OBJETIVO

ITA

Física

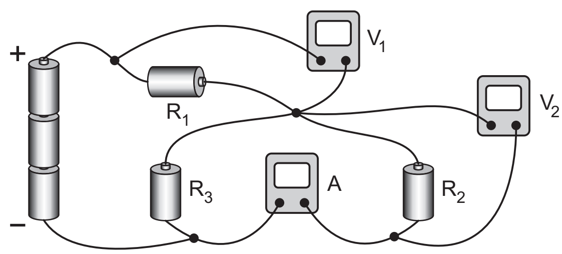
Livro do Professor

6

MÓDULO 21

Eletrodinâmica III

1. **(AFA-2010)** – No circuito abaixo, alimentado por três pilhas ideais de 1,5V cada, o amperímetro A e os voltímetros V_1 e V_2 são considerados ideais.

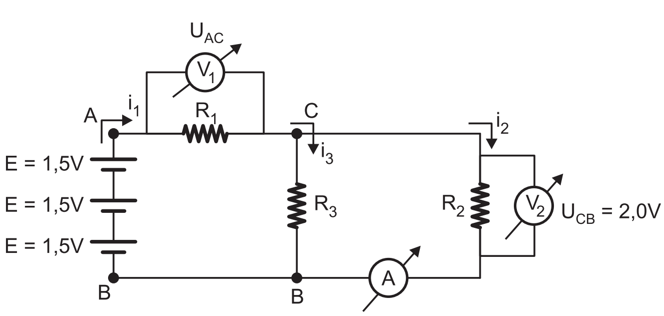


Sabe-se que o voltímetro V_2 indica 2,0V e que as resistências elétricas
dos resistores R_1 e R_3 são, respectivamente, 2,5Ω e 3,0Ω. Nestas condições, as indicações de V_1, em volts, de A, em ampères, e o valor da resistência elétrica do resistor R_2, em ohms, são, respectivamente

a) $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, 6 b) $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, 3

c) $\frac{5}{2}$, $\frac{1}{3}$, 6 d) $\frac{5}{2}$, $\frac{2}{3}$, 3

RESOLUÇÃO:



$$U_{AB} = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5V$$

mas, $U_{AB} = U_{AC} + U_{CB}$

$$4,5 = U_{AC} + 2,0$$

$\boxed{U_{AC} = 2,5V}$ **(Leitura de V_1)**

Cálculo de i_1: $U_1 = R_1\, i_1$

$$2,5 = 2,5\, i_1$$

$$\boxed{i_1 = 1,0A}$$

Cálculo de i_3: $U_3 = R_3\, i_3$

$$2,0 = 3,0\, i_3$$

$$\boxed{i_3 = \frac{2}{3}A}$$

Cálculo de i_2: $i_1 = i_2 + i_3$ **(Lei dos Nós)**

$$1,0 = i_2 + \frac{2}{3}$$

$\boxed{i_2 = \frac{1}{3}A}$ **Leitura do amperímetro A**

finalmente:

$U_2 = R_1\, i_2$

$2,0 = R_2\, \frac{1}{3}$

$\boxed{R_2 = 6,0\Omega}$

Resposta: C

2. **(ITA-2003)** – Em sua aventura pela Amazônia, João porta um rádio para comunicar-se. Em caso de necessidade, pretende utilizar células solares de silício, capazes de converter a energia solar em energia elétrica, com eficiência de 10%. Considere que cada célula tenha 10 cm² de área coletora, sendo capaz de gerar uma tensão de 0,70 V, e que o fluxo de energia solar médio incidente é da ordem de 1,0 x 10³ W/m². Projete um circuito que deverá ser montado com as células solares para obter uma tensão de 2,8 V e corrente mínima de 0,35 A, necessárias para operar o rádio.

RESOLUÇÃO:

Sendo o fluxo de energia solar médio incidente igual a $1,0\ .\ 10^3\ W/m^2$, concluímos que cada célula de área $10\ cm^2 = 10\ .\ 10^{-4}\ m^2$ recebe a potência

$P = 1,0\ .\ 10^3\ W/m^2\ .\ 10\ .\ 10^{-4}\ m^2 = 1,0W$.

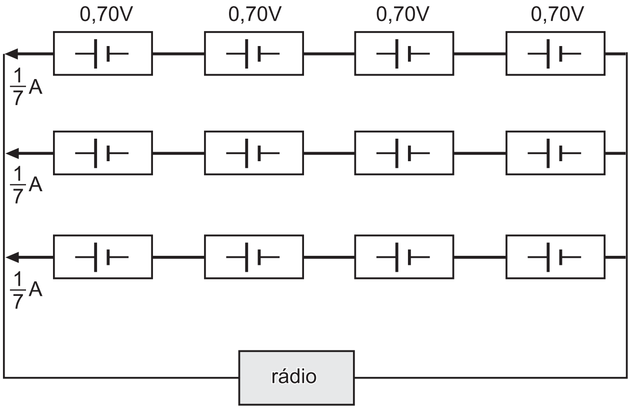
Sendo de 10% a eficiência de conversão de energia solar em energia elétrica, resulta que a potência elétrica fornecida por célula é P' = 0,10W. Como cada célula é capaz de gerar uma tensão de 0,70V, concluímos que a intensidade da corrente fornecida por uma célula é

$$i = \frac{P'}{U} = \frac{0,10W}{0,70V} = \frac{1}{7}\ A$$

Para obtermos uma tensão de 2,8V, devemos associar n conjuntos de 4 células em série. Vamos, agora, determinar o número de conjuntos. Lembrando que a corrente mínima deve ser 0,35A, vem:

$$n \cdot \frac{1}{7} = 0{,}35 \Rightarrow n = 2{,}45$$

Sendo n um número inteiro, concluímos que o número mínimo de conjuntos é três. Assim, temos o circuito:

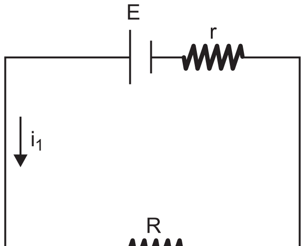


Resposta: ver esquema

3. **(ITA-2002)** – Numa prática de laboratório, um estudante conectou uma bateria a um resistor, obtendo uma corrente i_1. Ligando em série mais uma bateria, idêntica à primeira, a corrente passa ao valor i_2. Finalmente, ele liga as mesmas baterias em paralelo e a corrente que passa pelo resistor torna-se i_3. Qual das alternativas abaixo expressa uma relação existente entre as correntes i_1, i_2 e i_3?

a) $i_2 i_3 = 2i_1 (i_2 + i_3)$ b) $2i_2 i_3 = i_1 (i_2 + i_3)$
c) $i_2 i_3 = 3i_1 (i_2 + i_3)$ d) $3i_2 i_3 = i_1 (i_2 + i_3)$
e) $3i_2 i_3 = 2i_1 (i_2 + i_3)$

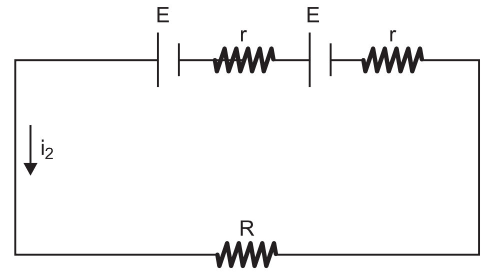
RESOLUÇÃO:
1º circuito:



