\, i_3$

$18 = 12\, i_3$

$i_3 = 1,5A$

mas:

$i_{total} = i_2 + i_3$

$i_{total} = 4,5 + 1,5(A)$

$\boxed{i_{total} = 6,0A}$

No elemento R_2, temos:

$U = R_2\, i_2$

$18 = R_2\, 4,5$

$\boxed{R_2 = 4,0\Omega}$

Assim:

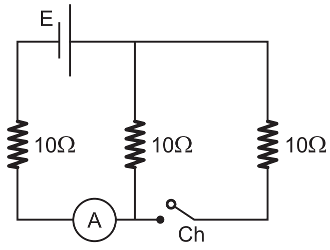
$i = \dfrac{E}{\Sigma R}$

$i = \dfrac{E}{R_1 + \dfrac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} + R_4}$

$6,0 = \dfrac{E}{3,0 + \dfrac{4 \cdot 12}{4 + 12} + 4,0}$

$\boxed{E = 60V}$

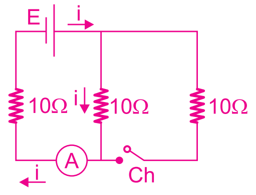
2. **(MACKENZIE-SP)** – No circuito elétrico abaixo, o gerador e o amperímetro são ideais. Com a chave Ch aberta, o amperímetro acusa a medida 300mA.



Fechando a chave, o amperímetro acusará a medida:

a) 100mA b) 200mA c) 300mA
d) 400mA e) 500mA

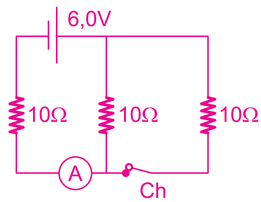
RESOLUÇÃO:

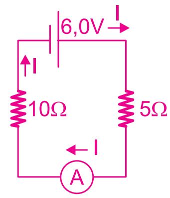


Com a chave Ch aberta, temos, de acordo com a Lei de Pouillet:

$i = \dfrac{E}{\Sigma R} \Rightarrow 0,300 = \dfrac{E}{20} \Rightarrow E = 6,0V$

Fechando a chave Ch, temos:





Pela Lei de Pouillet, calculamos I, que é a indicação do amperímetro.

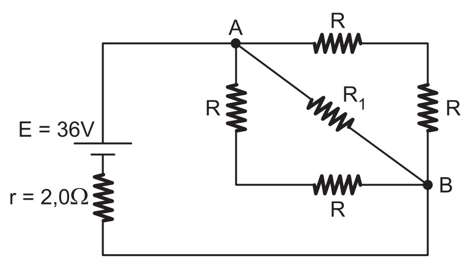
$$I = \frac{E}{\Sigma R}$$

$$I = \frac{6{,}0}{15}\ (A) = \frac{6{,}0 \cdot 10^3}{15}\ mA$$

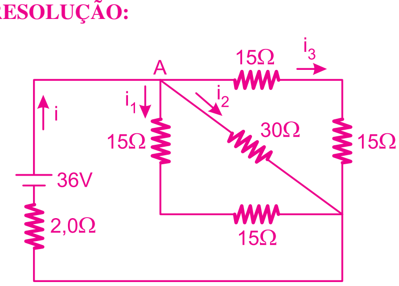
$$\boxed{I = 400mA}$$

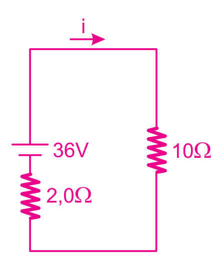
Resposta: D

3. Considere o circuito abaixo, no qual R representa resistores de resistência 15Ω e B uma bateria de f.e.m. 36V e resistência interna 2,0Ω. Qual a intensidade de corrente no resistor R_1 = 30Ω?



RESOLUÇÃO:

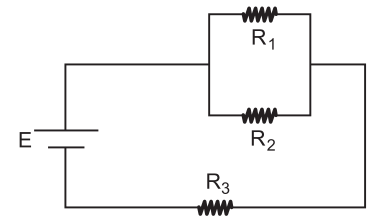




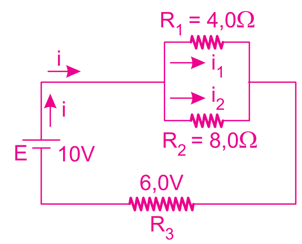
$$i = \frac{E}{\Sigma R} \qquad i = \frac{36}{12} \qquad i = 3{,}0A$$

$$\boxed{i_1 = i_2 = i_3 = \frac{i}{3} = 1{,}0A}$$

4. No circuito representado na figura abaixo, temos um gerador ideal de força eletromotriz E = 10V e dois resistores em que R_1 = 4,0Ω e R_2 = 8,0Ω. Sabendo que a queda de potencial no resistor R_3 é igual a 6,0V, determine, em ohms, o valor de R_3.



RESOLUÇÃO:



Sendo 10V a tensão total e 6,0V a queda de potencial em R_3, resta para R_1 e R_2 uma tensão de 4,0V.

$$i_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{4{,}0}{4{,}0}\ (A) = 1{,}0A$$

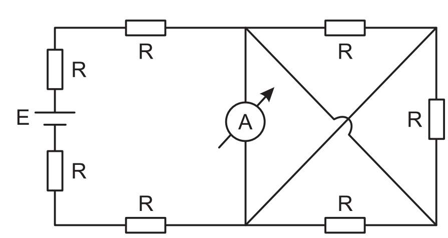
$$i_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{4{,}0}{8{,}0}\ (A) = 0{,}50A$$

$$i = i_1 + i_2 = 1{,}5A \qquad U_{R_3} = R_3 \cdot i \qquad 6{,}0 = R_3 \cdot 1{,}5 \qquad \boxed{R_3 = 4{,}0\Omega}$$

5. **(UNIRP-SP)** – No circuito abaixo, a leitura do amperímetro ideal será:

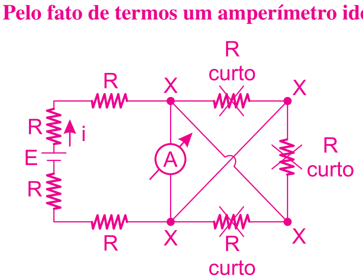
a) 2E/13R b) E/8R c) E/4R

d) 3E/4R e) E/2R



RESOLUÇÃO:

Pelo fato de termos um amperímetro ideal (R_A = 0):

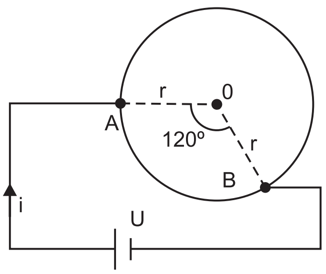


Lei de Pouillet:

$$\boxed{i = \frac{E}{4R}}$$

Resposta: C

6. **(IJSO)** – Com um fio homogêneo de seção reta constante e de resistência elétrica R, constrói-se uma circunferência de raio **r**. Entre os pontos **A** e **B**, indicados na figura, aplica-se uma tensão elétrica **U**.



A intensidade total **i** da corrente elétrica que percorre o circuito é igual a:

a) U/R b) 1,5 . U/R c) 3,0 . U/R
d) 4,5 . U/R e) 6,0 . U/R

RESOLUÇÃO:
Entre os pontos A e B, temos uma associação em paralelo de dois trechos de fio com resistências elétricas $\frac{R}{3}$ e $\frac{2R}{3}$.

Assim:

$$R_{eq} = \frac{\frac{R}{3} \times \frac{2R}{3}}{\frac{R}{3} + \frac{2R}{3}} = \frac{\frac{2R^2}{9}}{R}$$

$$\boxed{R_{eq} = \frac{2R}{9}}$$

A intensidade de corrente elétrica será dada por:

$$i = \frac{U}{R_{eq}}$$

$$i = \frac{U}{\frac{2R}{9}} \Rightarrow \boxed{i = 4,5\frac{U}{R}}$$

Resposta: D

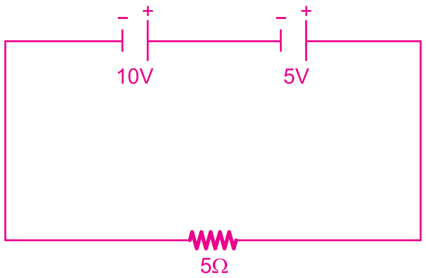
MÓDULO 11

ASSOCIAÇÃO DE GERADORES

1. **(UECE)** – Um resistor de 5Ω é ligado a uma associação em série de duas baterias: uma de 10V e outra de 5V. Nessa associação, uma das baterias tem o polo positivo conectado ao negativo da outra. Com base nessa informação, a corrente no resistor, em A, é:

a) 2 b) 3 c) 1 d) $\frac{5}{15}$

RESOLUÇÃO:



Do enunciado, obtemos:

$$i = \frac{E_{eq}}{\Sigma R}$$

$$i = \frac{10 + 5}{5}$$

$$\boxed{i = 3A}$$

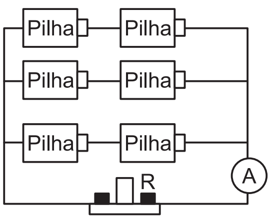
Resposta: B

2. **(FATEC-MODELO ENEM)** – Um rádio utiliza 4 pilhas de 1,5V e resistência interna de 0,50Ω cada uma. Considerando que as pilhas estão associadas em série, a força eletromotriz (f.e.m.) e a resistência equivalente são, respectivamente:

a) 1,5V e 2,0Ω b) 6,0V e 0,75Ω c) 6,0V e 0,25Ω
d) 1,5V e 0,50Ω e) 6,0V e 2,0Ω

RESOLUÇÃO:
$E_s = 4 \,.\, E = 4 \,.\, 1,5(V) = 6,0V$
$r_s = 4 \,.\, r = 4 \,.\, 0,50(\Omega) = 2,0\Omega$
Resposta: E

3. **(FUVEST-MODELO ENEM)** – Seis pilhas ideais e iguais, cada uma com diferença de potencial E, estão ligadas a um aparelho, com resistência elétrica R, na forma esquematizada na figura.



Nessas condições, a corrente medida pelo amperímetro A ideal, colocado na posição indicada, é igual a:

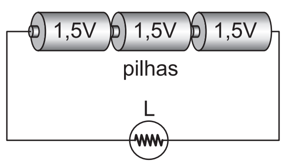
a) E/R b) 2E/R c) 2E/3R
d) 3E/R e) 6E/R

RESOLUÇÃO:
Visto que tanto as pilhas como o o amperímetro são ideais, o resistor R está submetido a uma tensão elétrica 2E e é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade:

$$\boxed{I = \frac{2E}{R}}$$

Resposta: B

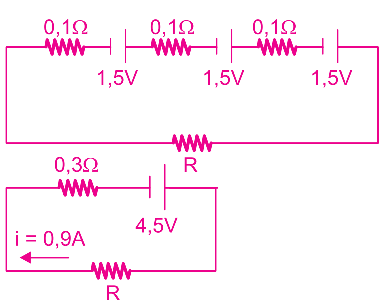
4. A figura esquematiza três pilhas idênticas, de força eletromotriz 1,5V e resistência interna 0,1Ω.



