# UNICAMP 2001

## caderno de questões

A Unicamp
comenta
suas provas

UNICAMP
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
COMISSÃO PERMANENTE
PARA OS VESTIBULARES

As questões de Física do Vestibular Unicamp versam sobre assuntos variados do programa (que constam do Manual do Candidato). Elas são formuladas de forma a explorar as ligações entre situações reais (preferencialmente ligadas à vida cotidiana do candidato) e conceitos básicos da Ciência Física, muitas vezes percebidos como um conjunto desconexo de equações abstratas e fórmulas inacessíveis. Pelo contrário, o sucesso de um candidato no tipo de prova apresentado depende diretamente da sua capacidade de interpretar uma situação proposta e tratá-la com um repertório de conhecimento compatível com um estudante egresso do ensino médio. A banca elaboradora apresenta inúmeras propostas de questões e as seleciona tendo em vista o equilíbrio entre as questões fáceis e difíceis, os diversos itens do programa e a pertinência do fenômeno físico na vida cotidiana do candidato. Após a seleção, as questões são aprimoradas na descrição dos dados correspondentes à situação ou ao fenômeno físico e na clareza do que é perguntado. Formuladas as questões, elas são submetidas a um professor *revisor.* Para ele, as questões são inteiramente novas e desconhecidas. Sua crítica a elas se fará em termos de clareza dos enunciados, do tempo para se resolvê-las, da perfeição de linguagem, da adequação ao programa, etc. Um bom trabalho de revisão às vezes obriga a banca a reformular questões e mesmo a substituí-las. A política da Comvest, que as bancas de Física vêm seguindo reiteradamente, é de não manter bancos de questões. Além disso, não utilizamos questões de livros ou de qualquer compilação de problemas. Portanto, se alguma questão se parece com a de algum livro ou compilação é porque o número de questões possíveis numa matéria como a de Física é finito e coincidências não são impossíveis.

***A correção:***

A correção é feita de maneira a aproveitar tudo de correto que o candidato escreve. Em geral, erros de unidade e erros de potência de 10 são penalizados com algum desconto de nota.

## QUESTÃO 1

**"*Erro da NASA pode ter destruído sonda*" *(Folha de S. Paulo, 1/10/1999)***

**Para muita gente, as unidades em problemas de Física representam um mero detalhe sem importância. No entanto, o descuido ou a confusão com unidades pode ter conseqüências catastróficas, como aconteceu recentemente com a NASA. A agência espacial americana admitiu que a provável causa da perda de uma sonda enviada a Marte estaria relacionada com um problema de conversão de unidades. Foi fornecido ao sistema de navegação da sonda o raio de sua órbita em *metros*, quando, na verdade, este valor deveria estar em *pés*. O raio de uma órbita circular segura para a sonda seria $r = 2{,}1 \times 10^5$ m, mas o sistema de navegação interpretou esse dado como sendo em *pés*. Como o raio da órbita ficou menor, a sonda desintegrou-se devido ao calor gerado pelo atrito com a atmosfera marciana.**

**a) Calcule, para essa órbita fatídica, o raio em metros. Considere 1 pé = 0,30 m.**

**b) Considerando que a velocidade linear da sonda é inversamente proporcional ao raio da órbita, determine a razão entre as velocidades lineares na órbita fatídica e na órbita segura.**

**Resposta esperada**

a) $r_m = r_{ft}\dfrac{0{,}3\ \text{m}}{\text{ft}} \Rightarrow 2{,}1 \times 10^5\ \text{ft}\ \dfrac{0{,}3\ \text{m}}{\text{ft}} = 6{,}3 \times 10^4\ \text{m}$ **(3 pontos)**

b) $\dfrac{V_{ft}}{V_m} = \dfrac{r_m}{r_{ft}} = \dfrac{2{,}1 \times 10^5}{6{,}3 \times 10^4} = \dfrac{70}{21} = \dfrac{10}{3} \cong 3{,}3$ **(2 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**

a) 1 pé = 0,3 m

$2{,}1 \cdot 10^5$ pés = x m

$\begin{array}{r} 2{,}1 \\ \times\ 0{,}3 \\ \hline 0{,}63 \end{array}$

$\boxed{x = 6{,}3 \cdot 10^4\ m}$

O raio da órbita foi de $6{,}3 \cdot 10^4$ metros.