Lei de Pouillet

$$i_1 = \frac{E}{r + R} \quad ①$$

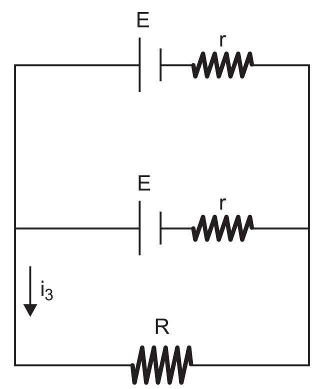
2º circuito:



Lei de Pouillet

$$i_2 = \frac{2E}{2r + R} \quad ②$$

3º circuito:



Lei de Pouillet

$$i_3 = \frac{E}{\frac{r}{2} + R} \quad ③$$

$$\text{De } ① : r + R = \frac{E}{i_1} \quad ④$$

$$\text{De } ② : 2r + R = \frac{2E}{i_2} \quad ⑤$$

Das equações ④ e ⑤, tiramos os valores de r e R:

$$r = \frac{2E}{i_2} - \frac{E}{i_1}$$

$$R = \frac{2E}{i_1} - \frac{2E}{i_2}$$

Substituindo-se r e R na (3), vem

$$i_3 = \frac{E}{\frac{E}{i_2} - \frac{E}{2i_1} + \frac{2E}{i_1} - \frac{2E}{i_2}}$$

$$i_3 = \frac{1}{\frac{3}{2i_1} - \frac{1}{i_2}}$$

$$i_3 = \frac{1}{\frac{3i_2 - 2i_1}{2i_1\, i_2}}$$

$$i_3 = \frac{2i_1\, i_2}{3i_2 - 2i_1}$$

$$3i_2 i_3 - 2i_1 i_3 = 2i_1 i_2$$

$$\boxed{3i_2 i_3 = 2i_1(i_2 + i_3)}$$

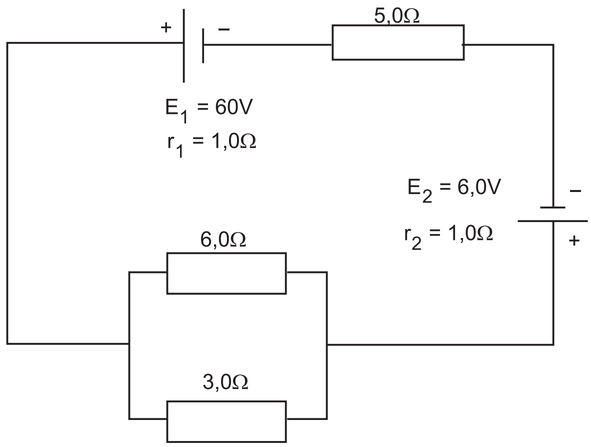
Resposta: E

MÓDULO 22

Eletrodinâmica III

1. **(ITA)** – No circuito abaixo, as tensões nos terminais das baterias de 60V e 6,0V são, respectivamente,

a) 54V e 12V b) 53V e 13V c) 54V e 5,4V
d) 50V e 16V e) 48V e 18V



RESOLUÇÃO:

(1) $$i = \frac{E_1 - E_2}{R_{eq} + r_1 + r_2}$$

$$i = \frac{60 - 6,0}{7,0 + 1,0 + 1,0}$$

$i = 6,0A$

(2) $U_1 = E_1 - r_1 \cdot i$

$U_1 = 60 - 1,0 \cdot 6,0$

$\boxed{U_1 = 54V}$

(3) $U_2 = E_2 + r_2 \cdot i$

$U_2 = 6,0 + 1,0 \cdot 6,0$

$\boxed{U_2 = 12V}$

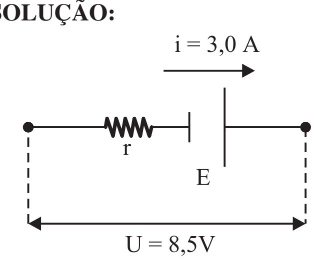
Resposta: A

2. **(ITA)** – A diferença de potencial entre os terminais de uma bateria é 8,5V, quando há uma corrente elétrica que a percorre internamente, do terminal negativo para o positivo, de 3,0A. Por outro lado, quando a corrente que a percorre internamente for de 2,0A, indo do terminal positivo para o negativo, a diferença de potencial entre seus terminais é de 11,0V. Nestas condições, a resistência interna da bateria, expressa em ohms, e a sua f.e.m., expressa em volts, são, respectivamente;

a) 2,0 e $1,0 \cdot 10^2$ b) 0,50 e 10,0
c) 0,50 e 12,0 d) 1,5 e 10,0
e) 5,0 e 10,0

RESOLUÇÃO:

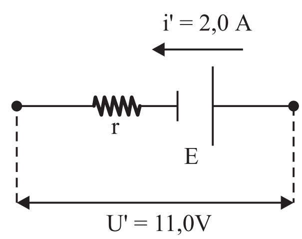
(1)



$U = E - r\,i$

$8,5 = E - r \cdot 3,0$ (I)

(2)



$U' = E + r\,i'$

$11,0 = E + r \cdot 2,0$ (II)

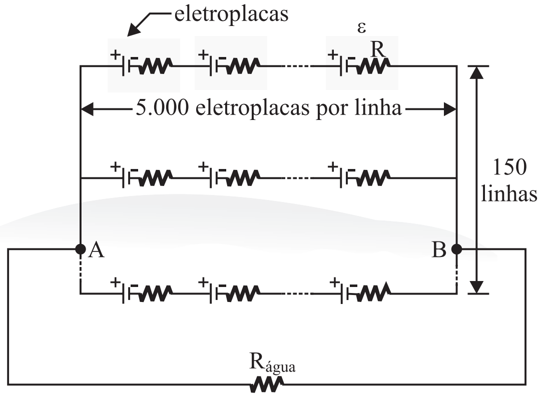
(3) De I e II, vem:

$$\begin{array}{r} E - 3,0r = 8,5 \\ -E - 2,0r = -11,0 \\ \hline -5,0r = -2,5 \end{array}$$

$\boxed{r = 0,5\Omega}$ $\boxed{E = 10,0V}$

Resposta: B

3. **(UNB)**



Um perigo para os mergulhadores em rios e oceanos é o contato com peixes elétricos. Sabe-se que essa espécie produz eletricidade a partir de células biológicas (eletroplacas) que funcionam como baterias elétricas. Certos peixes elétricos encontrados na América do Sul contêm um conjunto de eletroplacas organizadas de forma análoga ao circuito elétrico representado na figura acima. Existem, ao longo do corpo deles, 150 linhas horizontais, com 5000 eletroplacas por linha. Cada eletroplaca tem uma força eletromotriz – ε – de 0,15 V e uma resistência elétrica – *R* – interna de 0,30Ω. A resistência da água – $R_{água}$ – em torno do peixe deve ser considerada igual a 740Ω. Com base nessas informações, calcule as seguintes quantidades, desprezando, para a marcação na Folha de Respostas, a parte fracionária do resultado final obtido após efetuar todos os cálculos solicitados.

a) O número total de eletroplacas do peixe elétrico, expressando a quantidade calculada em milhares de eletroplacas.

b) A resistência equivalente em cada linha de eletroplacas, em **ohms**, dividindo a quantidade calculada por 10.

c) A resistência equivalente do peixe elétrico, observada entre os pontos A e B, **em ohms**.

d) A potência dissipada no peixe elétrico, **em watts**, quando este está submerso na água. Multiplique a quantidade calculada por 10.

