

INFORMAÇÕES

Praça General Tibúrcio, 80 - Praia Vermelha
22290-270, Rio de Janeiro, RJ
Tel: (021) 295-8146, 295-0695
(021) 295-3232 Ramais 264, 266, 333
Fax: (021) 275-9047
E-Mail: imesd2@adm.ime.eb.br

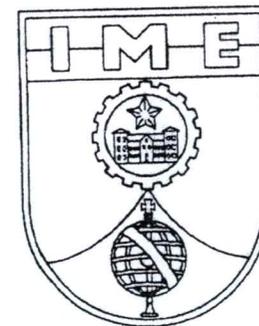
CADERNO DE QUESTÕES

CURSO DE FORMAÇÃO E GRADUAÇÃO

(concurso ao 1º ano)

CFG - 95/96

FÍSICA



INSTITUTO MILITAR DE ENGENHARIA

Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, 1792

COMISSÃO DE EXAME DE ESCOLARIDADE

CFG

1995 - 1996

INSTRUÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DA PROVA DE FÍSICA

1. Não assine ou faça qualquer sinal, em sua prova, que possa identificá-la. A inobservância disto poderá anulá-la.
2. Utilize caneta azul para a resolução das questões. As figuras julgadas necessárias deverão ser feitas com lápis preto. Não use lápis de outra cor.
3. A interpretação faz parte das questões, portanto são vedadas perguntas à Comissão de Aplicação e Fiscalização.
4. O espaço destinado à solução de cada questão é suficiente, não sendo considerada resolução fora do local especificamente designado.
5. Você recebeu 2 (dois) cadernos: o de QUESTÕES e o de SOLUÇÕES.
6. No caderno de Questões constam as 10 (dez) questões que constituem a prova, cada uma com o seu valor descrito no enunciado.
7. O Caderno de Soluções possui 39 (trinta e nove) páginas, das quais 30 (trinta) destinam-se às resoluções e 9 (nove) para rascunho. Observe que as questões deverão ser resolvidas nas páginas indicadas para sua solução e que o rascunho não será considerado para efeito de correção.
8. O tempo total para execução da prova é limitado a 4 (quatro) horas.
9. Leia os enunciados com atenção. Resolva as questões na ordem que mais lhe convier, observando o local correto para a resolução de cada questão. Escreva com caligrafia legível.
10. Não é permitido destacar qualquer das folhas que compõem os cadernos.
11. Ao entregar a prova, devolva todo o material recebido. O Caderno de Questões estará liberado após o término da prova.
12. **LEMBRE-SE:** não deixe questão em branco. Se porventura não conseguir resolver integralmente alguma questão, procure mostrar conhecimento sobre o assunto, encaminhando sua solução. Com isso você poderá obter uma fração do grau atribuído à questão.

ESTAMOS AGUARDANDO-O COMO NOSSO ALUNO E DESEJAMOS FELICIDADES NESTA PROVA!

RASCUNHO

1ª Questão: GYZTC

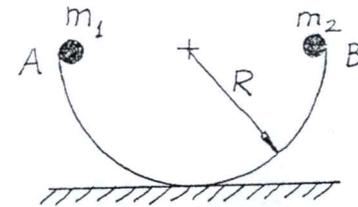
Valor : 1,0

A figura abaixo mostra um hemisfério ôco e liso, cujo plano equatorial é mantido fixo na horizontal.

Duas partículas de massas m_1 e m_2 são largadas no mesmo instante, de dois pontos diametralmente opostos, A e B, situados na borda do hemisfério.

As partículas chocam-se e, após o choque, m_1 sobe até uma altura h_1 e m_2 sobe até uma altura h_2 . Determine o coeficiente de restituição do choque.

Sabe-se que $h_1 = R/2$ e $h_2 = R/3$, onde R é o raio do hemisfério.



2ª Questão:

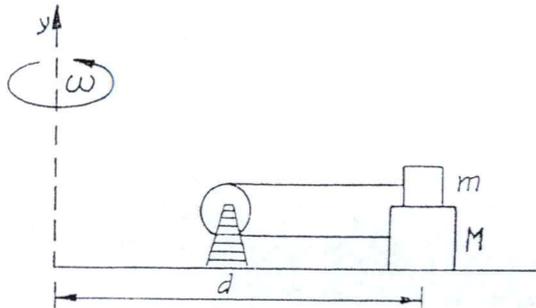
Valor: 1,0

Uma mesa giratória tem velocidade angular constante ω , em torno do eixo y . Sobre esta mesa encontram-se dois blocos, de massas m e M , ligados por uma corda inelástica que passa por uma roldana fixa à mesa, conforme a figura abaixo.