b) $\dfrac{V_F}{V_S} = \dfrac{R_S}{R_F}$

$\dfrac{V_F}{V_S} = \dfrac{2{,}1 \cdot 10^{\cancel{5}}}{6{,}3\ \cancel{10^4}}$

$\dfrac{V_F}{V_S} = \dfrac{\cancel{21}^{10}}{\cancel{6}\ \frac{3}{3}}$

$\dfrac{V_F}{V_S} = \dfrac{10}{3}$

A razão entre as velocidades lineare é $\dfrac{10}{3}$.

**Exemplo de nota abaixo da média**

a) 1 pé —— 0,3 m
x —— $2,1 \cdot 10^5$ m
$\boxed{x = 7 \cdot 10^5 \text{ pés}}$

b) ~~[illegible]~~
órbita fatídica → $7 \cdot 10^5$ pés $= 6,3 \cdot 10^4$ m
órbita segura → $2,1 \cdot 10^5$ m

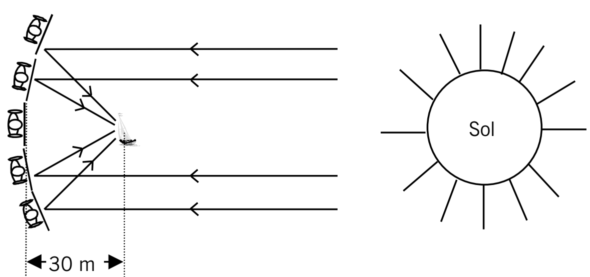
Dividindo-se as duas: $\frac{6,3 \; 10^4}{2,1 \cdot 10^5}$ → a proporção é de 3 : 10, como são inversamente proporcionais: $\boxed{\frac{V_f}{V_s} = \frac{10}{3}}$

**Comentários**

Esse assunto teve grande destaque na mídia nos meses que antecederam o vestibular.

## QUESTÃO 2

**Uma das primeiras aplicações militares da ótica ocorreu no século III a.C. quando Siracusa estava sitiada pelas forças navais romanas. Na véspera da batalha, Arquimedes ordenou que 60 soldados polissem seus escudos retangulares de bronze, medindo 0,5 m de largura por 1,0 m de altura. Quando o primeiro navio romano se encontrava a aproximadamente 30 m da praia para atacar, à luz do sol nascente, foi dada a ordem para que os soldados se colocassem formando um arco e empunhassem seus escudos, como representado esquematicamente na figura abaixo. Em poucos minutos as velas do navio estavam ardendo em chamas. Isso foi repetido para cada navio, e assim não foi dessa vez que Siracusa caiu. Uma forma de entendermos o que ocorreu consiste em tratar o conjunto de espelhos como um espelho côncavo. Suponha que os raios do sol cheguem paralelos ao espelho e sejam focalizados na vela do navio.**




a) **Qual deve ser o raio do espelho côncavo para que a intensidade do sol concentrado seja máxima?**

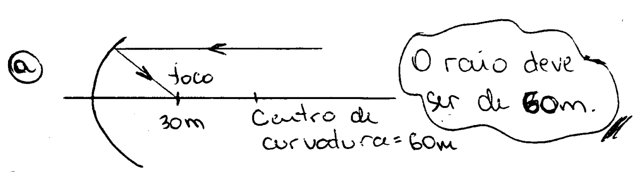
b) **Considere a intensidade da radiação solar no momento da batalha como 500 W/m$^2$. Considere que a refletividade efetiva do bronze sobre todo o espectro solar é de 0,6, ou seja, 60% da intensidade incidente é refletida. Estime a potência total incidente na região do foco.**

**Resposta esperada**

a) $r = 2f = 2 \cdot 30 \text{ m} = 60 \text{ m}$ **(2 pontos)**

b) $P = 500 \, \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 30 \text{ m}^2 \cdot \frac{60}{100} = 9000 \text{ W}$ **(3 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**



(b) $60 \times 0{,}5\,m^2 = 30\,m^2$

$500\,W - m^2$

$15000\,W - 30\,m^2$

$15\,kW$

$15000 \times 0{,}6 = 9000{,}0$

$9\,kW$

A potência incidente na região do foco é de 9KW.