A corrente elétrica que atravessa a lâmpada L tem intensidade 0,9A. A resistência elétrica da lâmpada é igual a:

a) 1,2Ω b) 2,5Ω c) 3,7Ω d) 4,2Ω e) 4,7Ω

RESOLUÇÃO:



Lei de Pouillet:

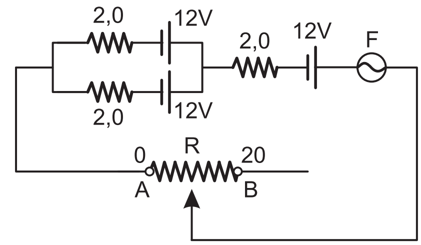
$$i = \frac{E}{\sum R}$$

$$0,9 = \frac{4,5}{0,3 + R}$$

$$\boxed{R = 4,7\Omega}$$

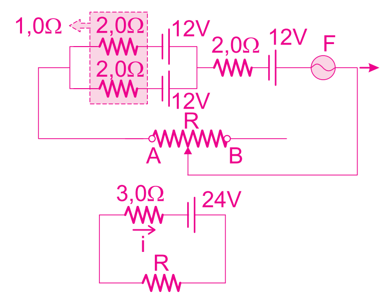
Resposta: E

5. Na associação dada, a resistência R do reostato varia de 0Ω a 20Ω e o fusível F suporta intensidade de corrente máxima de 3,0A.



Determine o valor de R para o qual o fusível fica na iminência de queimar.

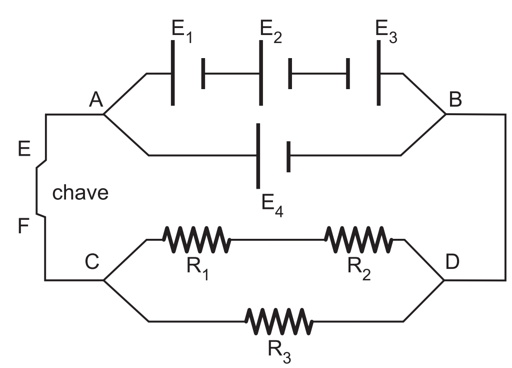
RESOLUÇÃO:



Lei de Pouillet:

$$i = \frac{E}{\sum R} \therefore 3,0 = \frac{24}{3,0 + R} \therefore \boxed{R = 5,0\Omega}$$

6. **(UEPG)** – Considere o esquema do circuito elétrico a seguir, composto de resistores e geradores de valores iguais e uma chave; os geradores são representados por E e os resistores por R. Nesse contexto, assinale o que for correto, no que se refere a sua esquematização.



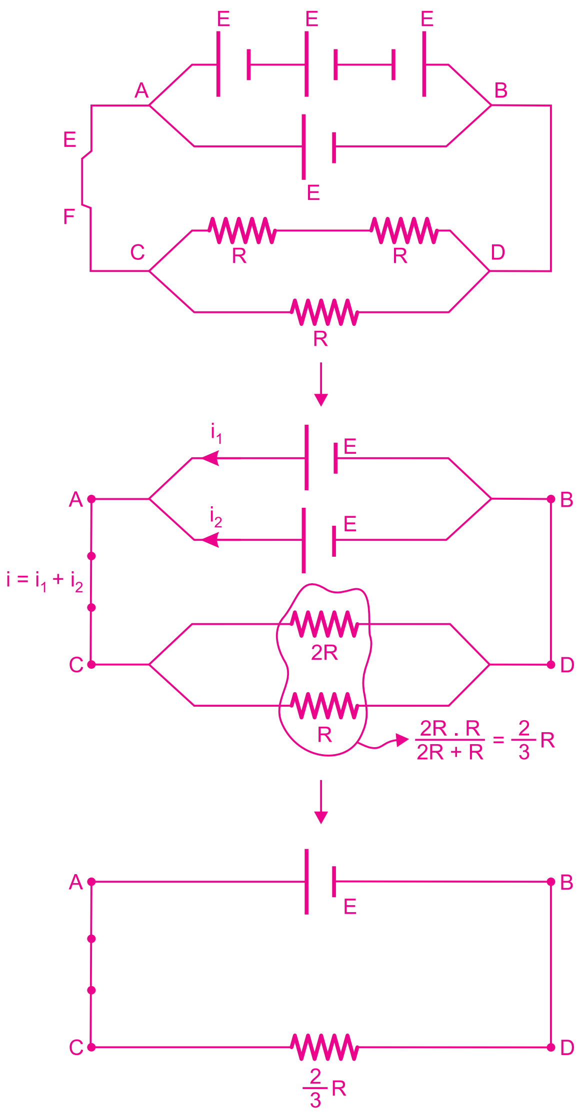
01) A d.d.p. no circuito é igual à d.d.p. de cada gerador integrante da associação.

02) A intensidade de corrente que atravessa a chave E F é igual à soma das intensidades de corrente gerada pela associação de geradores.

04) A intensidade de corrente em qualquer ramo do circuito tem o mesmo valor (constante).

08) O resistor equivalente é igual a $R_{eq} = \frac{2}{3}$ R.

RESOLUÇÃO:



01) V 02) V 04) F 08) V

Resposta: 11

MÓDULO 12

RECEPTORES ELÉTRICOS

1. **(CEFET)** – Quando colocamos a bateria do telefone celular para ser carregada, ela e o recarregador funcionam, respectivamente, como

a) gerador e gerador. b) gerador e receptor.
c) receptor e gerador. d) receptor e receptor.

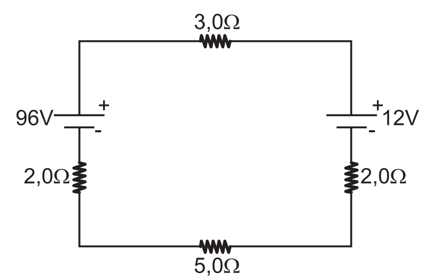
RESOLUÇÃO:
A bateria do celular vai receber energia elétrica do recarregador. Logo, a bateria do celular é receptor e o recarregador é gerador.
Resposta: C

2. Um motor elétrico está conectado a uma rede elétrica de 127V. Esse motor possui resistência interna de 3,0Ω. Ao ligarmos o motor, a corrente elétrica que nele circula tem intensidade de 9,0A. Determine a sua força contra eletromotriz.

RESOLUÇÃO:
$U = E + r \cdot i$ $127 = E + 3{,}0 \cdot 9{,}0$ $\boxed{E = 100V}$

3. No circuito abaixo, a intensidade da corrente e o seu sentido são, respectivamente:

a) 7,0A; horário. b) 4,0A; horário.
c) 3,0A; anti-horário. d) 3,0A; horário.
e) 7,0A; anti-horário.



RESOLUÇÃO:

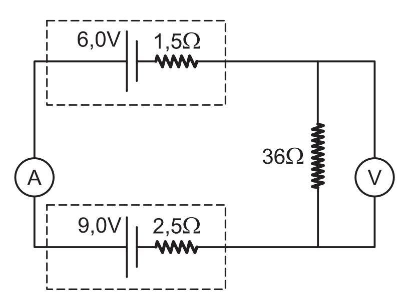
$$i = \frac{E - E'}{\Sigma R}$$

$$i = \frac{96 - 12}{12}$$

$\boxed{i = 7{,}0A}$ **sentido horário**

Resposta: A

4. **(MACKENZIE-SP)** – Um gerador elétrico, um receptor elétrico e um resistor são associados, convenientemente, para constituir o circuito a seguir.



O amperímetro A e o voltímetro V são ideais e, nas condições em que foram insertos no circuito, indicam, respectivamente:

a) 83,3mA e 3,0V b) 375mA e 0,96V
c) 375mA e 13,5V d) 75mA e 0,48V
e) 75mA e 2,7V

RESOLUÇÃO:

1) **Os geradores estão em oposição e o sentido da corrente é imposto pela maior força eletromotriz (9,0V). Isto implica que o sentido da corrente elétrica é horário.**

2) **A intensidade de corrente elétrica (I) é dada por:**

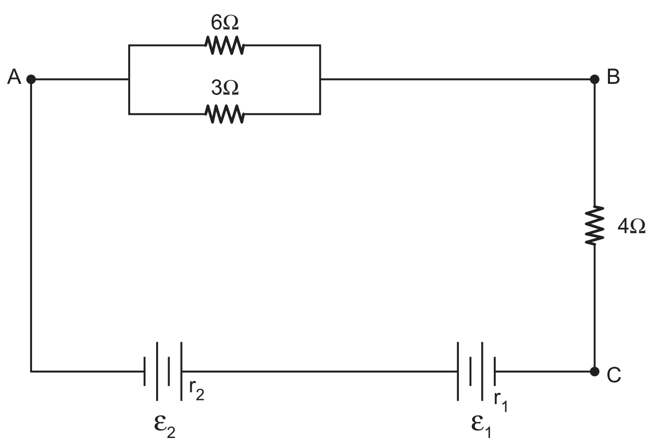
$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_{total}} = \frac{9{,}0 - 6{,}0}{40} \text{ (A)} \quad \boxed{I = 0{,}075A = 75mA}$$

3) **A indicação do voltímetro corresponde à tensão elétrica (d.d.p.) nos terminais do resistor de 36Ω.**

$$U = R \cdot i \Rightarrow U = 36 \cdot 0{,}075 \text{ (V)} \Rightarrow \boxed{U = 2{,}7V}$$

Resposta: E

5. **(UFPel)** – No circuito mostrado na figura abaixo, temos uma associação de resistores ligados a duas baterias cujas forças eletromotrizes são $\varepsilon_1 = 6{,}0V$ e $\varepsilon_2 = 24{,}0V$ e cujas resistências internas são, respectivamente, $r_1 = 1{,}0\Omega$ e $r_2 = 2{,}0\Omega$.



De acordo com seus conhecimentos sobre Eletrodinâmica e com o texto, analise cada uma das seguintes afirmativas.

I) O sentido da corrente elétrica é determinado pela f.e.m. de maior valor; portanto, no circuito, a corrente tem sentido horário.