Considerando que não existe atrito entre a mesa e o bloco M , determine o coeficiente de atrito mínimo entre os dois blocos para que não haja movimento relativo entre eles.

Considere d a distância dos blocos ao eixo de rotação.

Despreze as massas da roldana e da corda.



3ª Questão:

Valor: 1,0

Um corpo recebe 40 Joules de calor de um outro corpo e rejeita 10 Joules para um ambiente. Simultaneamente, o corpo realiza um trabalho de 200 Joules. Estabeleça, baseado na primeira lei da termodinâmica, o que acontece com a temperatura do corpo em estudo.

4ª Questão:

Valor: 1,0

Um balão esférico de raio 3 metros deve ser inflado com um gás ideal proveniente de um cilindro. Admitindo que o processo ocorra isotermicamente, que o balão esteja inicialmente vazio e que a pressão final do conjunto cilindro-balão seja a atmosférica, determine:

- o trabalho realizado contra a atmosfera durante o processo;
- o volume do cilindro.

Dados: pressão atmosférica: $1 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

pressão inicial do cilindro: $125 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

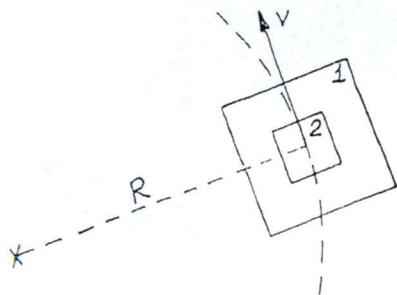
$\pi = 3,1$

5ª Questão: GTZ TC

Valor: 1,0

De acordo com a figura abaixo, o veículo 1, de massa total M , descreve uma trajetória circular de raio R , com uma velocidade tangencial e constante v .

Estabeleça a possibilidade do veículo 1 ser considerado como um referencial inercial para o movimento do veículo 2 no seu interior.



6ª Questão: GTZ TC

Valor: 1,0

Um feixe de luz branca, cujos comprimentos de onda estão no intervalo de 4000 \AA a 7000 \AA , incide perpendicularmente em uma rede de difração de 8000 linhas/cm.

Determine o número de ordens de interferência, para todo o espectro visível, possíveis de ocorrer em um anteparo paralelo à rede de difração.

7ª Questão: GTZ TC

Valor: 1,0

A frequência fundamental de um tubo de órgão aberto nas duas extremidades é 300 Hz. Quando o ar no interior do tubo é substituído por hidrogênio e uma das extremidades é fechada, a frequência fundamental aumenta para 582 Hz.

Determine a relação entre a velocidade do som no hidrogênio e a velocidade do som no ar.

8ª Questão: CP TC

Valor : 1,0

Uma esfera de plástico, maciça, é eletrizada, ficando com uma densidade de carga superficial $\sigma = +0,05$ Coulombs/m². Em consequência, se uma carga puntiforme $q = +1 \mu$ Coulomb fosse colocada exteriormente a 3 metros do centro da esfera, sofreria uma repulsão de $0,02\pi$ Newtons.

A esfera é descarregada e cai livremente de uma altura de 750 metros, adquirindo ao fim da queda uma energia de $0,009\pi$ Joules.

Determine a massa específica do plástico da esfera.

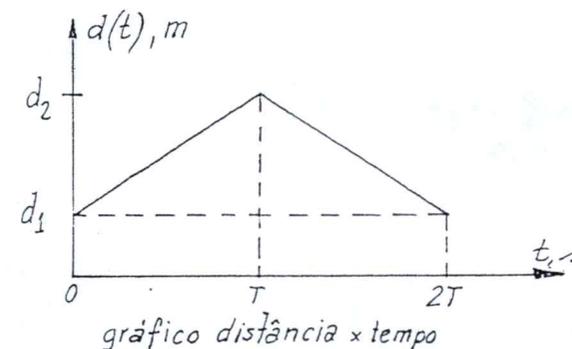
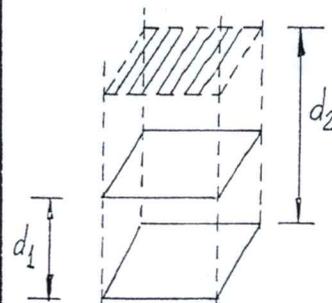
Dado: aceleração da gravidade: $g = 10$ m/s²

9ª Questão: CP TC

Valor : 1,0

Um capacitor de placas paralelas está carregado com $+1 \mu$ Coulomb, havendo entre as placas uma distância de d_1 metros. Em certo instante, uma das placas é afastada da outra, em movimento uniforme, e, mantendo-a paralela e em projeção ortogonal à placa fixa, faz-se a distância entre elas variar conforme o gráfico abaixo, sendo d_2 o máximo afastamento. Esboce os gráficos da tensão $v(t)$ e da carga $q(t)$ no capacitor, entre 0 e $2T$ segundos.