Exemplo de nota abaixo da média

a) $R = 30\,m$

b) Para cada $1\,m^2 \longrightarrow P = 500\,W$

$0{,}5\,m^2 \longrightarrow P'$

$P' = 250\,W$

$100\% = 250\,W$

$60\% = P''$

$\therefore P'' = 250 \cdot 0{,}6 = 150\,W$

## QUESTÃO 3

**Um automóvel trafega com velocidade constante de 12 m/s por uma avenida e se aproxima de um cruzamento onde há um semáforo com fiscalização eletrônica. Quando o automóvel se encontra a uma distância de 30 m do cruzamento, o sinal muda de verde para amarelo. O motorista deve decidir entre parar o carro antes de chegar ao cruzamento ou acelerar o carro e passar pelo cruzamento antes do sinal mudar para vermelho. Este sinal permanece amarelo por 2,2 s. O tempo de reação do motorista (tempo decorrido entre o momento em que o motorista vê a mudança de sinal e o momento em que realiza alguma ação) é 0,5 s.**

**a) Determine a mínima aceleração constante que o carro deve ter para parar antes de atingir o cruzamento e não ser multado.**

**b) Calcule a menor aceleração constante que o carro deve ter para passar pelo cruzamento sem ser multado. Aproxime $1{,}7^2 \cong 3{,}0$.**

Resposta esperada

a) i. Distância percorrida no tempo de reação: $d' = 12\ \frac{m}{s} \cdot 0{,}5\ s = 6\ m$ **(1 ponto)**

ii. $v^2 = v_0^2 + 2ad$ $\qquad d = 24$ m

$$a = -\frac{v_0^2}{2d} \Rightarrow -\frac{12^2\ m^2/s^2}{2 \cdot 24\ m} = -\frac{144}{48}\ \frac{m}{s^2} = -\frac{3 \times 48}{48} = -3{,}0\ \frac{m}{s^2}$$ **(3 pontos)**

b) i. Tempo para acelerar: $t' = t_{amarelo} - t_{resp} \Rightarrow 2{,}2 - 0{,}5 = 1{,}7$ s **(1 ponto)**

ii. $d = v_0 t' + \frac{1}{2} a t'^2 \Rightarrow 24 = 12 \cdot 1{,}7 + \frac{1}{2} a\, 1{,}7^2 \Rightarrow a = \frac{3{,}6 \times 2}{3{,}0} = 2{,}4\ \frac{m}{s^2}$ **(1 ponto)**

Exemplo de nota acima da média

a) Tempo de reação é de 0,5s, portanto o motorista percorreu 6 m restando 24 m.

Sua velocidade final é zero, enquanto a inicial é de 12 m/s; corresponde a uma velocidade média de 6 m/s.

Para percorrer 24 m, o motorista gasta por tanto 4s.

Em 4s o motorista deve estar parado, assim sua ~~(...)~~ desaceleração ~~é~~ de 3 m/s.

b) $\Delta S = V_0 t + \frac{a}{2} t^2 \Rightarrow 24 = 12 \cdot 1{,}7 + \frac{a}{2} \cdot (1{,}7)^2$