II) No circuito da bateria com ε_1, a corrente está passando do polo positivo para o negativo; desta forma, essa bateria está funcionando como um receptor (gerador de f.c.e.m.).

III) A intensidade da corrente elétrica no circuito é de 2,0A.

IV) O valor da diferença de potencial entre os pontos A e B é de 12V.

Dessas afirmativas, estão corretas apenas

a) III e IV. b) I e II. c) I, III e IV.
d) II e IV. e) II e III.

RESOLUÇÃO:

I – ***Errada.***

De fato, no circuito fornecido, a f.e.m. de maior valor irá determinar o sentido da corrente elétrica, porém $\varepsilon_2 > \varepsilon_1$ e a corrente circulará no sentido anti-horário.

II – ***Correta.***

A bateria E_1 atua como receptor, sendo percorrida por corrente elétrica que circula do polo positivo para o negativo.

III – ***Correta.***

$$i = \frac{\varepsilon_2 - \varepsilon_1}{\Sigma R}$$

$$i = \frac{24 - 6{,}0}{2{,}0 + 4{,}0 + 1{,}0 + 2{,}0} \text{ (A)}$$

$$i = \frac{18}{9{,}0} = \boxed{2{,}0A}$$

IV – ***Errada.***

$$U_{AB} = R_{AB}\ i$$

$$U_{AB} = 2{,}0 \times 2{,}0 \text{ (V)}$$

$$\boxed{U_{AB} = 4{,}0\ V}$$

Resposta: E

MÓDULO 13

ENERGIA ELÉTRICA, POTÊNCIA ELÉTRICA E POTÊNCIA DISSIPADA PELO RESISTOR

1. **(PUC-MG)** – Uma lâmpada eletrônica possui as seguintes especificações do fabricante: 60W 120V (60 watts e 120 volts). É correto afirmar:

a) Essa lâmpada é percorrida por uma corrente de 60W.

b) Ela consome uma energia de 60 joules a cada segundo de funcionamento.

c) A corrente elétrica correta para essa lâmpada é de 120V.

d) O tempo de vida útil dessa lâmpada é de 120 x 60 horas.

RESOLUÇÃO:

$$60\text{W} = \frac{60\text{J}}{\text{s}}$$

Resposta: B

2. **(UFRJ)** – A tabela abaixo mostra a quantidade de alguns dispositivos elétricos de uma casa, a potência consumida por cada um deles e o tempo efetivo de uso diário no verão.

Dispositivo	Quantidade	Potência (kW)	Tempo efetivo de uso diário (h)
Ar-condicionado	2	1,5	8
Geladeira	1	0,35	12
Lâmpada	10	0,10	6

Considere os seguintes valores:

- densidade absoluta da água: 1,0 g/cm^3
- calor específico da água: 1,0 $cal.g^{-1}\,.\,°C^{-1}$
- 1 cal = 4,2 J
- custo de 1 kWh = R$ 0,50

Durante 30 dias do verão, o gasto total com esses dispositivos, em reais, é cerca de:

a) 234 b) 513 c) 666 d) 1026

RESOLUÇÃO:

Sabemos que a energia gasta por um dispositivo é dada pela expressão:

$E = P\,.\,\Delta t$

em que P é a potência do dispositivo e Δt é o intervalo de tempo considerado. Calculando a energia gasta para cada dispositivo e somando-as:

$$E_{Total} = E_{Ar\ condicionado} + E_{Geladeira} + E_{Lâmpadas}$$

$$E_{Total} = 2\,.\,1{,}5\,.\,8\,.\,30 + 1\,.\,0{,}35\,.\,12\,.\,30 + 10\,.\,0{,}10\,.\,6\,.\,30\ (\text{kWh})$$

$$E_{Total} = 1026\ \text{kWh}$$

Já que cada kWh custa R$ 0,50, teremos um custo total de 1026 x 0,50 = 513 reais.

Resposta: B

3. Quando foi trocar o televisor de sua casa, o sr. Modesto fez um estudo comparativo levando em conta o consumo de energia elétrica e a tecnologia empregada por diferentes tipos de televisores. No final, decidiu trocar seu televisor de tubo de 80W por um de LCD de 60W, pelo qual pagou R$ 900,00.

Televisor de tubo com 80W de potência

Televisor de LCD com 60W de potência

Considerando que o sr. Modesto assiste à TV durante cinco horas por dia, em média, e que 1 kWh de energia custa R$ 0,40, o valor investido pelo sr. Modesto na compra de seu novo televisor seria recuperado, em virtude da economia (em reais) trazida pela utilização do novo aparelho, após utilizá-lo por (adote 1 mês = 30 dias)

a) 550 meses. b) 600 meses. c) 650 meses.

d) 700 meses. e) 750 meses.

RESOLUÇÃO:

A economia de energia em um mês pode ser calculada por:

$$\Delta E = \Delta P\,.\,\Delta t$$

$$\Delta E = \underbrace{\frac{(80 - 60)}{1000}}_{\text{kW}} \times \underbrace{150}_{\text{h}}$$

$$\boxed{\Delta E = 3{,}0\ \text{kWh}}$$

A economia, em reais, em um mês será:

E = 3,0 x 0,40

E = 1,20

Assim:

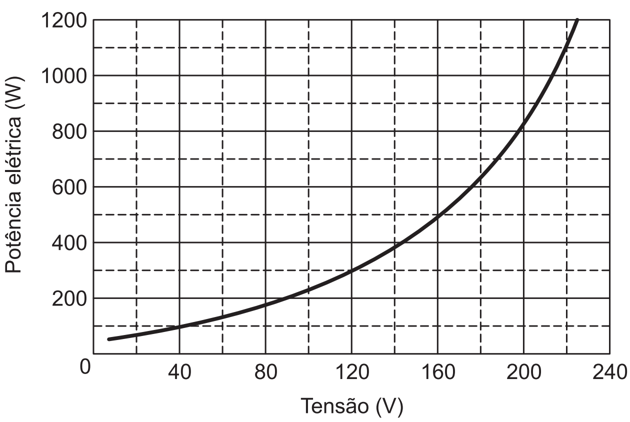
1 mês ———— 1,20

x ———— 900,00

$$\boxed{x = 750\ \text{meses}}$$

Resposta: E

4. **(UFJF)** – Um estudante de Física observou que o ferro de passar roupa que ele havia comprado num camelô tinha somente a tensão nominal V = 220 volts , impressa em seu cabo. Para saber se o ferro de passar roupa atendia suas necessidades, o estudante precisava conhecer o valor da sua potência elétrica nominal. De posse de uma fonte de tensão e um medidor de potência elétrica, disponível no laboratório de Física da sua universidade, o estudante mediu as potências elétricas produzidas quando diferentes tensões são aplicadas no ferro de passar roupa. O resultado da experiência do estudante é mostrado no gráfico a seguir, por meio de uma curva que melhor se ajusta aos dados experimentais.



a) A partir do gráfico, determine a potência elétrica nominal do ferro de passar roupa quando ligado à tensão nominal.
b) Calcule a corrente elétrica no ferro de passar roupa para os valores nominais de potência elétrica e tensão.
c) Calcule a resistência elétrica do ferro de passar roupa quando ligado à tensão nominal.

RESOLUÇÃO:

a) Do gráfico, os valores nominais do ferro de passar roupas, são: V = 220 V, P =1100 W.

b) $P = iU \Rightarrow i = \dfrac{P}{U} = \dfrac{1100\ W}{220\ V} = 5A$

c) $U = Ri \Rightarrow R = \dfrac{V}{i} = \dfrac{220\ V}{5\ A} \Rightarrow R = 44\Omega$

Respostas: a) 1100W
b) 5A
c) 44Ω

5. **(FEI-Adaptado)** – Na plaqueta metálica de identificação de um aquecedor de água, estão anotadas a tensão, 220V, e a intensidade da corrente elétrica, 11A.
a) Qual é a potência elétrica dissipada pelo aquecedor?
b) Qual é o consumo de energia elétrica mensal sabendo que permanece ligado, em média, 20min por dia?
c) Sabendo que o quilowatt-hora custa R$ 0,30, determine o custo da energia elétrica que ele consome mensalmente.

RESOLUCÃO:

a) $P = U \cdot i$ $\quad P = 220 \cdot 11\ (W)$ $\quad \boxed{P = 2420W}$

b) Com 20min por dia, teremos, mensalmente, um funcionamento de 10h.

$E_{e\ell} = P \cdot t$ $\quad E_{e\ell} = 2{,}42kW \cdot 10h$ $\quad \boxed{E_{e\ell} = 24{,}2kWh}$

c) O custo dessa energia será dado por:

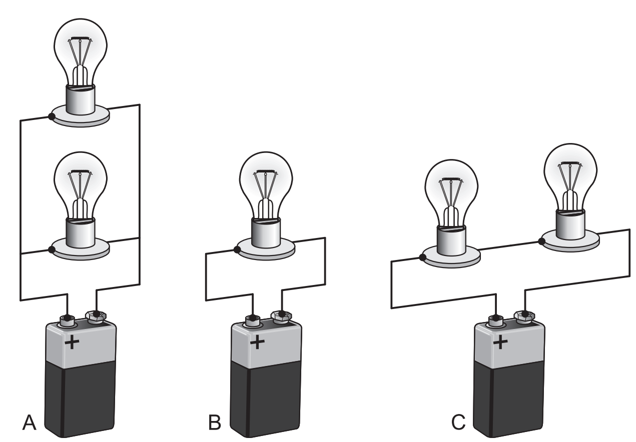
$C = 24{,}2 \cdot R\$\ 0{,}30$ $\quad \boxed{C = R\$\ 7{,}26}$

Respostas: a) 2420W
b) 24,2kWh
c) R$7,26

MÓDULO 14

ENERGIA ELÉTRICA, POTÊNCIA ELÉTRICA E POTÊNCIA DISSIPADA PELO RESISTOR

1. **(Olimpíada Argentina de Ciencias Junior)** – João aprendeu no laboratório de física as conexões série e paralelo de resistências elétricas. Sua curiosidade foi aguçada a respeito do tempo de duração de uma pilha dependendo das conexões das resistências elétricas. João fez a montagem de três circuitos com pilhas e lâmpadas idênticas e comprovou como as pilhas se foram esgotando e as lâmpadas se apagando.