RESOLUÇÃO:

a) $\eta = 5000 \cdot 150$

$\eta = 750\,000$ eletroplacas

$\eta = 750$ mil eletroplacas

b) $R_{eq} = 5000 \cdot R$

$R_{eq} = 5000 \cdot 0{,}30$

$R_{eq} = 150$

$$\frac{R_{eq}}{10} = 150\Omega$$

c) $$R_{total} = \frac{R_{eq}}{150} = \frac{1500}{150}\ \Omega$$

$R_{total} = 10\Omega$

d) 1) $$i = \frac{E}{\Sigma R}$$

$$i = \frac{5000 \cdot 0{,}15}{10 + 740}$$

$i = 1A$

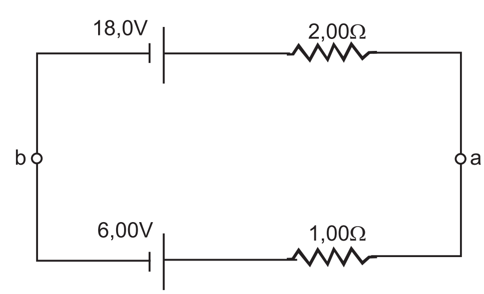
2) $P = R_{total} \cdot i^2$

$P = 10 \cdot 1^2$

$\boxed{P = 10W}$

$P \cdot 10 = 100W$

4. **(ITA)** – As duas baterias da figura estão ligadas em oposição. Suas f.e.m. e resistências internas são respectivamente: 18,0V e 2,00Ω, 6,00V e 1,00Ω. Sendo i a corrente no circuito, V_{ab} a tensão $V_a - V_b$ e P_d a potência total dissipada, podemos afirmar que:



a) i = 9,00A, $V_{ab} = -10{,}0V$, $P_d = 12{,}0W$

b) i = 6,00A, $V_{ab} = 10{,}0V$, $P_d = 96{,}0W$

c) i = 4,00A, $V_{ab} = -10{,}0V$, $P_d = 16{,}0W$

d) i = 4,00A, $V_{ab} = 10{,}0V$, $P_d = 48{,}0W$

e) i = 4,00A, $V_{ab} = 24{,}0V$, $P_d = 32{,}0W$

RESOLUÇÃO:

(1) $$i = \frac{E - E'}{R + r + r'} = \frac{18{,}0 - 6{,}00}{2{,}00 + 1{,}00}$$

$\boxed{i = 4{,}00A}$

(2) $V_{ab} = E - r\,i = 18{,}0 - 2{,}00 \cdot 4{,}00$

$\boxed{V_{ab} = 10{,}0V}$

(3) $P_d = r_{eq} \cdot i^2$

$P_d = 3{,}00 \cdot (4{,}00)^2$

$\boxed{P_d = 48{,}0W}$

Resposta: D

MÓDULO 23

Cinemática IV

1. **(ITA)** – Um móvel parte da origem do eixo x, com velocidade escalar constante de 3,0m/s. No instante t = 6,0s o móvel adquire uma aceleração escalar constante de – 4,0m/s^2.
A equação horária dos espaços, a partir do instante t = 6,0s será, em unidades SI:

a) $x = 3{,}0t – 2{,}0t^2$
b) $x = 18{,}0 + 3{,}0t – 2{,}0t^2$
c) $x = 18{,}0 – 2{,}0t^2$
d) $x = –72{,}0 + 27{,}0t – 2{,}0t^2$
e) $x = 27{,}0t – 2{,}0t^2$

RESOLUÇÃO:

(1) MU (0 a 6,0s): $V = \dfrac{\Delta s}{\Delta t}$

$$3{,}0 = \frac{\Delta s}{6{,}0} \Rightarrow \boxed{\Delta s = 18{,}0m}$$

(2) A partir do instante t = 6,0s (t' = 0), temos:
$s_0 = 18{,}0m$
$V_0 = 3{,}0m/s$
$\gamma = –4{,}0m/s^2$

$$(\text{MUV}) \quad s = s_0 + V_0\, t' + \frac{\gamma}{2}\, t'^2$$

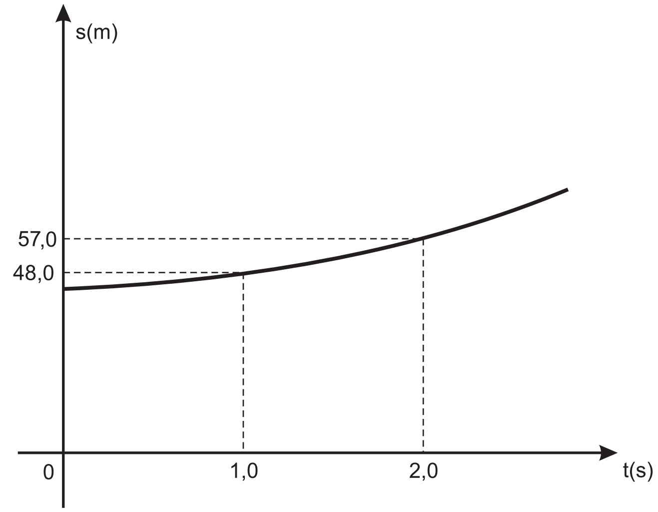
$$s = 18{,}0 + 3{,}0\,(t – 6{,}0) + \left(\frac{– 4{,}0}{2}\right)(t – 6{,}0)^2$$

$$s = 18{,}0 + 3{,}0t – 18{,}0 + (–2{,}0)\,(t^2 – 12{,}0t + 36{,}0)$$

$$\boxed{s = –72{,}0 + 27{,}0t – 2{,}0t^2}$$

Resposta: D

2. **(ITA)** – A curva da figura a seguir é a representação gráfica da equação horária de um movimento retilíneo. Ela é constituída por um trecho de um ramo de parábola cujo vértice está localizado no eixo dos espaços.



Neste movimento,

a) a velocidade inicial é nula e a aceleração escalar vale $–6{,}0m \cdot s^{–2}$.
b) a velocidade inicial é de $48m \cdot s^{–1}$ e a aceleração escalar é de $6{,}0m \cdot s^{–2}$.
c) a aceleração escalar é de $39m \cdot s^{–2}$.
d) a velocidade escalar média no intervalo de zero a 2,0s é de $9{,}0m \cdot s^{–1}$.
e) o espaço inicial vale 45m.