$24 = 20{,}4 + \frac{3a}{2} \therefore a = 2{,}4\ m/s^2$

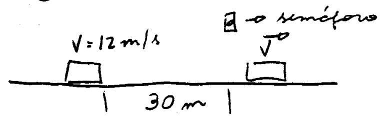
A aceleração mínima é de $2{,}4\ m/s^2$

**Exemplo de nota abaixo da média**

ⓐ $V_0 = 12\ m/s$
$t = 2{,}2 - 0{,}5 = 1{,}7\ s$
$V = 0$

$V = V_0 + a t$
$0 = 12 + a \cdot 1{,}7$
$a \cong 7\ m/s^2$

ⓑ




$S = S_0 + V_0 t + \frac{a}{2} \cdot t^2$

$30 = 0 + 12 \cdot 1{,}7 + \frac{a}{2} \cdot 1{,}7^2$

$30 = 20{,}4 + \frac{a}{2} \cdot 3$

$\frac{3a}{2} = 9{,}6 \therefore a = 6{,}4\ m/s^2$

## QUESTÃO 4

**Um canhão de massa $M$ = 300 kg dispara na horizontal uma bala de massa $m$ = 15 kg com uma velocidade de 60 m/s em relação ao chão.**

**a) Qual a velocidade de recuo do canhão em relação ao chão?**

**b) Qual a velocidade de recuo do canhão em relação à bala?**

**c) Qual a variação da energia cinética no disparo?**

**Resposta esperada**

a) $p_{antes} = p_{depois} \Rightarrow 0 = MV_{canhão} + mV_{bala} \Rightarrow$

$V_{canhão} = -\frac{m}{M} V_{bala} = -\frac{15\ \text{kg}}{300\ \text{kg}} \cdot 60\ \frac{\text{m}}{\text{s}} = -3{,}0\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **(2 pontos)**

b) $V_{canhão - bala} = V_{canhão - terra} - V_{bala - terra} = 60\ \frac{\text{m}}{\text{s}} - \left(-3\frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = 63\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ ou $-63\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **(1 ponto)**

c) $\Delta E_c = \Delta E_{final} - \Delta E_{inicial} = \frac{1}{2} M V^2_{canhão} + \frac{1}{2} m V^2_{bala} - 0$

$\Delta E_c = \frac{1}{2} 300\ \text{kg} \cdot 3^2\ \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} + \frac{1}{2} 15\ \text{kg} \cdot 60^2\ \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = \frac{1}{2}(2700 + 54000) =$

28350 J $\cong$ 28000 J **(2 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**

a) $\vec{Q}_{ANTES} = \vec{Q}_{DEPOIS} \Leftrightarrow 0 = 300 \cdot V_C - 15 \cdot 60$

$300\ V_C = 900 \Leftrightarrow \boxed{V_C = 3\ m/s}$

b) $\nearrow V_{BALA}$ $\swarrow V_{CANHÃO}$

$\vec{V}_{RECUO\ C/B} = \vec{V}_{BALA} + \vec{V}_{CANHÃO}$

$\vec{V}_{RECUO} = 60 + 3 \Rightarrow \boxed{\vec{V}_{RECUO} = 63\ m/s}$

c) $\Delta Ec = Ecf - Eci$

$Eci = 0 \Rightarrow \Delta Ec = Ecf$ $\qquad Ecf = Ecf_{BALA} + Ecf_{CANHÃO}$

$Ecf_{BALA} = \frac{15(60)^2}{2} = 27.000\ J$

$Ecf_{CANHÃO} = \frac{300 \cdot 3^2}{2} = 1.350\ J$

$Ecf = 27.000 + 1.350$

$\boxed{Ecf = 28.350\ J}$

**Exemplo de nota abaixo da média**

a) Em relação ao ~~canhão~~ solo a velocidade do canhão será igual a da bala, portanto 60 m/s.

b) Em relação à bala teremos:

$Q_{ANTES} = Q_{DEPOIS}$

$M \cdot V_{canhão} = M \cdot V'_{canhão} + m \cdot V_{bala}$

$M \cdot 0 = 300 \cdot V'_{canhão} + 15 \cdot 60$

$-900 = 300\ V'_{canhão}$

$V'_{canhão} = -3\ m/s$

Resp. Será de 3 m/s em módulo.