As lâmpadas, nos circuitos, foram-se apagando segundo a sequência:

a) A, C, B b) B, C, A c) C, B, A d) A, B, C

RESOLUÇÃO:

Figura A:

$$P_A = \frac{U^2}{R_A}$$

$$P_A = \frac{U^2}{\frac{R}{2}} \Rightarrow \boxed{P_A = \frac{2U^2}{R}}$$

Figura B:

$$P_B = \frac{U^2}{R_B}$$

$$\boxed{P_B = \frac{U^2}{R}}$$

Figura C:

$$P_C = \frac{U^2}{R_C}$$

$$\boxed{P_C = \frac{U^2}{2R}}$$

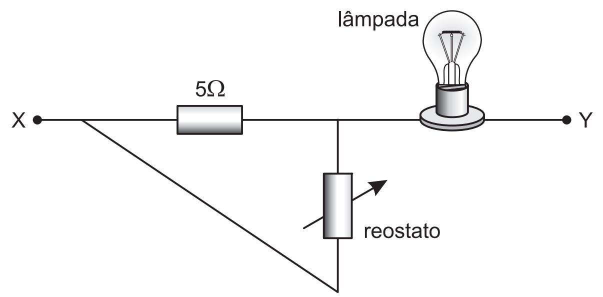
Então, $P_A > P_B > P_C$

Nos circuitos que dissipam maior potência elétrica, as lâmpadas apagam-se mais rapidamente, assim:

A, B, C

Resposta: D

2. **(UNAMA)** – No projeto de um trecho de circuito, temos uma lâmpada de especificação 48W – 24V, um resistor de 5Ω e um reostato. Entre os terminais X e Y, uma fonte estabelecerá uma ddp de 30V.



Qual deve ser a resistência no reostato para que a lâmpada dissipe a potência indicada na especificação?

a) 7,5Ω b) 5Ω c) 12Ω d) 6,5Ω

RESOLUÇÃO:

Cálculo da intensidade de corrente elétrica na lâmpada:

$P = i \,.\, U$

$48 = i\ 24$

$$\boxed{i = 2{,}0A}$$

O reostato e o resistor de 5Ω estão em paralelo, assim:

$U = R_{eq} \,.\, i$

$(30 - 24) = R_{eq} \,.\, 2{,}0$

$$\boxed{R_{eq} = 3{,}0\Omega}$$

∴ A resistência elétrica do reostato (R) será dada por:

$$\frac{R \,.\, 5{,}0}{R + 5{,}0} = 3{,}0 \Rightarrow 5{,}0R = 3{,}0R + 15$$

$2{,}0R = 15$

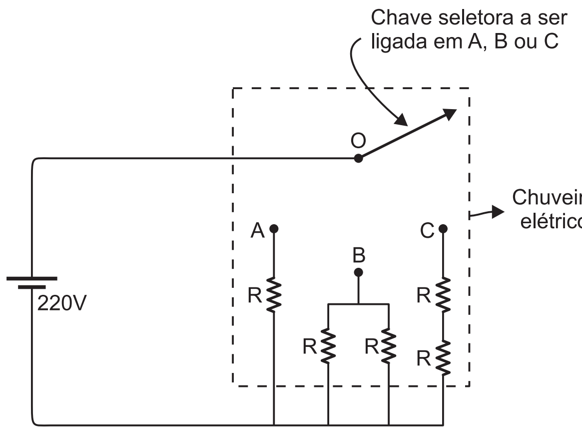
$$\boxed{R = 7{,}5\Omega}$$

Resposta: A

3. **(SIMULADO ENEM)** – Nos chuveiros elétricos, transformamos energia elétrica em energia térmica em virtude do Efeito Joule que ocorre quando a corrente elétrica atravessa o resistor do chuveiro.
A temperatura da água está ligada à potência elétrica do chuveiro, que vai depender da resistência elétrica de seu resistor.
Sendo **U** a tensão elétrica utilizada (110V ou 220V), **I** a intensidade da corrente elétrica e **R** a resistência elétrica do resistor, a potência **P** é dada pelas relações:

$$\boxed{P = UI = RI^2 = \frac{U^2}{R}}$$

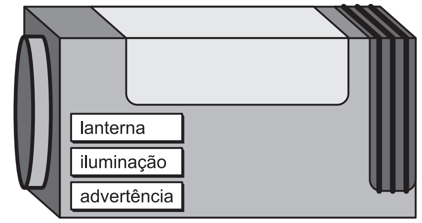
Uma chave seletora pode ocupar as posições A, B ou C indicadas na figura, que correspondem, não respectivamente, às posições de morno, quente ou muito quente para a temperatura desejada para o banho.
Escolhendo a equação adequada para o cálculo da potência **P**, assinale a opção correta que faz a associação entre as posições A, B e C e a temperatura desejada para a água.



a) A – quente; B – morno; C – muito quente
b) A – quente; B – muito quente; C – morno
c) A – muito quente; B – morno; C – muito quente
d) A – morno; B – quente; C – muito quente
e) A – morno; B – muito quente; C – quente

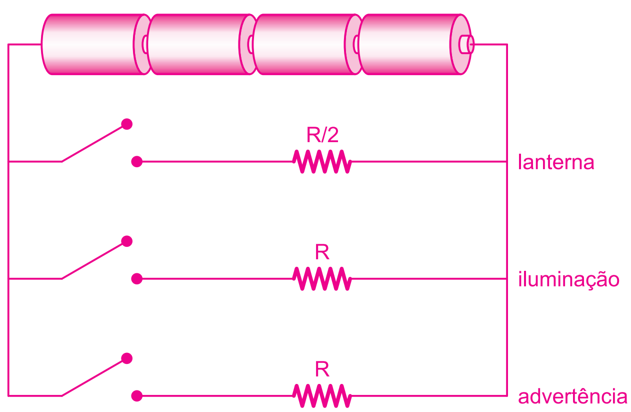
RESOLUÇÃO:
Em uma residência, a tensão elétrica U é mantida constante (no caso, 220V); portanto, devemos usar a expressão $P = \frac{U^2}{R}$ para analisar como a potência P varia com a resistência R : P é inversamente proporcional a R. Na posição B, temos $R_{eq} = \frac{R}{2}$ (mínima), que corresponde à temperatura *muito quente*. Na posição C, temos $R_{eq} = 2R$ (máxima), que corresponde à temperatura menor: *morno*.
Resposta: B

4. **(UFSC-EAD)** – Um acessório de *camping* possui três funções: a de lanterna, a de iluminar o ambiente e a de emitir uma luz vermelha de advertência. Pode-se optar pelo uso de uma, de duas ou de todas as funções simultaneamente.



A resistência da lâmpada da lanterna é metade da resistência das duas outras lâmpadas. Cada uma das três lâmpadas, quando acionados seus respectivos botões, conecta-se em paralelo com um mesmo conjunto de 4 pilhas de 1,5V cada uma, ligadas em série. Se apenas a lâmpada de iluminação de ambientes é mantida acesa, a autonomia do aparelho é de 4h. Se todas as funções forem selecionadas, o tempo de funcionamento do aparelho, em horas, será de
a) 0,5 b) 1,0 c) 1,5 d) 2,0 e) 3,0

RESOLUÇÃO:



Situação 1: Somente a iluminação:

$$P = \frac{U^2}{R_{eq}} \Rightarrow P = \frac{U^2}{R}$$

Situação 2: Todas as funções selecionadas:

$$P' = \frac{U^2}{\frac{R}{4}} \Rightarrow P' = \frac{4U^2}{R}$$

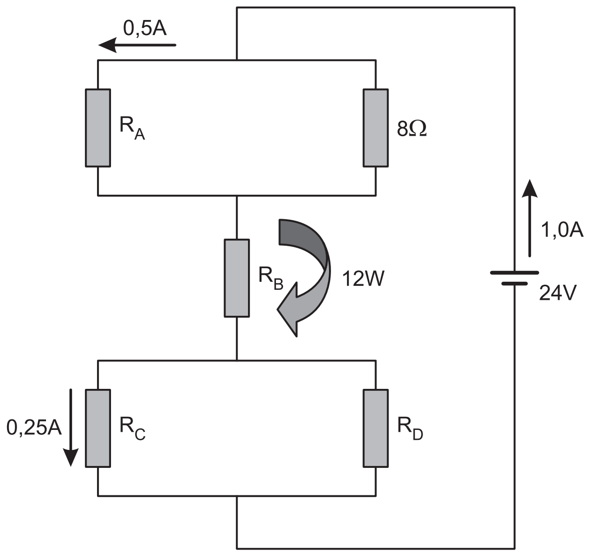
Sendo P' = 4P, teremos:

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{4}$$

$$\Delta t' = \frac{4,0}{4} \text{ (h)} \Rightarrow \boxed{\Delta t' = 1,0\text{h}}$$

Resposta: B

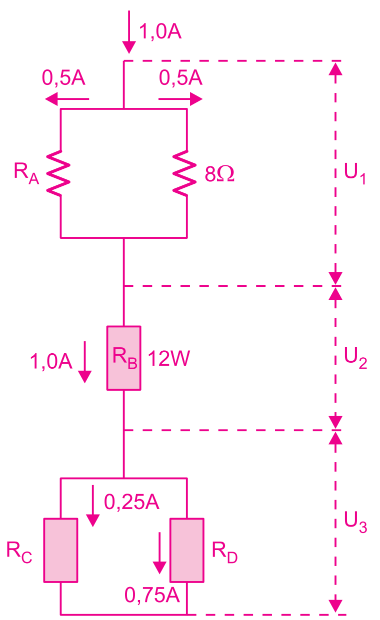
5. **(PUC-2012)** – O resistor R_B dissipa uma potência de 12W.



Nesse caso, a potência dissipada pelo resistor R_D vale

a) 0,75W b) 3W c) 6W d) 18W e) 24W

RESOLUÇÃO:



1) $U_1 = R\,i$

$U_1 = 8 \cdot 0{,}5\ (V) = 4V$

2) $P_B = U_2 \cdot I_2$

$12 = U_2 \cdot 1{,}0$

$\boxed{U_2 = 12V}$

3) $U_1 + U_2 + U_3 = U$

$4 + 12 + U_3 = 24$

$\boxed{U_3 = 8V}$

4) $P_D = U_3 \cdot i_D$

$P_D = 8 \cdot 0{,}75\ (W)$

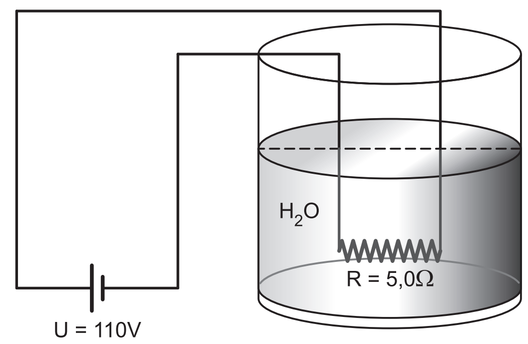
$\boxed{P_D = 6W}$

Resposta: C

MÓDULO 15

ENERGIA ELÉTRICA, POTÊNCIA ELÉTRICA E POTÊNCIA DISSIPADA PELO RESISTOR

1. **(UNEMAT)** – O café é uma bebida muito apreciada no Brasil e, no seu preparo, costuma-se utilizar um resistor de imersão para aquecer a água que é utilizada para fazer o café (ver figura).