Dados: capacitância em $t = 0$: 1μ F
área de cada placa : A m²



10ª Questão: *ETC TC*

Valor : 1.0

No circuito representado abaixo, o amperímetro A, ideal, indica $I = 2A$.

Determine:

- o valor da resistência R ;
- a quantidade de calor desenvolvida em R_5 , num intervalo de tempo igual a 10 minutos.

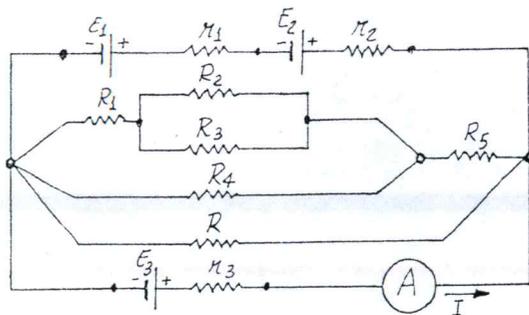
Dados: Bateria 1: fem $E_1 = 9V$; resistência interna $r_1 = 1,5\Omega$

Bateria 2: fem $E_2 = 3V$; resistência interna $r_2 = 0,5\Omega$

Bateria 3: fem $E_3 = 12V$; resistência interna $r_3 = 2\Omega$

$R_1 = 2\Omega$ $R_2 = R_3 = 4\Omega$

$R_4 = 12\Omega$ $R_5 = 1\Omega$



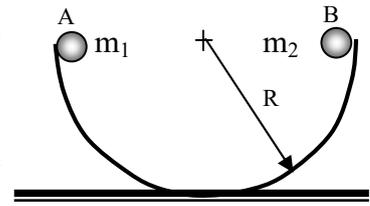
RASCUNHO

RASCUNHO

Resoluções

IME – FÍSICA – 1996

01) A figura abaixo mostra um hemisfério oco e liso, cujo plano equatorial é mantido fixo na horizontal. Duas partículas de massas m_1 e m_2 são largadas no mesmo instante de dois pontos diametralmente opostos, A e B, situados na borda do hemisfério. As partículas chocam-se e, após o choque, m_1 sobe até uma altura h_1 e m_2 sobe até uma altura h_2 . Determine o coeficiente de restituição do choque. Sabe-se que $h_1 = R/2$ e $h_2 = R/3$, onde R é o raio do hemisfério.



Solução: Pelo princípio da conservação da energia, A e B chegam no ponto mais baixo com velocidade v , tal que $mv^2/2 = mgR \rightarrow v = \sqrt{gR}$.

Após a colisão, sendo as alturas $h_1 = R/2$ e $h_2 = R/3$, as velocidades serão: $v_1 = \sqrt{g \cdot R/2} = v/\sqrt{2}$ e $v_2 = \sqrt{gR/3} = v/\sqrt{3}$

Como $h_1 = R/2$ e $h_2 = R/3$, $h_1 > h_2 \rightarrow$ as duas esferas não podem se deslocar para a direita e $v_1 > v_2 \rightarrow m_1 < m_2$.

Pode então acontecer: (1) os dois se moverem para a direita após a colisão ou (2) dois se moverem em sentidos opostos após a colisão.

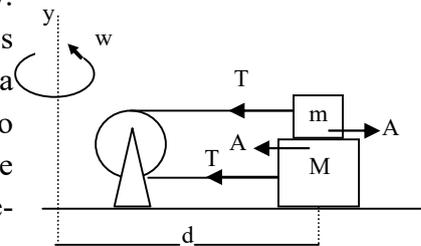
O coeficiente de restituição é definido como $\mu = v_{af}/v_{ap}$, onde v_{ap} e v_{af} são as velocidades relativas de aproximação e de afastamento.

Para (1) $v_{af} = v_1 - v_2 = v/\sqrt{2} - v/\sqrt{3} \rightarrow \mu = (v/\sqrt{2} - v/\sqrt{3})/2v = (1/2) \cdot (1/\sqrt{2} - 1/\sqrt{3}) = 0,5 \cdot (0,71 - 0,58) = 0,065 = 6,5\%$.