RESOLUÇÃO:

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

$$57{,}0 = s_0 + \frac{\gamma}{2}\,(2{,}0)^2$$

$$57{,}0 = s_0 + 2{,}0\,\gamma \quad (\text{I})$$

(2) $48{,}0 = s_0 + \dfrac{\gamma}{2}\,(1{,}0)^2 \Rightarrow 48{,}0 = s_0 + \dfrac{\gamma}{2{,}0} \quad (\text{II})$

De (I) e (II), vem:

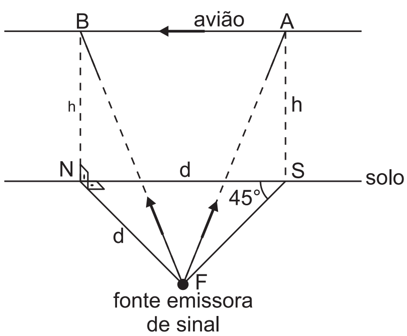
$$\begin{cases} s_0 + 2{,}0\gamma = 57{,}0 \\ s_0 + \dfrac{\gamma}{2{,}0} = 48{,}0 \end{cases} \Rightarrow \begin{matrix} s_0 = 45{,}0m \\ \gamma = 6{,}0m/s^2 \end{matrix}$$

Resposta: E

3. **(ITA-2005)** – Um avião de vigilância aérea está voando a uma altura de 5,0 km, com velocidade de $50\sqrt{10}$ m/s no rumo norte, e capta no radiogoniômetro um sinal de socorro vindo da direção noroeste, de um ponto fixo no solo. O piloto então liga o sistema de pós-combustão da turbina, imprimindo uma aceleração constante de 6,0 m/s^2. Após $40\sqrt{10}/3$s, mantendo a mesma direção, ele agora constata que o sinal está chegando da direção oeste. Neste instante, em relação ao avião, o transmissor do sinal se encontra a uma distância de

a) 5,2km b) 6,7km c) 12km
d) 13km e) 28km

RESOLUÇÃO:



O avião percorreu o trecho AB no intervalo de tempo

$$\Delta t = \frac{40\sqrt{10}}{3}\ s:$$

$$d = V_0 t + \frac{\gamma}{2} \cdot t^2$$

$$d = 50\sqrt{10} \cdot \frac{40\sqrt{10}}{3} + \frac{6{,}0}{2}\left(\frac{40\sqrt{10}}{3}\right)^2 \text{(SI)}$$

$$d = 12\,000\text{m} = 12\text{km}$$

No triângulo retângulo FBN, de hipotenusa BF, temos:

$$\overline{BF}^2 = \overline{BN}^2 + \overline{NF}^2$$

Sendo BN = h = 5,0km (altura do avião), vem:

$$\overline{BF}^2 = (5{,}0)^2 + (12)^2\ (\text{km}^2)$$

$$\overline{BF}^2 = 169\ (\text{km}^2) \Rightarrow \boxed{\overline{BF} = 13\text{km}}$$

Resposta: D

MÓDULO 24

Cinemática V

1. **(ITA-2001)** – Uma partícula, partindo do repouso, percorre no intervalo de tempo t, uma distância D. Nos intervalos de tempo seguintes, todos iguais a t, as respectivas distâncias percorridas são iguais a 3 D, 5 D, 7 D etc. A respeito desse movimento, pode-se afirmar que

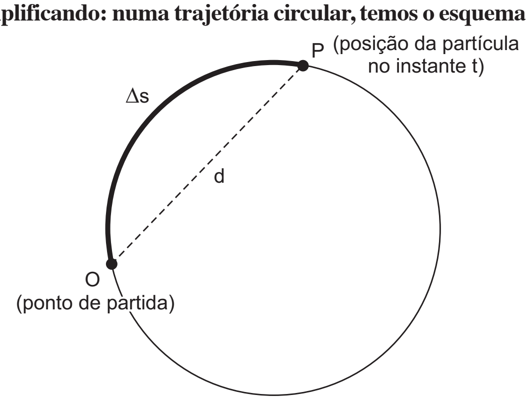
a) a distância da partícula desde o ponto em que inicia seu movimento cresce exponencialmente com o tempo.
b) a velocidade da partícula cresce exponencialmente com o tempo.
c) a distância da partícula desde o ponto em que inicia seu movimento é diretamente proporcional ao tempo elevado ao quadrado.
d) a velocidade da partícula é diretamente proporcional ao tempo elevado ao quadrado.
e) nenhum das opções acima está correta.

RESOLUÇÃO:
Como os deslocamentos escalares, no mesmo intervalo de tempo t, variam em progressão aritmética, o movimento é uniformemente variado.
Como a partícula parte do repouso ($V_0 = 0$), temos:

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

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

A distância percorrida desde o ponto em que se inicia o movimento é proporcional ao quadrado do tempo em que a partícula está em movimento.
Na alternativa c, não se mencionou distância percorrida pela partícula. Se a distância de que trata a alternativa c for a distância do ponto de partida à posição da partícula no instante considerado, a proposição estará errada, pois só seria verdadeira se a trajetória fosse retilínea.
Exemplificando: numa trajetória circular, temos o esquema a seguir.



Δs é proporcional ao quadrado de *t*, porém *d* não é proporcional ao quadrado de *t*.
Dada a omissão da palavra *percorrida* na alternativa *c*, preferimos optar pela alternativa e.

2. **(ITA)** – Um carro, partindo do repouso, percorre um arco de circunferência de raio R com aceleração escalar constante (não-nula).
Após percorrer uma distância s_1 na curva, o carro atinge uma velocidade escalar igual a V_1.
A velocidade escalar do carro, no instante em que percorreu a distância $\frac{s_1}{2}$, contada do ponto de partida, é igual a:

a) $\frac{V_1}{2}$ b) $\frac{V_1}{3}$ c) $\frac{V_1}{\sqrt{2}}$

d) $V_1\sqrt{2}$ e) $\sqrt{V_1}$

RESOLUÇÃO:

1) $V_1^2 = V_0^2 + 2\,\gamma\,\Delta s_1$

$V_1 = \sqrt{2 \,.\, \gamma \,.\, s_1}$ (I)

2) $V'^2 = V_0^2 + 2\,\gamma\,\Delta s_2$

$V' = \sqrt{2 \,.\, \gamma \,.\, \frac{s_1}{2}}$ (II)

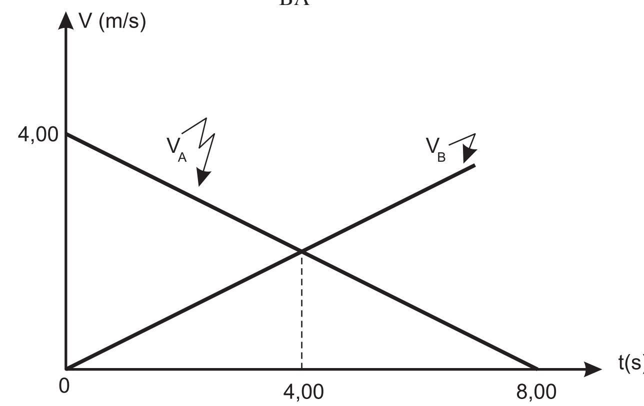
3) Dividindo II por I, vem:

$$\frac{V'}{V_1} = \frac{\sqrt{2 \,.\, \gamma \,.\, \frac{s_1}{2}}}{\sqrt{2 \,.\, \gamma \,.\, s_1}}$$

$$\boxed{V' = \frac{V_1}{\sqrt{2}}}$$

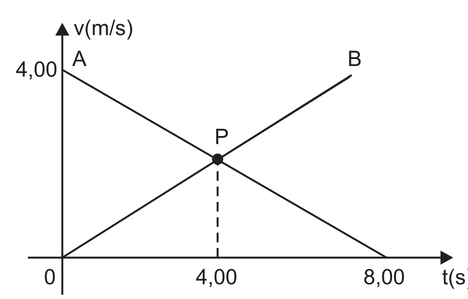
Resposta: C

3. **(ITA)** – Dois móveis A e B percorrem uma mesma reta, no mesmo sentido, de tal maneira que, no instante t = 0, a distância entre eles é de 10,0m. Os gráficos de suas velocidades escalares são os da figura abaixo. Sabe-se que os móveis passam um pelo outro num certo instante $t_E > 0$, no qual a velocidade escalar de **B** em relação à de **A** tem um certo valor V_{BA}.