Considerando que esse resistor apresenta uma resistência de 5,0Ω e que é alimentado por uma fonte de tensão de 110 V, então, o tempo necessário para se aquecer 300g de água de 20°C para 70°C é aproximadamente:

Dados: calor específico da água = 1cal/g . °C e 1cal = 4,2J.

a) 10s b) 15s c) 35s d) 32s e) 26s

RESOLUÇÃO:

$E_{e\ell} = Q$

$P \cdot \Delta t = mc\Delta\theta$

$\frac{U^2}{R} \cdot \Delta t = mc\Delta\theta$

$\frac{(110)^2}{5} \cdot \Delta t = 300 \times 4{,}2 \cdot (70 - 20)$

$\Delta t = \frac{63\,000}{24\,20}\ (s)$

$\Delta t \cong 26{,}03s$

$\boxed{\Delta t = 26s}$

Resposta: E

2. **(UFJF)** – Um funcionário de uma lanchonete precisa aquecer 1,0 litro de água que, inicialmente, está à temperatura ambiente $T_0 = 25ºC$. Para isso, ele utiliza o ebulidor de água, mostrado na figura abaixo, que possui uma resistência $R = 12,1\ \Omega$ e é feito para funcionar com a diferença de potencial $U = 110$ volts. Ele mergulha o ebulidor dentro da água, liga-o e sai para atender um cliente.

Dado: 1 cal = 4,2J

$\mu_{água} = 1 \dfrac{kg}{\ell}$

Calcule o tempo para a água atingir a temperatura $T_0 = 100ºC$.

RESOLUÇÃO:
A potência elétrica fornecida pelo ebulidor é dada por:

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow P = \frac{(110)^2}{12,1}\ (W)$$

P = 1000 W

Mas:

$E_{e\ell} = Q$

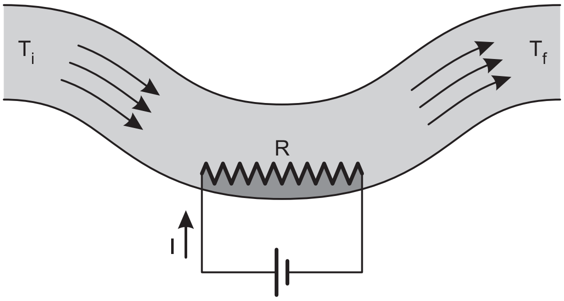
$P\Delta t = mc\Delta\theta$

$1000 \,.\, \Delta t = 1000 \,.\, 4,2 \,.\, 75$

$\boxed{\Delta t = 315s}$

Resposta: 315s

3. **(Marinha do Brasil-2011/2012)** – Um aquecedor elétrico de fluxo contínuo utiliza uma resistência elétrica R = 21 ohms para aquecer água da temperatura $T_i = 12ºC$ até a temperatura $T_f = 52ºC$, no estado estacionário (conforme a figura abaixo). O escoamento da massa de água ocorre à taxa de 12 kg/min.



Despreze as perdas. A corrente elétrica I (em ampères) que passa na resistência elétrica R é

Dados: $c_{água} = 1,0$ cal/g . ºC; 1 cal = 4,2 joules.

a) 20 b) 25 c) 30 d)35 e) 40

RESOLUÇÃO:

$E_{e\ell} = Q$

$P \,.\, \Delta t = mc\Delta\theta$

$Ri^2 \,.\, \Delta t = mc\Delta\theta$

$$I^2 = \frac{mc\Delta\theta}{R \,.\, \Delta t}$$

$$I^2 = \frac{12\,000 \,.\, 4,2 \,.\, 40}{21 \,.\, 60}$$

$I^2 = 1600$

$\boxed{I = 40A}$

Resposta: E

4. **(UEPA)** – As descargas elétricas atmosféricas são fenômenos naturais que acontecem com muita frequência na Região Norte e liberam uma grande potência elétrica num curto intervalo de tempo. Na tabela abaixo, estão listados alguns valores típicos, observados nesse tipo de descarga.

Intensidade de corrente	2000 a 200.000 A
Tensão elétrica	100 a 1.000.000 kV
Duração	70 a 200 μs
Carga elétrica da nuvem	20 a 50 C

Fonte: KINDERMANN, G. *Descargas atmosféricas*. Florianópolis: Ed. Sagra Luzzatto.

Uma residência de classe média consome aproximadamente 200 kWh por mês de energia elétrica. Se fosse possível aproveitar a máxima energia elétrica produzida por uma dessas descargas, ela conseguiria alimentar, por mês, um número de residências aproximadamente igual a:

a) 25 b) 55 c) 85 d) 550 e) 1100

RESOLUÇÃO:
A energia elétrica produzida por uma dessas descargas será máxima quando utilizarmos os valores máximos de intensidade de corrente elétrica, tensão elétrica e intervalo de tempo, assim:

$E_{e\ell máx} = P_{máx} \cdot \Delta t_{máx}$

$E_{e\ell máx} = iU \cdot \Delta t$

$E_{e\ell máx} = 2{,}0 \cdot 10^5 \times 1{,}0 \cdot 10^9 \times 200 \cdot 10^{-6}$ (J)

$E_{e\ell máx} = 40 \cdot 10^9$ J

$$E_{e\ell máx} = \frac{40 \cdot 10^9}{3{,}6 \cdot 10^6} \cong 11{,}1 \cdot 10^3 \text{ kWh}$$

1 casa ——— 200 kWh

n ——— $11{,}1 \cdot 10^3$ kWh

$\boxed{n \cong 55 \text{ casas}}$

Resposta: B

5. **(PUC-2012)** – No reservatório de um vaporizador elétrico, são colocados 300g de água, cuja temperatura inicial é 20°C. No interior desse reservatório, encontra-se um resistor de 12Ω que é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade 10A quando o aparelho está em funcionamento.

Considerando que toda energia elétrica é convertida em energia térmica e é integralmente absorvida pela água, o tempo que o aparelho deve permanecer ligado para vaporizar 1/3 da massa de água colocada no reservatório deve ser de

a) 3min 37s b) 4min 33s c) 4min 07s
d) 36min 10s e) 45min 30s

Adote: 1cal = 4,2J
Calor específico sensível da água = 1,0cal/g°C
Calor latente de vaporização da água = 540cal/g
p = 1atm

RESOLUÇÃO:

1) Calor sensível para aquecer a água:

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

$Q_1 = 300 \cdot 1{,}0 \cdot 80$ (cal)

$\boxed{Q_1 = 24\,000 \text{ cal}}$

2) Calor latente para vaporizar a água:

$$Q_2 = \frac{m}{3} L_V$$

$Q_2 = 100 \cdot 540$ cal

$\boxed{Q_2 = 54\,000 \text{ cal}}$

3) Calor total absorvido pela água:
$Q = Q_1 + Q_2 = 78\,000$ cal

4) Cálculo do tempo:

$Q = Pot \cdot \Delta t = R\, i^2\, \Delta t$

$78\,000 \cdot 4{,}2 = 12 \cdot 100\, \Delta t$

$\Delta t = 273s = 240s + 33s$

$\boxed{\Delta t = 4min + 33s}$

Resposta: B

MÓDULO 16

POTÊNCIAS DE GERADORES E DE RECEPTORES

1. Um gerador de força eletromotriz E e resistência interna r fornece energia elétrica a uma lâmpada. A diferença de potencial nos terminais do gerador é de 80V e a corrente que o atravessa tem intensidade 1,0A. O rendimento elétrico do gerador é de 80%. Determine
a) a potência elétrica fornecida pelo gerador;
b) a potência elétrica total gerada;
c) a resistência interna do gerador e a resistência elétrica da lâmpada.

RESOLUÇÃO:

a) $P_f = U \cdot i$ $\quad P_f = 80 \cdot 1{,}0$ (W) $\quad \boxed{P_f = 80W}$

b) $\eta = \dfrac{U}{E}$ $\quad 0{,}80 = \dfrac{80}{E}$ $\therefore E = 100V$

$P_g = E \cdot i$ $\quad P_g = 100 \cdot 1{,}0$ (W) $\quad \boxed{P_g = 100W}$

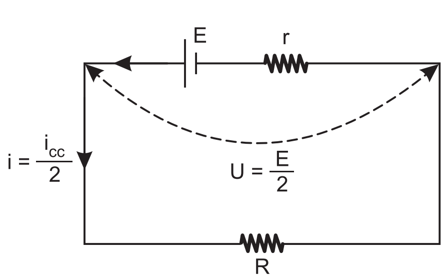
c) $P_d = P_g - P_f$ $\quad \therefore \quad P_d = 20W$

$P_d = r\,i^2$ $\quad 20 = r \cdot (1{,}0)^2$ $\quad \boxed{r = 20\Omega}$

A potência elétrica dissipada pela lâmpada é igual à potência fornecida pelo gerador: $P = R\,i^2 \Rightarrow 80 = R \cdot (1{,}0)^2 \Rightarrow \boxed{R = 80\Omega}$

Respostas: a) 80W b) 100W c) r = 20Ω e R = 80Ω

2. Um gerador de força eletromotriz E e resistência interna r é ligado a um resistor que possui resistência elétrica R. Sabe-se que o gerador está fornecendo ao resistor a máxima potência elétrica. Nas condições de potência fornecida máxima, a ddp entre os terminais do gerador é $\dfrac{E}{2}$ e a intensidade de corrente elétrica que o atravessa é metade da corrente de curto-circuito do gerador $\left(\dfrac{i_{cc}}{2}\right)$.



Para a situação proposta, podemos afirmar que:
a) R = 0 b) R = r/2 c) R = r
d) R = 2r e) R → ∞

RESOLUÇÃO:
$U = R \cdot i$

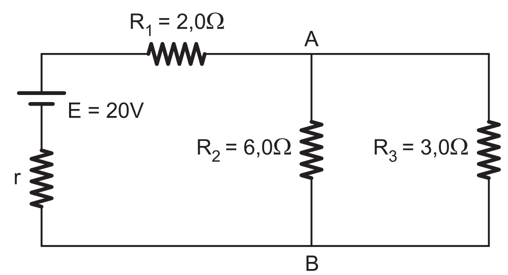
$\dfrac{E}{2} = R \cdot \dfrac{i_{cc}}{2}$

$\dfrac{E}{2} = R \cdot \dfrac{E}{2r}$

$\boxed{R = r}$

Resposta: C

3. **(UNIFOR)** – Um gerador de f.e.m. E = 20V e resistência interna r alimenta um circuito constituído por resistores de resistências elétricas $R_1 = 2{,}0\Omega$, $R_2 = 6{,}0\Omega$ e $R_3 = 3{,}0\Omega$, conforme representa o esquema abaixo.