Para (2) $v_{af} = v_1 + v_2 \rightarrow \mu = (v/\sqrt{2} + v/\sqrt{3})/2v = (1/2) \cdot (1/\sqrt{2} + 1/\sqrt{3}) = 0,5 \cdot (0,71 + 0,58) = 0,645 = 64,5\%$.

Resposta: 6,5% ou 64,5%.

02) Uma mesa giratória tem velocidade angular w , em torno do eixo y . Sobre esta mesa encontram-se dois blocos, de massas m e M , ligados por uma corda inelástica que passa por uma corda inelástica que passa por uma roldana fixa à mesa, conforme a figura abaixo. Considerando que não existe atrito entre a mesa e o bloco M , determine o coeficiente de atrito mínimo entre os dois blocos para que não haja movimento relativo entre eles. Considere d a distância dos blocos ao eixo de rotação. Despreze as massas da roldana e da corda.



Solução:- Na figura mostramos as forças T (tração na corda) e a força de atrito (A) em cada corpo.

A resultante das forças em cada corpo é igual à força centrípeta.

Para o corpo de massa M , $T + A = Mv^2/d$ (d é o raio do movimento circular) e para o corpo de massa m , $T - A = mv^2/d$. Multiplicando a segunda equação por (-1) e somando à primeira resulta:

$2A = (M - m)v^2/d$. Como $v = wr = wd$, $2A = (M - m)(wd)^2/d = (M - m)w^2d \rightarrow$

$\rightarrow A = (1/2)(M - m)w^2d$. A força de atrito é $A = \mu mg$. Assim, $\mu mg = (1/2) \cdot (M - m) \cdot w^2d \rightarrow$

$\rightarrow \mu = (1/2) \cdot (M - m) \cdot w^2d/mg \rightarrow \mu = (1/2g) \cdot [(M - m)/m] \cdot w^2d$

Resposta: $\mu = (1/2g) \cdot [(M - m)/m] \cdot w^2d$

03) Um corpo recebe 40J de calor de um outro corpo e rejeita 10J para o ambiente. Simultaneamente, o corpo realiza um trabalho de 200J. Estabeleça, baseado na primeira lei da termodinâmica, o que acontece com a temperatura do corpo em estudo.

Solução:- $\Delta U = (40 - 10) - 200 = -170 \text{ J}$.

Como a energia interna diminui, a temperatura do corpo irá diminuir.

Resposta: a temperatura irá diminuir.

04) Um balão esférico de raio 3m deve ser inflado com um gás ideal proveniente de um cilindro. Admitindo que o processo ocorra isotermicamente, que o balão esteja inicialmente vazio e que a pressão final do conjunto cilindro-balão seja a atmosférica, determine:

a) o trabalho realizado contra a atmosfera durante o processo.

b) o volume do cilindro.

Dados: pressão atmosférica = 1 kgf/cm²; pressão inicial do cilindro 125 kgf/cm², $\pi = 3,1$.

Solução:- $1 \text{ kgf/cm}^2 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$; $r = 3 \text{ m} = 300 \text{ cm}$

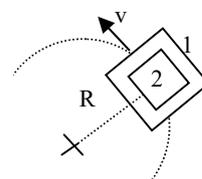
(a) Como o processo é isotérmico, o trabalho é determinado por $W = nRT \ln V_2/V_1 = p_0 \cdot V_c \cdot \ln [(V_b + V_c)/V_c]$. Usando os dados do item (b), $W = 125 \cdot 10^5 \cdot 0,9 \cdot \ln [111,6 + 0,9]/0,9 = 112,5 \cdot \ln 125 = 112,5 \cdot 4,83 = 543 \text{ J}$.

Resposta:- 543 J.

(b) $p_0 V_c = p_{at} (V_c + V_b) \rightarrow 125 \cdot V_c = 1 \cdot [V_c + (4/3) \cdot \pi \cdot r^3] \rightarrow 125 \cdot V_c = V_c + 111,6 \rightarrow V_c = 111,6/124 = 0,9 \text{ m}^3$.

Resposta: 0,9 m³.

05) De acordo com a figura abaixo, o veículo 1, de massa total M, descreve uma trajetória circular de raio R, com uma velocidade tangencial e constante v. Estabeleça a possibilidade do veículo 1 ser considerado como um referencial inercial para o movimento do veículo 2 no seu interior.