c) $\Delta Ec = Ecf - Eci$

$Ecf \Rightarrow$ Energia cinética final

$Eci \Rightarrow$ Energia cinética inicial

$\Delta Ec = Ecf - 0$

$\Delta Ec = Ecf.$

$Ecf = \frac{M(V'_{canhão})^2}{2} + \frac{m(V'_{bala})^2}{2}$

$Ecf = \frac{300 \cdot (-3)^2}{2} + \frac{15 \cdot (60)^2}{2}$

$Ecf = \frac{300 \cdot 9}{2} + \frac{15 \cdot 3600}{2}$

$Ecf = 150 \cdot 9 + 15 \cdot 1800$

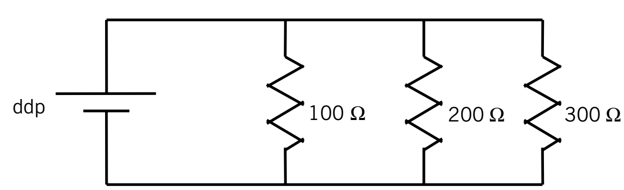
$Ecf = -1350 + 27.000$

$Ecf = 28.350\ J$

Resp. a variação será de 28.350 J.

## QUESTÃO 5

**Algumas pilhas são vendidas com um testador de carga. O testador é formado por 3 resistores em paralelo como mostrado esquematicamente na figura abaixo. Com a passagem de corrente, os resistores dissipam potência e se aquecem. Sobre cada resistor é aplicado um material que muda de cor ("acende") sempre que a potência nele dissipada passa de um certo valor, que é o mesmo para os três indicadores. Uma pilha nova é capaz de fornecer uma diferença de potencial (ddp) de 9,0 V, o que faz os 3 indicadores "acenderem". Com uma ddp menor que 9,0 V, o indicador de 300 Ω já não "acende". A ddp da pilha vai diminuindo à medida que a pilha vai sendo usada.**




**a) Qual a potência total dissipada em um teste com uma pilha nova?**

**b) Quando o indicador do resistor de 200 Ω deixa de "acender", a pilha é considerada descarregada. A partir de qual ddp a pilha é considerada descarregada?**

**Resposta esperada**

a) $P = \dfrac{V^2}{R} \Rightarrow P = \dfrac{9{,}0^2}{100} + \dfrac{9{,}0^2}{200} + \dfrac{9{,}0^2}{300} = 1{,}485\ \text{W} \cong 1{,}5\ \text{W}$ **(2 pontos)**

b) Potência de corte $= P_C = \dfrac{81}{300} = 0{,}27\ \text{W}$ **(1 ponto)**

$\dfrac{V_C^2}{200} = 0{,}27 \Rightarrow V_C = \sqrt{54} \cong 7{,}5\ \text{V}$ **(2 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**

ⓐ A potência dissipada corresponde a soma da potência dissipada por cada resistor, assim

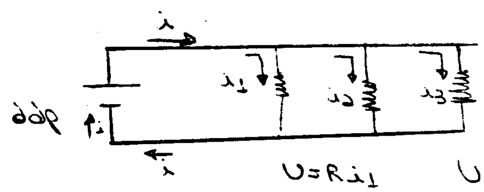
$Pd = \frac{U^2}{100} + \frac{U^2}{200} + \frac{U^2}{300} = \frac{81}{100} + \frac{81}{200} + \frac{81}{300}$ [redacted] $0{,}81 + 0{,}405 + 0{,}27 = \underline{1{,}485W}$

ou seja a potência total dissipada em um teste com a pilha nova é $\boxed{1{,}485W}$

ⓒ Devemos determinar qual o menor potencia que faz um indicador aquecer, esta potência corresponde a potência dissipada pelo resistor de 300Ω quando a pilha está nova assim a potencia limite PL para acender o indicador é $PL = U^2/300 = 0{,}27W$. O indicador do resistor de 200Ω deixa de acender quando a potencia dissipada por ele é menor que [redacted] 0,27W assim ele deixa de acender quando $0{,}27 > U^2/200$ $U^2 < 54$ $\underline{U < 6V}$. Assim

A partir de [redacted] valores menores que $\underline{6{,}0V}$ a pilha é considerada descarregada.