Sabe-se que o gerador está fornecendo a potência máxima. Nessa condição, o valor da resistência interna, em ohms, e a tensão entre os pontos A e B, em volts, valem, respectivamente,
a) 1,0 e 5,0 b) 1,0 e 10 c) 2,0 e 5,0
d) 2,0 e 10 e) 4,0 e 5,0

RESOLUÇÃO:
Por tratar-se de um gerador em condições de potência máxima, a resistência total externa deve ser igual à resistência interna do gerador, assim:

$r_{int} = R_{ext}$

$r_{int} = 2{,}0 + \dfrac{6 \cdot 3}{6 + 3}$ (Ω)

$\boxed{r_{int} = 4{,}0\Omega}$

Cálculo de i_{total}:

$i_{total} = \dfrac{E}{\Sigma R}$

$i_{total} = \dfrac{20}{4{,}0 + 2{,}0 + 2{,}0}$ (A)

$\boxed{i_{total} = 2{,}5A}$

$U_{AB} = R_{AB} \cdot i$

Assim, $U_{AB} = 2{,}0 \cdot 2{,}5$ (V)

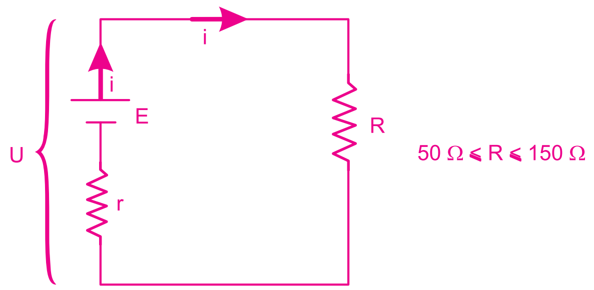
$\boxed{U_{AB} = 5{,}0V}$

Resposta: E

4. **(ITA-2012)** – Um gerador elétrico alimenta um circuito cuja resistência equivalente varia de 50 a 150 Ω, dependendo das condições de uso desse circuito. Lembrando que, com resistência mínima, a potência útil do gerador é máxima, então, o rendimento do gerador na situação de resistência máxima, é igual a

a) 0,25 b) 0,50 c) 0,67 d) 0,75 e) 0,90

RESOLUÇÃO
Temos o circuito



Na condição de potência útil máxima, temos r = R, isto é, r = 50Ω

Para R = 150Ω, vem:

1º) $i = \dfrac{E}{r + R} \Rightarrow i = \dfrac{E}{50 + 150} \Rightarrow i = \dfrac{E}{200}$

2º) $U = E - ri \Rightarrow U = E - 50 \cdot \dfrac{E}{200} \Rightarrow U = \dfrac{3E}{4}$

O rendimento do gerador na situação de resistência elétrica máxima é igual a:

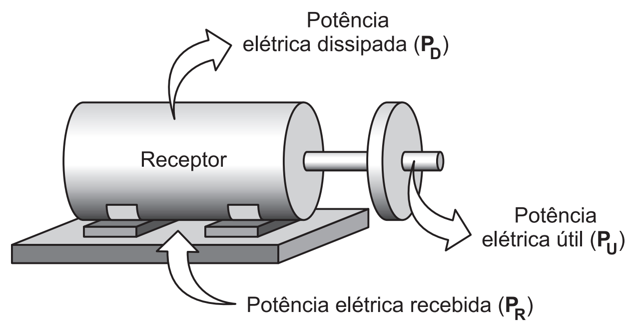
$$\eta = \frac{U}{E} \Rightarrow \eta = \frac{3E/4}{E} \Rightarrow \boxed{\eta = 0{,}75}$$

Resposta: D

MÓDULO 17

POTÊNCIAS DE GERADORES E DE RECEPTORES

1. Da potência recebida pelo receptor, P_R, uma parcela corresponde à potência útil, P_U, e a restante é dissipada na resistência interna, P_D, na forma de calor.



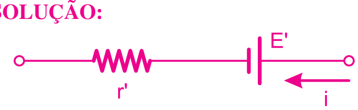
a) Qual o símbolo utilizado para se representar um receptor elétrico dentro de um circuito elétrico?

b) Determine uma relação para as potências elétricas (útil, recebida e dissipada) em um receptor elétrico.

d) Dê a expressão que fornece o rendimento (η) do receptor elétrico.

RESOLUÇÃO:

a)



b) $P_R = P_U + P_D$

c) $\eta = \dfrac{P_U}{P_R} = \dfrac{\text{Potência útil}}{\text{Potência recebida}}$

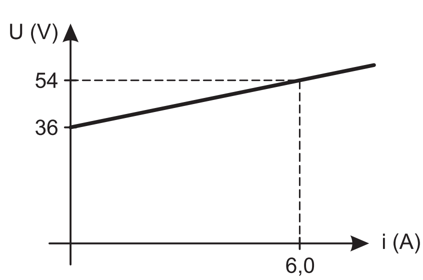
2. Dona Thereza foi preparar um suco de frutas para seu netinho. Colocou uma quantidade exagerada de frutas no liquidificador e ainda acrescentou alguns cubos de gelo.

Ao ligar o liquidificador, as pás giratórias ficaram bloqueadas. Nessa situação, pode-se afirmar:

a) Com as pás bloqueadas, não há energia dissipada e, consequentemente, não há riscos.
b) Com as pás bloqueadas, o receptor (liquidificador) converte-se em gerador.
c) Com as pás bloqueadas, temos conversão de energia elétrica em mecânica.
d) Com as pás bloqueadas, temos uma violação do princípio de conservação da energia.
e) Com as pás bloqueadas, o receptor atua como um resistor, dissipando energia elétrica, que pode provocar um superaquecimento e a queima do motor.

RESOLUÇÃO:
O bloqueio das pás impede a transformação de energia elétrica em mecânica, e o liquidificador passa a dissipar toda a energia elétrica na resistência interna do motor. O superaquecimento pode provocar o derretimento dos condutores e a "queima" do motor.
Resposta: E

3. A figura mostra a curva característica de um receptor elétrico.



Determine
a) sua fcem;
b) sua resistência interna;
c) seu rendimento quando percorrido por uma corrente de intensidade 12A.

RESOLUÇÃO:

a) Leitura direta no gráfico $\boxed{E' = 36V}$

b) $\text{tg}\,\beta \overset{N}{=} r' = \dfrac{54 - 36}{6 - 0}\,\Omega = 3{,}0\Omega$

c) $U = E' + r'\,i$
$U = 36 + 3{,}0\,(12)\,(V)$
$U = 72V$

Assim:

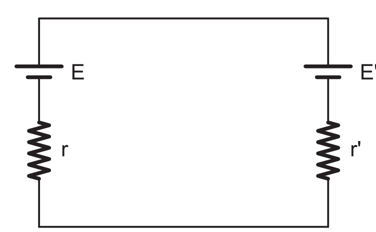
$\eta = \dfrac{E}{U}$

$\eta = \dfrac{36}{72}$

$\eta = 0{,}50$ **ou 50%**

Respostas: a) 36V
b) 3,0Ω
c) 50%

4. No circuito esquematizado, o gerador, de força eletromotriz E = 20V e resistência interna r = 2,0Ω, alimenta um motor de força contraeletromotriz E' = 8,0V e resistência interna r' = 1,0Ω.



Determine
a) a intensidade de corrente através do circuito;
b) a d.d.p. nos terminais do gerador e do motor;
c) os rendimentos elétricos do gerador e do motor;
d) para o receptor, as potências elétricas recebida, útil e dissipada.

RESOLUÇÃO:

a) $i = \dfrac{E - E'}{\Sigma R}$

$i = \dfrac{20 - 8{,}0}{3{,}0}\,(A)$

$\boxed{i = 4{,}0A}$

b) $U = E - r\,i$
$U = 20 - 2{,}0\,(4{,}0)\,(V)$
$U = 12V$

$U = E' + r'\,i$
$U = 8{,}0 + 1{,}0\,(4{,}0)\,(V)$
$U = 12V$

c) $\eta_{gerador} = \dfrac{U}{E} = \dfrac{12}{20}$

$\eta_{gerador} = 0{,}6$ **ou 60%**

$\eta_{receptor} = \dfrac{U}{E} = \dfrac{8{,}0}{12}$

$\eta_{receptor} = 0{,}66$ **ou 66%**

d) $P_{recebida} = U\,i = 12 \,.\, 4{,}0 = 48W$

$P_{útil} = E'\,i = 8{,}0 \,.\, 4{,}0 = 32W$

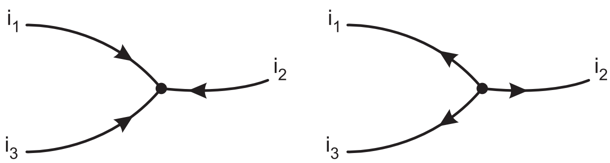
$P_{dissipada} = r\,i^2 = 1{,}0 \,.\, (4{,}0)^2 = 16W$

Respostas: a) 4,0A
b) $U_G = U_R = 12V$
c) $\eta_G = 60\%$; $\eta_R = 66\%$
d) $P_R = 48W$; $P_u = 32W$; $P_D = 16W$

MÓDULO 18

LEIS DE KIRCHHOFF

1. **(UNESP)** – As figuras mostram o ponto de conexão de três condutores, percorridos pelas correntes elétricas i_1, i_2 e i_3.

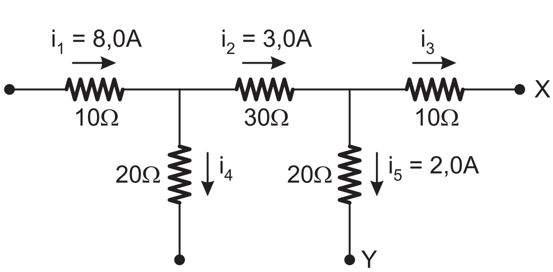


As duas figuras, no entanto, estão **erradas** no que se refere aos sentidos indicados para as correntes. Assinale a alternativa que sustenta esta conclusão.

a) Princípio de conservação da carga elétrica.
b) Força entre cargas elétricas, dada pela Lei de Coulomb.
c) Relação entre corrente e tensão aplicada, dada pela Lei de Ohm.
d) Relação entre corrente elétrica e campo magnético, dada pela Lei de Ampère.
e) Indução eletromagnética, dada pela Lei de Faraday.