Podemos concluir que
a) $t_E = 8{,}00s$ e $V_{BA} = 4{,}00\ m.\ s^{-1}$.
b) $t_E = 4{,}00s$ e $V_{BA} = 0{,}00\ m\ .\ s^{-1}$.
c) $t_E = 10{,}00s$ e $V_{BA} = 6{,}00\ m\ .\ s^{-1}$.
d) o problema, como foi proposto, não tem solução.
e) $t_E = 8{,}00s$ e $V_{BA} = 4{,}00\ m\ .\ s^{-1}$.

RESOLUÇÃO:



(1) $\gamma_A = \frac{\Delta V_A}{\Delta t_A} = \frac{-4{,}00}{8{,}00} = -0{,}50 m/s^2$

$\gamma_B = \frac{\Delta V_B}{\Delta t_B} = \frac{2{,}00}{4{,}00} = 0{,}50 m/s^2$

ou

No ponto P, temos:

$V_A = V_B$

$V_{0_A} + \gamma_A\, t = V_{0_B} + \gamma_B t$

$4{,}00 + (-0{,}50)\ .\ 4{,}00 = 0 + \gamma_B\ .\ 4{,}00$

$2{,}00 = \gamma_B\ .\ 4{,}00$

$\gamma_B = 0{,}50 m/s^2$

(2) No encontro, temos:

$s_A = s_B$

$$s_{0_A} + V_{0_A}\, t_E + \frac{\gamma_A}{2}\, t_E^2 = s_{0_B} + V_{0_B}\, t_E + \frac{\gamma_B}{2}\, t_E^2$$

$$10{,}0 + 4{,}00\, t_E + \left(\frac{-0{,}50}{2}\right) t_E^2 = \frac{0{,}50}{2}\, t_E^2$$

$$\boxed{0{,}50t_E^2 - 4{,}00t_E - 10{,}0 = 0}$$

Resolvendo a equação, vem:

$$\begin{cases} \boxed{t_E = 10{,}0s} \\ t'_E = -2{,}00s \text{ (rejeitada)} \end{cases}$$

(3) Para $t_E = 10{,}0s$, temos:

$V_A = V_{0_A} + \gamma_A\, t_E$	$V_B = V_{0_B} + \gamma_B\, t_E$
$V_A = 4{,}00 - 0{,}50\ (10{,}0)$	$V_B = 0 + 0{,}50\ (10{,}0)$
$V_A = -1{,}00m/s$	$V_B = 5{,}00m/s$

$V_{BA} = V_B - V_A$

$V_{BA} = 5{,}00 - (-1{,}00)$

$$\boxed{V_{BA} = 6{,}00m/s}$$

Os resultados obtidos indicam a alternativa C; no entanto, não é possível afirmar que as leis de formação dos movimentos de A e B são válidas para instantes de tempo superiores a 8,00s. Assim, a opção correta deve ser D.

Resposta: D

exercícios-tarefa

■ MÓDULOS 21 E 22

1. Considere duas pilhas, (E_1; r_1) e (E_2 ; r_2), ligadas a um resistor R e a um voltímetro ideal, conforme o circuito da figura (1).

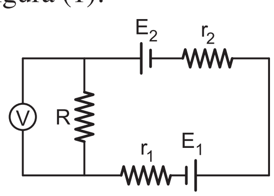


figura (1)

Sabe-se que E_2 = 3,0V; E_1 = 1,0V e o voltímetro ideal indica 2,0 V.

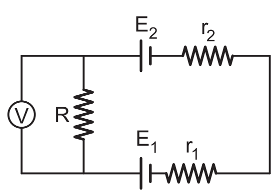
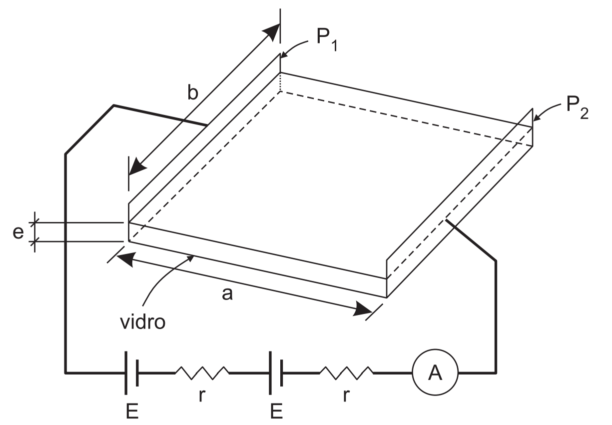


figura (2)

Se invertemos a polaridade da pilha E_1, conforme mostrado na figura (2), o voltímetro indicará:

a) 4,0V b) 3,0V c) 2,0V
d) 1,0V e) zero

2. **(ITA-2003)** – No Laboratório de Plasmas Frios do ITA é possível obter filmes metálicos finos, vaporizando o metal e depositando-o por condensação sobre uma placa de vidro. Com o auxílio do dispositivo mostrado na figura, é possível medir a espessura e de cada filme. Na figura, os dois geradores são idênticos, de f.e.m. E = 1,0 V e resistência r = 1,0 Ω, estando ligados a dois eletrodos retangulares e paralelos, P_1 e P_2, de largura b = 1,0 cm e separados por uma distância a = 3,0 cm. Um amperímetro ideal A é inserido no circuito, como indicado. Supondo que após certo tempo de deposição é formada sobre o vidro uma camada uniforme de alumínio entre os eletrodos, e que o amperímetro acusa uma corrente i = 0,10 A , qual deve ser a espessura e do filme? (resistividade do alumínio $\rho = 2{,}6 \cdot 10^{-8}$ Ω.m).



a) $4{,}1 \cdot 10^{-9}$ cm b) $4{,}1 \cdot 10^{-9}$ m c) $4{,}3 \cdot 10^{-9}$ m
d) $9{,}7 \cdot 10^{-9}$ m e) n.d.a.

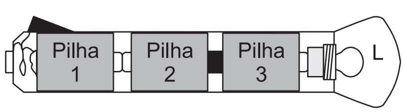
3. **(ITA-2002)** – Você dispõe de um dispositivo de resistência $R = 5\,r$ e de 32 baterias idênticas, cada qual com resistência r e força eletromotriz V. Como seriam associadas as baterias, de modo a obter a máxima corrente que atravessasse R? Justifique.

4. **(VUNESP-SP)** – O poraquê (*electrophorus electricus*) é um peixe provido de células elétricas (eletrocitos) dispostas em série, enfileiradas em sua cauda. Cada célula tem uma fem = 60mV (0,060V). Num espécime típico, esse conjunto de células é capaz de gerar tensões de até 480V, com descargas que produzem correntes elétricas de intensidade máxima de até 1,0A.

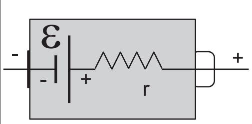
a) Faça um esquema representando a associação dessas células elétricas na cauda do poraquê. Indique, nesse esquema, o número n de células elétricas que um poraquê pode ter. Justifique a sua avaliação.

b) Qual a potência elétrica máxima que o poraquê é capaz de gerar?

5. **(FUVEST-SP-2002)** – As características de uma pilha, do tipo PX, estão apresentadas no quadro abaixo, tal como fornecidas pelo fabricante. Três dessas pilhas foram colocadas para operar, em série, em uma lanterna que possui uma lâmpada **L**, com resistência constante $\mathbf{R_L}$ = 3,0 Ω. Por engano, uma das pilhas foi colocada invertida, como representado abaixo:



Uma pilha, do tipo PX, pode ser representada, em qualquer situação, por um circuito equivalente, formado por um gerador ideal de força eletromotriz ε = 1,5V e uma resistência interna interna $r = \dfrac{2}{3}$ Ω, como representado no esquema ao lado.