Resposta: 1 será um sistema inercial para 2 se ambos estiverem girando com mesma velocidade angular $\omega = v/R$.

06) Um feixe de luz branca, cujos comprimentos de onda estão no intervalo de 4.000Å a 7.000Å, incide perpendicularmente em uma rede de difração de 8.000 linhas/cm. Determine o número de ordens de interferência, para todo o espectro visível, possíveis de ocorrer em um anteparo paralelo à rede de difração;

Não resolvido por não interpretar o termo “número de ordens de interferência”. O enunciado não está suficientemente claro.

07) A frequência fundamental de um tubo de órgão aberto nas duas extremidades é 300Hz. Quando o ar no interior do tubo é substituído por hidrogênio e uma das extremidades é fechada, a frequência fundamental aumenta para 582Hz. Determine a relação entre a velocidade do som no hidrogênio e a velocidade do som no ar.

Solução:- Seja L o comprimento do tubo. Quando as extremidades estão abertas o comprimento do tubo é igual a meio comprimento de onda (para a frequência fundamental) e quando apenas uma das extremidades está fechada, o comprimento do tubo corresponde a (1/4) do comprimento de onda. Ver figura.



Sendo $v = \lambda f$, temos $vH = 4L \cdot 582$ e $v\text{ar} = 2L \cdot 300 \rightarrow vH/v\text{ar} = 4 \cdot 582 / 2 \cdot 300 = 2328 / 600 = 97/25$.

Resposta: 97/25.

08) Uma esfera de plástico, maciça, é eletrizada, ficando com uma densidade de carga superficial $s = 0,05 \mu\text{C}/\text{m}^2$. Em consequência, se uma carga puntiforme $q = 1 \mu\text{C}$ fosse colocada exteriormente a 3m do centro da esfera, sofreria uma repulsão de $0,02\pi\text{N}$.

A esfera é descarregada e cai livremente de uma altura de 750m, adquirindo ao fim da queda uma energia de $0,009\pi\text{J}$. Determine a massa específica do plástico da esfera.

Dado: $g = 10\text{ m/s}^2$.

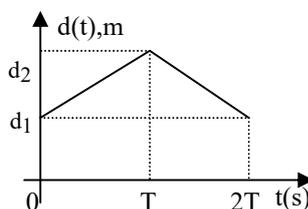
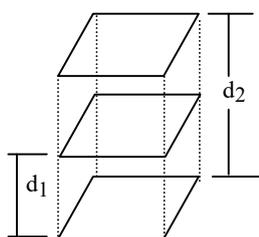
Solução:- A carga da primeira esfera é $Q = s \cdot A$, onde A é a área (a área de uma superfície esférica é $4\pi R^2$). A carga da segunda esfera é $q = 1 \mu\text{C} = 1 \cdot 10^{-6}\text{C}$. Força entre as esferas: $F = KQ \cdot q / d^2 = KAsq/d^2$
 $\rightarrow 0,02\pi = 9 \cdot 10^9 \cdot (4\pi R^2 \cdot 0,05) \cdot 1 \cdot 10^{-6} / (R + 3)^2 \rightarrow 2 \cdot 10^{-2} = 9 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6} [R^2 / (R + 3)^2] \rightarrow$
 $\rightarrow R^2 / (R + 3)^2 = 2 \cdot 10^{-2} / 180 \cdot 10 = (2/18) \cdot 10^{-4} \rightarrow R^2 / (R + 3)^2 = (1/9) \cdot 10^{-4} \rightarrow R / (R + 3) = (1/3) \cdot 10^{-2} \rightarrow$
 $\rightarrow R / (R + 3) = 10^{-2} / 3 \rightarrow 3R = 0,01R + 0,03 \rightarrow R = 0,01\text{ m}$.

A energia da esfera é a mesma seja no ponto mais alto como no ponto mais baixo. Portanto, $mgh = 0,009\pi \rightarrow m \cdot 10 \cdot 750 = 0,009\pi \rightarrow (V\rho) \cdot 7500 = 0,009\pi \rightarrow \rho = 0,009\pi / 7500 \cdot [(4/3) \pi R^3] \rightarrow$
 $\rightarrow \rho = 0,009 / 10^4 \cdot (0,01)^3 = 9 \cdot 10^{-3} / 10^4 \cdot 10^{-6} = 0,9\text{ kg/m}^3$.

Resposta: 0,9 kg/m³.