RESOLUÇÃO:
As figuras dadas contrariam o princípio da conservação da carga elétrica: a soma das cargas elétricas que chegam ao ponto de conexão dos condutores deve ser igual à soma das cargas elétricas que dele saem, num certo intervalo de tempo. Consequentemente, a soma das intensidades das correntes que chegam ao ponto de conexão deve ser igual à soma das intensidades das correntes que dele saem (1.ª Lei de Kirchhoff).
Resposta: A

2. Considere o trecho de circuito abaixo e os valores nele indicados.



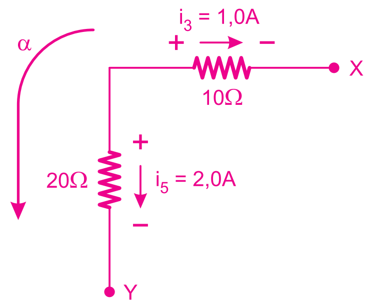
Determine os valores de i_3 e i_4, e a ddp entre os pontos X e Y $(V_x - V_y)$.

RESOLUÇÃO:
$i_1 = i_2 + i_4$

$8{,}0 = 3{,}0 + i_4 \therefore \boxed{i_4 = 5{,}0A}$

$i_2 = i_3 + i_5$

$3{,}0 = i_3 + 2{,}0 \therefore \boxed{i_3 = 1{,}0A}$



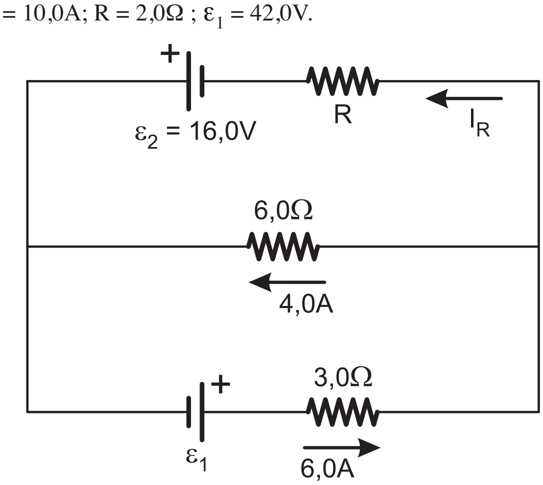
$U_{XY} = -10\,(1{,}0) + 20 \,.\, (2{,}0)\ (V)$

$\boxed{U_{XY} = 30V}$

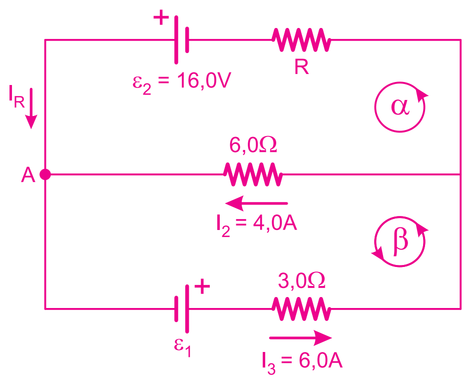
Respostas: $i_3 = 1{,}0A$; $i_4 = 5{,}0A$; $U_{xy} = 30V$

3. **(UNIOESTE)** – No circuito mostrado na figura a seguir, é correto afirmar que a corrente I_R no resistor R, o valor da resistência R e a força eletromotriz desconhecida ε_1 são, respectivamente:

a) $I_R = 2{,}0A$; $R = 20{,}0\Omega$; $\varepsilon_1 = 42{,}0V$.
b) $I_R = 10{,}0A$; $R = 20{,}0\Omega$; $\varepsilon_1 = 4{,}2V$.
c) $I_R = 10{,}0A$; $R = 20{,}0\Omega$; $\varepsilon_1 = 42{,}0V$.
d) $I_R = 2{,}0A$; $R = 2{,}0\Omega$; $\varepsilon_1 = 4{,}2V$.
e) $I_R = 10{,}0A$; $R = 2{,}0\Omega$; $\varepsilon_1 = 42{,}0V$.



RESOLUÇÃO:



Nó A (Lei dos nós): $I_R + I_2 = I_3$

$i_R + 4,0 = 6,0 \Rightarrow \boxed{i_R = 2,0A}$

Malha α:

$-6,0\,(4,0) + R\,(2,0) - 16,0 = 0$

$2,0R = 40$

$\boxed{R = 20,0\Omega}$

Malha β:

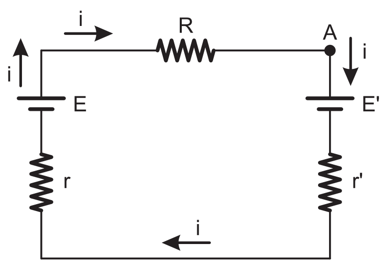
$6,0\,(4,0) - \varepsilon_1 + 3,0\,(6,0) = 0$

$\boxed{\varepsilon_1 = 42,0V}$

Resposta: A

4. Utilizando a Segunda Lei de Kirchhoff para o circuito gerador-receptor-resistor esquematizado, prove que:

$$i = \frac{E - E'}{R + r + r'} \text{ (Lei de Pouillet)}$$



RESOLUÇÃO:

Lei das malhas:

$+E' + r'i + ri - E + Ri = 0$

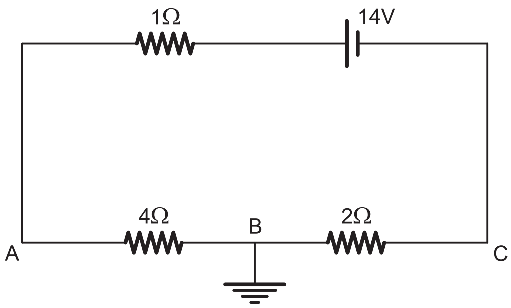
$Ri + r'i + ri = E - E'$

$i(R + r' + r) = E - E'$

$$\boxed{i = \frac{E - E'}{R + r' + r}} \text{ (Lei de Pouillet)}$$

5. No circuito da figura, os potenciais elétricos nos pontos A e C valem, respectivamente

a) 2V e –1V b) 4V e 6V c) 12V e –8V
d) 8V e –4V e) 4V e 14V



NOTE E ADOTE
O potencial elétrico do ponto B, ligado a Terra, tem por definição potencial elétrico igual a zero.

RESOLUÇÃO:

$i = \frac{E}{\Sigma R} = \frac{14}{7} A = 2A$

$U_{AB} = R_{AB}\, i$
$V_A - V_B = R_{AB} \,.\, i$

$V_A - 0 = 4 \,.\, 2 \Rightarrow \boxed{V_A = 8V}$

$U_{BC} = R_{BC} \,.\, i$
$V_B - V_C = R_{BC} \,.\, i$
$0 - V_C = 2 \,.\, 2$

$\boxed{V_C = -4V}$

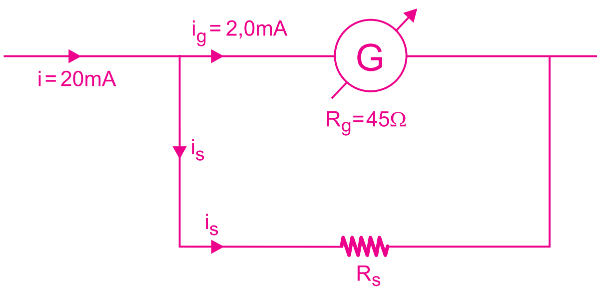
Resposta: D

MÓDULO 19

MEDIDORES ELÉTRICOS

1. Um galvanômetro possui resistência interna igual a 45Ω e a corrente máxima que ele suporta é 2,0mA. Explique o que deve ser feito para que se possa utilizar esse galvanômetro para medir correntes de até 20mA.

RESOLUÇÃO:
Deve-se associar em paralelo com o galvanômetro um resistor (*shunt*).



$$\left[\begin{array}{l} i = i_g + i_s \\ 20 = 2{,}0 + i_s \therefore i_s = 18mA \end{array}\right.$$

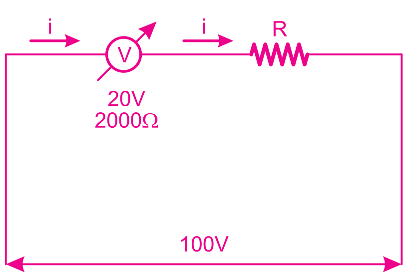
$$\left[\begin{array}{l} U_{galv} = U_{shunt} \\ R_g\, i_g = R_s \,.\, i_s \\ 45 \,.\, 2{,}0 = R_s \,.\, 18 \end{array}\right. \quad \boxed{R_s = 5{,}0\Omega}$$

Resposta: Resistor de 5,0Ω em paralelo.

2. **(MACKENZIE)** – Usando um voltímetro de fundo de escala 20V e resistência interna 2000Ω, desejamos medir uma ddp igual a 100V. A resistência do resistor adicional que devemos associar a esse voltímetro é

a) 1kΩ b) 2kΩ c) 6kΩ d) 8kΩ e) 12kΩ

RESOLUÇÃO:



Para medir uma tensão (100V) maior do que a que o voltímetro suporta (20V), deve-se associar um resistor em série com o voltímetro.

Cálculo de i:

$U = R \,.\, i$

$20 = 2000 \,.\, i \therefore i = \dfrac{1}{100}\,A$

Cálculo de R:

$U_{total} = R_{eq} \,.\, i$

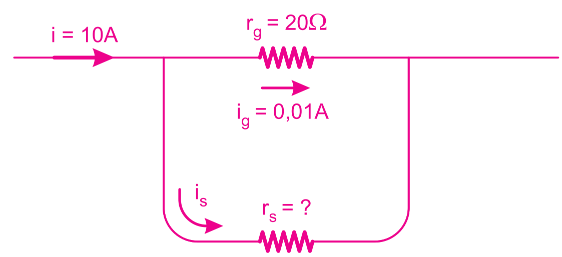
$100 = (2000 + R) \,.\, \dfrac{1}{100}$

$R = 8000\Omega \quad \boxed{R = 8k\,\Omega}$

Resposta: D

3. **(FEI-SP)** – Deseja-se utilizar um galvanômetro de resistência interna 20Ω e fundo de escala 0,01A como amperímetro de fundo de escala 10A. Qual o valor da resistência a ser associada ao galvanômetro e como devemos fazer a fim de que isso seja possível?