Determine

a) a corrente **I**, em ampères, que passa pela lâmpada, com a pilha 2 "invertida", como na figura.

b) a potência **P**, em watts, dissipada pela lâmpada, com a pilha 2 "invertida", como na figura.

c) a razão $\mathbf{F = P/P_0}$, entre a potência **P** dissipada pela lâmpada, com a pilha 2 "invertida", e a potência $\mathbf{P_0}$, que seria dissipada, se todas as pilhas estivessem posicionadas corretamente.

6. **(ITA-2008)** – No circuito representado na figura, têm-se duas lâmpadas incandescentes idênticas, L_1 e L_2, e três fontes idênticas, de mesma tensão V. Então, quando a chave é fechada,

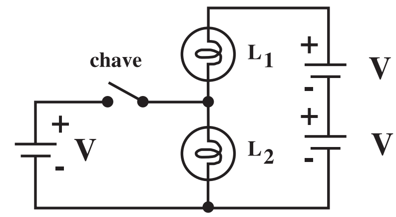
a) apagam-se as duas lâmpadas.

b) o brilho da L_1 aumenta e o da L_2 permanece o mesmo.

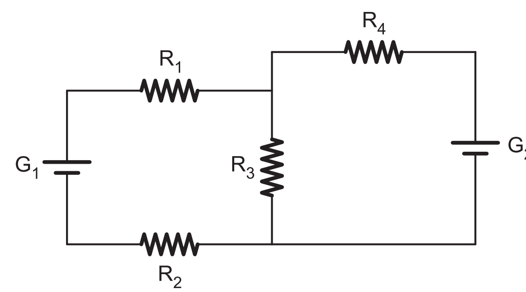
c) o brilho da L_2 aumenta e o da L_1 permanece o mesmo.

d) o brilho das duas lâmpadas aumenta.

e) o brilho das duas lâmpadas permanece o mesmo.



7. **(AFA-2008)** – No circuito representado abaixo, os geradores G_1 e G_2, são ideais e os resistores têm a mesma resistência R.



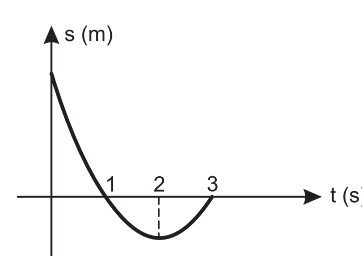
Se a potência dissipada por R_2 é nula, então a razão entre as f.e.m. de G_1 e G_2 é:

a) $\dfrac{1}{4}$ b) 2 c) $\dfrac{1}{2}$ d) 4

■ MÓDULOS 23 E 24

1. **(ITA-2002)** – Billy sonha que embarcou em uma nave espacial para viajar até o distante planeta Gama, situado a 10,0 anos-luz da Terra. Metade do percurso é percorrida com aceleração de 15 m/s^2, e o restante com desaceleração de mesma magnitude. Desprezando a atração gravitacional e efeitos relativistas, estime o tempo total em meses de ida e volta da viagem do sonho de Billy. Justifique detalhadamente.

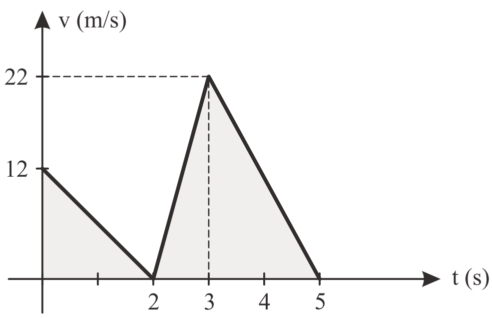
2. **(AFA-2010)** – O gráfico da posição (S) em função do tempo (t) a seguir representa o movimento retilíneo de um móvel.



A partir do gráfico é correto afirmar que,
a) no primeiro segundo, o seu movimento é progressivo.
b) entre 1s e 3s, a aceleração é negativa.
c) no instante 2s, a velocidade do móvel é nula.
d) nos instantes 1s e 3s, os vetores velocidades são iguais.

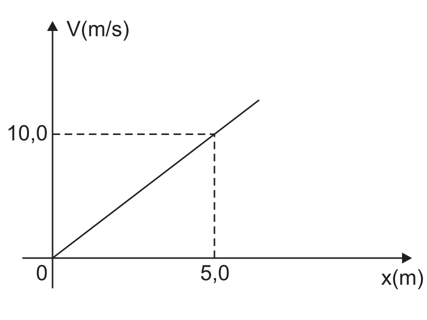
3. **(AFA-2008)** – Uma partícula move-se com velocidade de 50m/s. Sob a ação de uma aceleração de módulo $0{,}2m/s^2$, ela chega a atingir a mesma velocidade em sentido contrário. O tempo gasto, em segundos, para ocorrer essa mudança no sentido da velocidade é
a) 250 b) 500 c) 100 d) 50

4. **(AFA-2007)** – O gráfico abaixo representa o movimento de subida de um protótipo de foguete em dois estágios lançado a partir do solo.



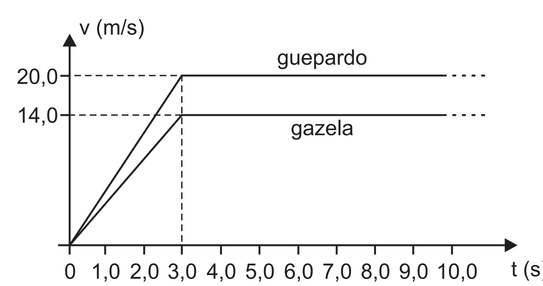
Após ter atingido a altura máxima, pode-se afirmar que o tempo de queda livre desse protótipo será de
a) 1 s b) 2 s c) 3 s d) 4 s
Note: Na queda livre adote $g = 10m/s^2$ e despreze o efeito do ar.

5. Um móvel se desloca ao longo de um eixo Ox. No instante t = 0, a coordenada de posição (x_0) vale 2,0m. O gráfico a seguir representa a velocidade escalar (V) do móvel em função de sua coordenada de posição (x).



a) O movimento é uniformemente variado? Justifique sua resposta.
b) Calcule a velocidade escalar (V_0) e a aceleração escalar (γ_0) no instante t = 0.