**Exemplo de nota abaixo da média**




i = i1 + i2 + i3

| U=Ri1 | U=Ri2 | U=Ri3 |
|---|---|---|
| 9 = 100. i1 | 9 = 200. i2 | 9 = 300. i3 |
| $\boxed{i1 = 0{,}03A}$ | $\boxed{i2 = 0{,}045A}$ | $\boxed{i3 = 0{,}09A}$ |

i = i1 + i2 + i3

i = 0,03 + 0,045 + 0,09

$\boxed{i = 0{,}165\ A}$

Ⓐ POTÊNCIA DISSIPADA EM UMA PILHA NOVA ; ddp=9,0V :

$P = \frac{U^2}{R} = U.i$

P = 9 . 0,165

$\boxed{P = 1{,}485\ J}$

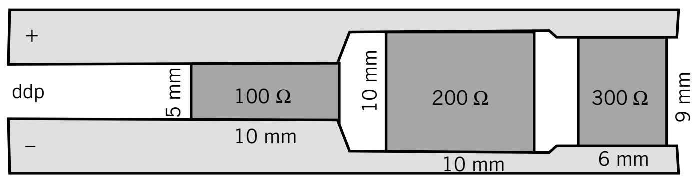
Ⓑ A PARTIR DA $\boxed{DDP = 3{,}0\ V}$ O RESISTOR DE 200 DEIXA DE ACENDER E A PILHA É CONSIDERADA DESCARREGADA.

**Comentários**

O item a) pode ser resolvido também calculando explicitamente a resistência equivalente.

## QUESTÃO 6

Na prática, o circuito testador da questão anterior é construído sobre uma folha de plástico, como mostra o diagrama abaixo. Os condutores (cinza claro) consistem em uma camada metálica de resistência desprezível, e os resistores (cinza escuro) são feitos de uma camada fina (10 $\mu$m de espessura, ou seja, 10 x $10^{-6}$ m) de um polímero condutor. A resistência *R* de um resistor está relacionada com a resistividade ρ por R = $\rho \frac{l}{A}$ onde $\ell$ é o comprimento e *A* é a área da seção reta perpendicular à passagem de corrente.




a) **Determine o valor da resistividade ρ do polímero a partir da figura. As dimensões (em mm) estão indicadas no diagrama.**

b) **O que aconteceria com o valor das resistências se a espessura da camada de polímero fosse reduzida à metade? Justifique sua resposta.**

**Resposta esperada**

a) $\rho = \frac{RA}{l} =$

$$\left\{\begin{array}{l} \frac{100\ \Omega \cdot 10 \times 10^{-3}\ \text{m} \cdot 10 \times 10^{-6}\ \text{m}}{5 \times 10^{-3}\ \text{m}} = 2 \times 10^{-3}\ \Omega\text{m} \\ \frac{200\ \Omega \cdot 10 \times 10^{-3}\ \text{m} \cdot 10 \times 10^{-6}\ \text{m}}{10 \times 10^{-3}\ \text{m}} = 2 \times 10^{-3}\ \Omega\text{m} \\ \frac{300\ \Omega \cdot 6 \times 10^{-3}\ \text{m} \cdot 10 \times 10^{-6}\ \text{m}}{9 \times 10^{-3}\ \text{m}} = 2 \times 10^{-3}\ \Omega\text{m} \end{array}\right\}$$

ou 2 Ωmm (basta uma das 3) **(3 pontos)**

b) $R = \rho \frac{l}{A} = \rho \frac{l}{wd}$

Portanto se *d* é reduzido à metade, *R* deve dobrar. **(2 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**

A) $\rho = \frac{RA}{l}$

$\rho = \frac{100 \cdot (10 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \cdot 10^{-6})}{5 \cdot 10^{-3}}$