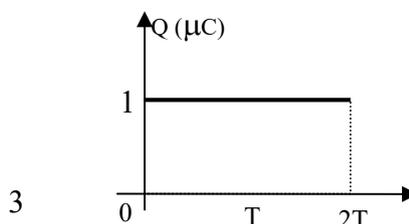
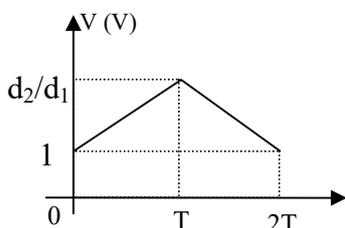
09) Um capacitor de placas paralelas está carregado com $1\mu\text{C}$, havendo entre as placas uma distância de d_1 metros. Em certo instante, uma das placas é afastada da outra, em movimento uniforme, e, mantendo-a paralela e em projeção ortogonal à placa fixa, faz-se a distância entre elas variar conforme o gráfico abaixo, sendo d_2 o máximo afastamento. Esboce os gráficos da tensão $V(t)$ e da carga $q(t)$ no capacitor, entre 0 e $2T$ segundos.

Dados: capacitância em $t = 0$, $1\mu\text{F}$; área da placa: $A\text{ m}^2$.



Solução:- A capacitância é $C = \epsilon_0 A / d$. Como $V = Q / C$, $V = Q / (\epsilon_0 A / d) = (Q / \epsilon_0 A) \cdot d \rightarrow$ a tensão varia linearmente com a distância. Como a $C_0 = 1\mu\text{F}$ e $Q = 1 \mu\text{C}$, (a carga não varia), $V_0 = Q / C = 1\text{ V}$.

Resposta:- Os gráficos da tensão e da carga em função do tempo serão:



10) No circuito representado abaixo, o amperímetro A ideal indica $i = 2\text{A}$. Determine:

a) o valor da resistência R.

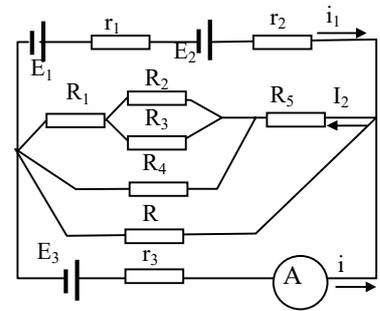
b) a quantidade de calor desenvolvida em R_5 , num intervalo de tempo igual a 10 minutos.

Dados: Bateria 1: f.e.m. $E_1 = 9\text{V}$ e resistência interna $r_1 = 1,5\ \Omega$.

Bateria 2: f.e.m. $E_2 = 3\text{V}$ e resistência interna $r_2 = 0,5\ \Omega$.

Bateria 3: f.e.m. $E_3 = 12\text{V}$ e resistência interna $r_3 = 2\ \Omega$.

$R_1 = 2\ \Omega$, $R_2 = R_3 = 4\ \Omega$, $R_4 = 12\ \Omega$ e $R_5 = 1\ \Omega$.



Solução:-

(a) Sejam i_1 a corrente em E_1 e E_2 e i_2 a corrente que chega ao conjunto de resistores, consideradas nos sentidos indicados.

Temos: (1) $i_2 = i_1 + i$.

(2) $E_1 + E_2 - (r_1 + r_2)i_1 = E_3 - r_3i \rightarrow 9 + 3 - (1,5 + 0,5)i_1 = 12 - 2i \rightarrow 12 - 2i_1 = 12 - 4 \rightarrow i_1 = 2\text{A}$.

De (1) e (2), $i_2 = 2 + 2 = 4\ \text{A}$.

Calculando a resistência equivalente:

$R_{23} = 4/2 = 2$ (duas resistências paralelas iguais).

$R_{123} = 2 + 2 = 4$.

$R_{1234} = (R_{123} \cdot R_4) / (R_{123} + R_4) = 4 \cdot 12 / (4 + 12) = 48/16 = 3$

$R_{12345} = R_{1234} + R_5 = 3 + 1 = 4\ \text{ohms}$.

(3) $E_3 = r_3i + 4i_2' \rightarrow 12 = 2i + 4i_2' \rightarrow i_2' = 2\ \text{A}$.

Como a corrente que chega é de 4 A e destes, 2 A passam no ramo constituídos pelos resistores 1 a 5, então 2A também passará em R. Portanto, a resistência R é igual à resistência equivalente ao conjunto de 1 a 5.

Resposta: $R = 4\ \Omega$.

(b) $U = Ri^2t = 1 \cdot 2^2 \cdot (10 \cdot 60) = 2400\ \text{J}$.

Resposta: 2400 J.