RESOLUÇÃO:



$i = i_g + i_s$

$10 = 0{,}01 + i_s$

$\boxed{i_s = 9{,}99A}$

Ainda: $U_g = U_s$

$r_g\, i_g = r_s\, i_s$

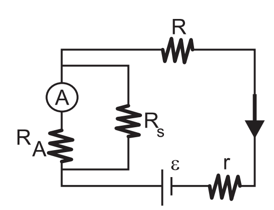
$20 \,.\, 0{,}01 = r_s \,.\, 9{,}99$

$\boxed{r_s \cong 0{,}02\Omega}$

Respostas: 0,02Ω; paralelo

4. **(MACKENZIE-MODELO ENEM)** – Um problema com a aparelhagem elétrica do laboratório de Física provocou a seguinte situação.

O amperímetro (A), descrito no circuito abaixo, possui resistência interna $R_A = 9{,}0 \,.\, 10^{-2}\Omega$.



Devido às suas limitações, teve de ser "shuntado" com a resistência $R_S = 1{,}0 \,.\, 10^{-2}\Omega$. Nestas condições, a intensidade de corrente medida em (A) é 1,0A, portanto a intensidade de corrente i é:

a) 19A b) 10A c) 9,0A d) 0,90A e) 0,10A

RESOLUÇÃO:

R_A e R_S estão associados em paralelo, assim:

$R_A \cdot i_A = R_S\, i_s$

$9{,}0\ 10^{-2} \cdot 1{,}0 = 1{,}0\ 10^{-2} \cdot i_s$

$\boxed{i_s = 9{,}0\text{A}}$

Sendo $i = i_A + i_s$

$i = 1{,}0 + 9{,}0\ (\text{A})$

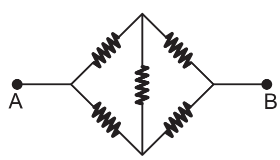
$\boxed{i = 10\text{A}}$

Resposta: B

MÓDULO 20

PONTE DE WHEATSTONE

1. **(CESGRANRIO)** – No circuito esquematizado abaixo, todas as resistências são iguais a **R**.

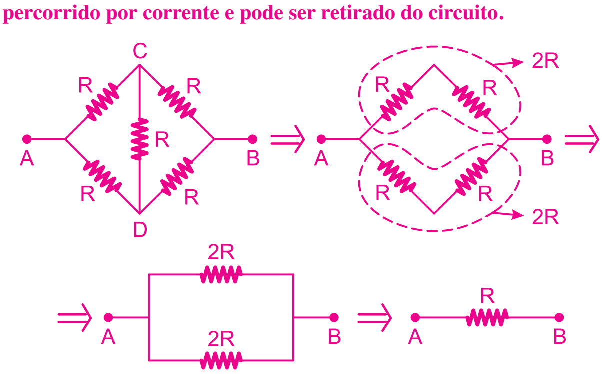


Assim, a resistência equivalente entre os pontos **A** e **B** será igual a:

a) R/2 b) R c) 2R d) 4R e) 5R

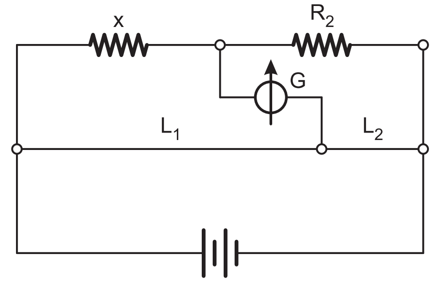
RESOLUÇÃO:

Estando a ponte em equilíbrio, o resistor situado entre C e D não é percorrido por corrente e pode ser retirado do circuito.



Resposta: B

2. No circuito da figura, L_1 é o dobro de L_2, sendo L_1 e L_2 partes do mesmo fio homogêneo e de seção reta uniforme, e R_2 é igual a 400 ohms.



Quando não passar corrente no galvanômetro G, o valor da resistência x será

a) 200 ohms b) 80 ohms c) 800 ohms

d) 1200 ohms e) 600 ohms

RESOLUÇÃO:

Observemos que as resistências elétricas dos trechos L_1 e L_2 serão diretamente proporcionais aos seus comprimentos $\left(R = \dfrac{\rho\ell}{A}\right)$, assim:

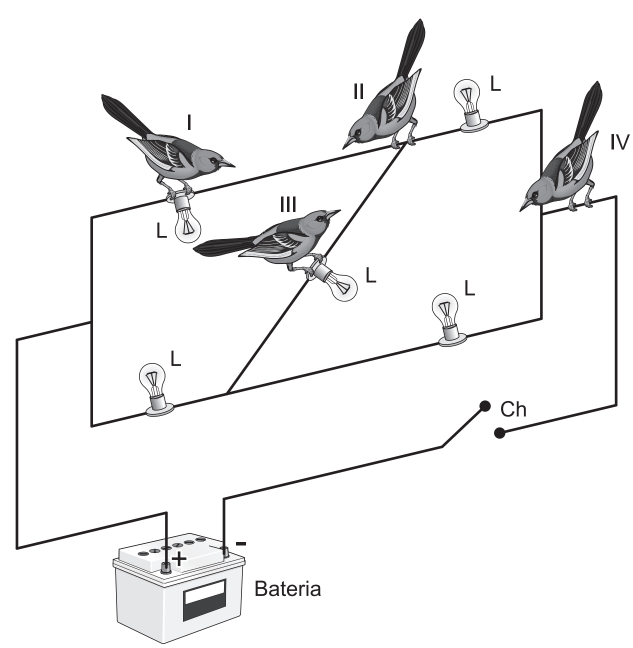
$R_2 \cdot L_1 = x \cdot L_2$

$400 \cdot (2L_2) = x\, L_2$

$\boxed{x = 800\Omega}$

Resposta: C

3. **(AFA-2012-MODIFICADA)** – A figura abaixo mostra quatro posições onde um mesmo passarinho pode pousar em um circuito elétrico ligado a uma fonte de tensão, composto de fios ideais e cinco lâmpadas idênticas L.

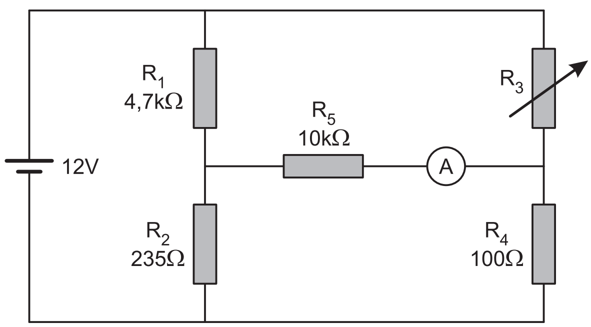


Quando a chave Ch está ligada, em qual(quais) posição (posições) o passarinho correrá risco de morrer?

a) I e III b) II e IV c) IV d) III e) I

RESOLUÇÃO:
Situação I: Ao pousar na posição I, o pássaro fica em paralelo com a lâmpada e submetido à mesma ddp que esta, *correndo o risco de morrer*.
Posição II e posição IV: A corrente elétrica irá percorrer o fio, e não o pássaro, que apresenta resistência elétrica muito maior que este pequeno trecho de fio de cobre, portanto, nessas posições o pássaro não correrá risco de morrer.
Posição III: Se a Ponte de Wheatstone estivesse em desequilíbrio, o pássaro correria risco de morrer, porém todas as lâmpadas são idênticas, o que deixa a ponte em equilíbrio; logo, o pássaro não será percorrido por corrente elétrica. Não haverá risco de morrer.
Resposta: E

4. **(EEAr-2012)** – Assinale a alternativa que representa o valor, em quilo-ohms (kΩ), que o resistor variável R_3 deve ser ajustado para que a corrente em R_5, indicada no amperímetro, seja zero ampére.



a) 1,0 b) 2,0 c) 3,0 d) 4,0

RESOLUÇÃO:
Para a condição de i = 0, temos:

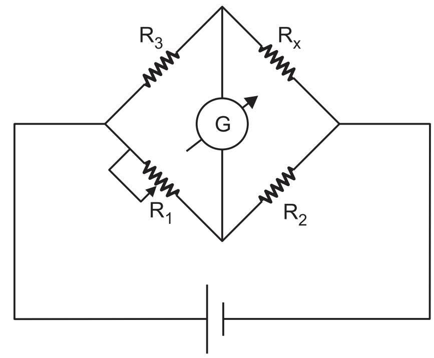
$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$

$4{,}7 \cdot 10^3 \cdot 100 = 235 \cdot R_2$

$R_3 = \dfrac{4{,}7 \cdot 10^5}{235}\ (\Omega) = 2{,}0\text{k}\Omega$

Resposta: B

5. **(ITA-2012)** – Alguns tipos de sensores piezorresistivos podem ser usados na confecção de sensores de pressão baseados em pontes de Wheatstone. Suponha que o resistor R_x do circuito da figura seja um piezorresistor com variação de resistência dada por $R_x = kp + 10\Omega$, em que $k = 2{,}0 \times 10^{-4}\Omega/\text{Pa}$ e p, a pressão.



Usando este piezorresistor na construção de um sensor para medir pressões na faixa de 0,10 atm a 1,0 atm, assinale a faixa de valores do resistor R_1 para que a ponte de Wheatstone seja balanceada. São dados: $R_2 = 20\Omega$ e $R_3 = 15\Omega$.

a) De $R_{1min} = 25\Omega$ a $R_{1max} = 30\Omega$
b) De $R_{1min} = 20\Omega$ a $R_{1max} = 30\Omega$
c) De $R_{1min} = 10\Omega$ a $R_{1max} = 25\Omega$
d) De $R_{1min} = 9{,}0\Omega$ a $R_{1max} = 23\Omega$
e) De $R_{1min} = 7{,}7\Omega$ a $R_{1max} = 9{,}0\Omega$

RESOLUÇÃO:
Determinemos, inicialmente, os valores extremos que R_x pode assumir.
Para p = 1,0 atm = $1{,}0 \cdot 10^5$ Pa, temos:

$R_x = K \cdot p + 10\Omega$

$R_x = 2{,}0 \cdot 10^{-4} \cdot 1{,}0 \cdot 10^5 + 10$

$R_{x_{máx}} = 30\Omega$

Para p = 0,10 atm = $0{,}10 \cdot 10^5$Pa, temos:

$R'_x = 2{,}0 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}10 \cdot 10^5 + 10$

$R'_{x_{mín}} = 12\Omega$

Ponte de Wheatstone em equilíbrio na situação 1:

$R_{1_{mín}} \cdot R_x = R_2R_3$

$R_{1_{mín}} \cdot 30 = 20 \cdot 15$

$\boxed{R_{1_{mín}} = 10\Omega}$

Ponte de Wheatstone em equilíbrio na situação 2:

$R_{1_{máx}} \cdot R'_x = R_2R_3$

$R_{1_{máx}} \cdot 12 = 20 \cdot 15$

$\boxed{R_{1_{máx}} = 25\Omega}$

Resposta: C