6. **(FMTM-MG)** – Nas planícies africanas, o jogo entre predador e presa encontra um limite delicado. A gazela, sempre atenta, vive em grupos. É rápida e seu corpo suporta uma aceleração de 0m/s a 14,0m/s em 3,0s. O guepardo, com sua cabeça pequena e mandíbulas curtas projetadas para um abate preciso por estrangulamento, está bem camuflado e, com seu corpo flexível, amplia sua passada, sobrevoando o solo na maior parte de sua corrida. Mais ágil que a gazela, vai de 0m/s a 20,0m/s em 3,0s. O esforço, no entanto, eleva sua temperatura a níveis perigosos de sobrevivência e, em virtude disto, as perseguições não podem superar 20,0s. Um guepardo aproxima-se a 27,0m de uma gazela. Parados, gazela e guepardo fitam-se simultaneamente, quando, de repente, começa a caçada. Supondo-se que ambos corram em uma trajetória retilínea comum e, considerando-se o gráfico dado a seguir, que traduz o desempenho de cada animal, a duração da caçada será de
a) 3,0s b) 4,0s c) 6,0s
d) 10,0s e) 11,0s



7. **(Olimpíada Brasileira de Física-2005)** – Deixa-se cair livremente, a partir do repouso, de uma altura de 200 metros, um objeto pesado (a força de resistência do ar é desprezível). Desejando-se dividir em duas partes esta altura, de maneira que os tempos de percurso sejam iguais e considerando-se a aceleração da gravidade com módulo igual a $10m/s^2$, teremos, medindo de cima para baixo:
a) 40m e 160m b) 50m e 150m
c) 75m e 125m d) 100m e 100m
e) 160m e 40m

■ MÓDULOS 21 E 22

1) (1) Circuito 1: $i_1 = \dfrac{E_1 + E_2}{(r_1 + r_2 + R)}$

$$\frac{U}{R} = \frac{E_1 + E_2}{(r_1 + r_2 + R)} \quad \text{(I)}$$

(2) Circuito 2: $i_2 = \dfrac{E_2 - E_1}{(r_1 + r_2 + R)}$

$$\frac{U'}{R} = \frac{E_2 - E_1}{(r_1 + r_2 + R)} \quad \text{(II)}$$

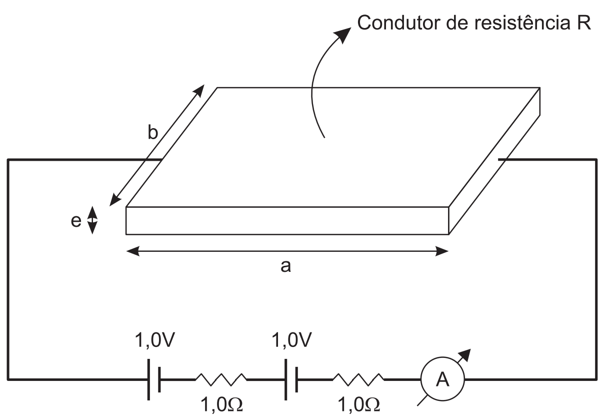
(3) Dividindo-se (II) por (I), vem: $\dfrac{U'}{U} = \dfrac{E_2 - E_1}{E_1 + E_2}$

$$\frac{U'}{2{,}0} = \frac{3{,}0 - 1{,}0}{1{,}0 + 3{,}0}$$

$$\boxed{U' = 1{,}0V}$$

Resposta: D

2)



No circuito esquematizado, da Lei de Pouillet, vem:

$$i = \frac{\Sigma E}{\Sigma R}$$

$$0{,}10 = \frac{2{,}0}{2{,}0 + R}$$

R = 18,0Ω

Aplicando-se a 2ª lei de Ohm para o condutor, temos:

$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$

em que:
$\ell = a$
$A = e\,b$

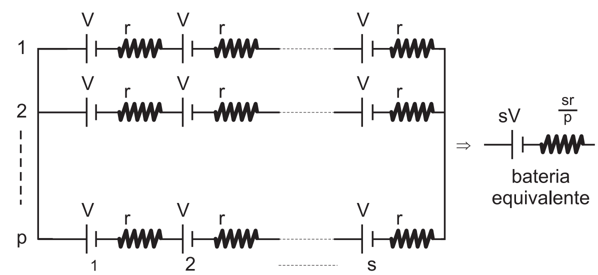
Assim:

$$18{,}0 = \frac{2{,}6 \cdot 10^{-8} \cdot 3{,}0 \cdot 10^{-2}}{e \cdot 1{,}0 \cdot 10^{-2}}$$

$$\boxed{e = 4{,}3 \cdot 10^{-9} m}$$

Resposta: C

3) Considerando a associação de baterias regular, isto é, s baterias em série em cada ramo e p ramos em paralelo, temos o esquema:



Pela Lei de Pouillet, vem:

$$i = \frac{s\,V}{\frac{s\,r}{p} + R}, \text{ sendo } R = 5r:$$

$$i = \frac{s\,V}{\frac{s\,r}{p} + 5\,r} \Rightarrow i = \frac{s \cdot p\,V}{s\,r + 5\,p\,r}$$

Mas s . p = 32, logo $i = \dfrac{32V}{r\,(s + 5p)}$

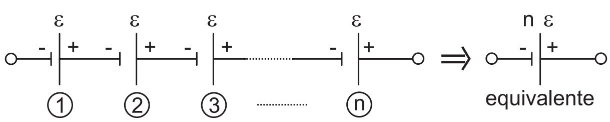
A máxima corrente i corresponde a (s + 5p) mínimo. Como s . p = 32, podemos elaborar a tabela:

s	p	s + 5p
1	32	161
2	16	82
4	8	44
8	4	28
16	2	26
32	1	37

Da tabela, concluímos que a máxima corrente corresponde a 16 baterias em série em cada ramo e 2 ramos associados em paralelo.

4)

a) As células elétricas são associadas em série, conforme o esquema abaixo. Estamos considerando nula a resistência interna de cada célula.



Sendo $\varepsilon = 60mV = 60 \cdot 10^{-3}V$ a fem de cada célula e 480V a tensão elétrica total gerada, vem:

$n \cdot \varepsilon = \varepsilon_{total}$

$n \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 480$

$\boxed{n = 8{,}0 \cdot 10^3 \text{ células}}$

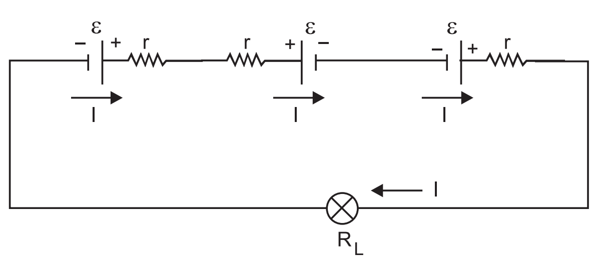
b) De $P_g = \varepsilon_{total} \cdot i$, vem:

$P_g = 480 \cdot 1{,}0 (W)$

$\boxed{P_g = 480W}$

Respostas: a) Esquema acima e $n = 8{,}0 \cdot 10^3$ células.
b) $P_g = 480W$

5) a) Temos o circuito:



Pela Lei de Pouillet, vem:

$$I = \frac{\varepsilon - \varepsilon + \varepsilon}{3r + R_L}$$

$$I = \frac{\varepsilon}{3r + R_L}$$

$$I = \frac{1{,}5}{3 \cdot \frac{2}{3} + 3} (A) \quad \boxed{I = 0{,}3A}$$

b) $P = R_L \cdot I^2 \therefore P = 3 \cdot (0{,}3)^2 (W) \therefore \boxed{P = 0{,}27W}$

c) Considerando-se o sistema de pilhas montado corretamente, temos para a nova intensidade da corrente:

$$I_0 = \frac{\varepsilon + \varepsilon + \varepsilon}{3 \cdot r + R_L} \quad \therefore I_0 = \frac{3 \cdot 1{,}5}{3 \cdot \frac{2}{3} + 3} (A)$$

$\boxed{I_0 = 0{,}9A}$

A potência da lâmpada, nestas condições, será:

$P_0 = R_L I_0^2$

$P_0 = 3 \cdot (0{,}9)^2 \ (W)$

$P_0 = 2{,}43W$

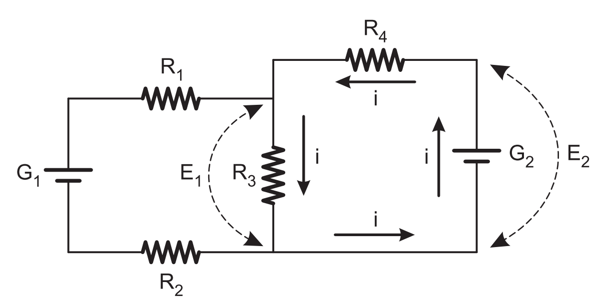
Portanto, $F = \dfrac{P}{P_0} = \dfrac{0{,}27}{2{,}43}$

$$\boxed{F = \frac{P}{P_0} = \frac{1}{9}}$$

Respostas: a) 0,3A b) 0,27W c) $\frac{1}{9}$

6) Com a chave aberta, as lâmpadas L_1 e L_2 estão sob a mesma tensão V.
Fechando-se a chave, a tensão em L_2 não se altera e, conseqüentemente, não se altera a tensão em L_1.
Logo, o brilho das duas lâmpadas permanece o mesmo.
Resposta: E

7)



Se a potência em R_2 é nula, a malha ao qual ele pertence não é percorrida por corrente elétrica, assim:

$E_1 = R_3 i \Rightarrow E_1 = Ri$

$E_2 = (R_3 + R_4)i \Rightarrow E_2 = 2Ri$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{2}$$

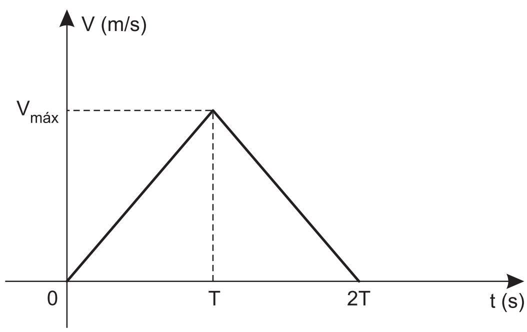
Resposta: C

■ MÓDULOS 23 E 24

1) 1) O ano-luz é a distância percorrida pela luz, com velocidade de módulo $c = 3 \cdot 10^8 m/s$, em um intervalo de tempo de 1 ano $\cong 3{,}2 \cdot 10^7 s$.
Portanto, 1 ano-luz $\cong 9{,}6 \cdot 10^{15} m$

2) A distância entre a Terra e Gama será
$d = 10{,}0 \cdot 9{,}6 \cdot 10^{15} m = 9{,}6 \cdot 10^{16} m$

3) O gráfico da velocidade escalar V x tempo t será dado por



O tempo gasto na 1ª metade do tempo de ida é dado por:

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

$$\frac{9{,}6 \cdot 10^{16}}{2} = \frac{15}{2} T^2$$

$T^2 = 0{,}64 \cdot 10^{16} \Rightarrow T = 0{,}8 \cdot 10^8 s$

O tempo total de ida e volta é dado por:

$\Delta t = 4T = 3{,}2 \cdot 10^8 s$
Como 1 ano = $3{,}2 \cdot 10^7 s$, vem:
Δt = 10 anos = 120 meses

Resposta: 120 meses

2) a) INCORRETA. Entre os instantes 0 e 2s, observamos que os valores do espaço decrescem. Portanto, se o móvel se desloca no sentido dos espaços decrescentes, o movimento é retrógrado.
b) INCORRETA. Entre os instantes 1s e 3s temos um arco de parábola com concavidade voltada para cima e, portanto, $\gamma > 0$.
c) CORRETA. No instante 2s o móvel pára e inverte o sentido do seu movimento.
d) INCORRETA: No instante 1s o movimento é retrógrado ($V_1 < 0$); no instante 3s o movimento é progressivo ($V_3 > 0$). Assim, temos: $\vec{V}_1 \neq \vec{V}_3$.

Resposta: C

3) Admitindo que o movimento seja uniformemente variado, temos:

$V = V_0 + \gamma t$

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

$0{,}2t = 100$

$\boxed{t = 500s}$

Resposta: B

4) 1) A distância percorrida na subida (H) é dada por:
H = área (V x T)

$$H = \frac{2 \cdot 12}{2} + 3 \cdot \frac{22}{2} (m)$$

$H = 12 + 33 (m) \Rightarrow \boxed{H = 45m}$

2) O intervalo de tempo na queda livre é dado por:

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

$$45 = \frac{10}{2} T^2$$

$T^2 = 9 \Rightarrow \boxed{T = 3s}$

Resposta: C

5) a) Do gráfico dado, temos:

$\boxed{V = 2{,}0x}$ (SI)

$$\frac{dV}{dt} = 2{,}0 \cdot \frac{dx}{dt} \Rightarrow \gamma = 2{,}0V = 2{,}0 \cdot 2{,}0x$$

$\boxed{\gamma = 4{,}0x}$ (SI)

Como a aceleração escalar γ varia com a posição x, o movimento não é uniformemente variado.

b) Para t = 0, temos $x_0 = 2{,}0m$
Portanto:

$V_0 = 2{,}0\ x_0$ (SI)

$\boxed{V_0 = 4{,}0m/s}$

$\gamma_0 = 4{,}0\ x_0$ (SI)

$\boxed{\gamma_0 = 8{,}0m/s^2}$

Respostas: a) Não é MUV
b) $V_0 = 4{,}0m/s$
$\gamma_0 = 8{,}0m/s^2$

6) **Δs = área (V x t)**

$$\Delta s_{GUE} = (T + T - 3{,}0)\ \frac{20{,}0}{2} = 10{,}0\ (2T - 3{,}0)$$

$$\Delta s_{GA} = (T + T - 3{,}0)\ \frac{14{,}0}{2} = 7{,}0\ (2T - 3{,}0)$$

Para o encontro:

$\Delta s_{GUE} = \Delta s_{GA} + 27{,}0m$

$10{,}0\ (2T - 3{,}0) = 7{,}0\ (2T - 3{,}0) + 27{,}0$

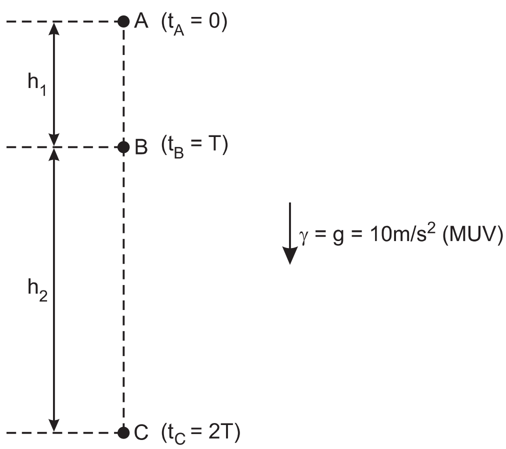
$3{,}0\ (2T - 3{,}0) = 27{,}0$

$2T - 3{,}0 = 9{,}0$

$2T = 12{,}0 \Rightarrow \boxed{T = 6{,}0s}$

Resposta: C

7)



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

AB: $h_1 = \frac{g}{2}\ T^2$

AC: $h_1 + h_2 = \frac{g}{2}\ (2T)^2 = 4\ \frac{gT^2}{2}$

$h_1 + h_2 = 4h_1 \Rightarrow \boxed{h_2 = 3h_1}$

2) $H = h_1 + h_2 = 4h_1$

$h_1 = \frac{H}{4} = \frac{200}{4}$ (m) = 50m

$h_2 = 3h_1 = 150m$

Resposta: B