$\rho = 20 \cdot 10^{-4}$

$\boxed{\rho = 2 \cdot 10^{-3}\ \Omega \cdot m}$

B) Diminuindo a espessura pela metade, a área da seção reta também diminui pela metade, pois:

$A = b \cdot h \quad A' = b \cdot h$

$A = b \cdot e \quad A' = b \cdot \frac{e}{2} \rightarrow \therefore A' = \frac{A}{2}$

A resistividade ($\rho$) e o comprimento ($l$) permanecem os mesmos. Portanto

$R = \rho \frac{l}{A} \quad R' = \rho \frac{l}{\frac{A}{2}}$

$R' = 2\rho \frac{l}{A}$

$\boxed{R' = 2R}$

Então, o valor das resistências dobraria.

**Exemplo de nota abaixo da média**

a) $R = \rho \cdot \frac{\ell}{A}$

$\frac{600\,\Omega}{11} = \rho \cdot \frac{26 \times 10^{-6}\,m}{204 \times 10^{-6}\,m^2}$

$600 \cdot 204 = 11 \cdot 26\,\rho$

$\rho = \frac{600 \cdot 204\,\Omega \cdot m}{\cancel{11 \cdot 26}\ 286}$

$\rho = \frac{600 \cdot 204}{286} \div 2 = \frac{300 \cdot 102}{143} = \frac{30 \cdot 600}{143} \cong 213\,\Omega\,m$

A resistividade $\rho$ do polímero é $\cong 213\,\Omega\,m$.

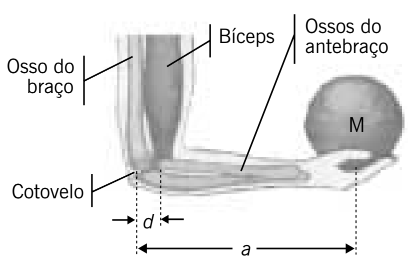
b) $\frac{1}{2}\downarrow R = \rho \cdot \frac{\ell \downarrow \frac{1}{2}}{A}$ Se a espessura cair à metade, a resistência também cai à metade. Portanto, teríamos 50 Ω, 100 Ω e 150 Ω, respectivamente, para cada resistor.

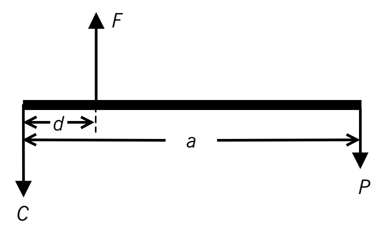
**Comentários**

Foi muito comum o uso da área dos dispositivos como vistos na figura no lugar da área transversal.

## QUESTÃO 7

**O bíceps é um dos músculos envolvidos no processo de dobrar nossos braços. Esse músculo funciona num sistema de alavanca como é mostrado na figura abaixo. O simples ato de equilibrarmos um objeto na palma da mão, estando o braço em posição vertical e o antebraço em posição horizontal, é o resultado de um equilíbrio das seguintes forças: o peso *P* do objeto, a força *F* que o bíceps exerce sobre um dos ossos do antebraço e a força *C* que o osso do braço exerce sobre o cotovelo. A distância do cotovelo até a palma da mão é $a$ = 0,30 m e a distância do cotovelo ao ponto em que o bíceps está ligado a um dos ossos do antebraço é de $d$ = 0, 04 *m*. O objeto que a pessoa está segurando tem massa $M$ = 2,0 kg. Despreze o peso do antebraço e da mão.**




a) **Determine a força *F* que o bíceps deve exercer no antebraço.**
b) **Determine a força *C* que o osso do braço exerce nos ossos do antebraço.**

**Resposta esperada**

a) $\sum \tau_d = 0$ **(1 ponto)**

$Fd - Mga = 0 \;\Rightarrow\; F = \dfrac{2{,}0\text{ kg} \cdot 10\text{ m/s}^2 \cdot 0{,}30}{0{,}04} = 150\text{ N}$ **(2 pontos)**

b) $C + P - F = 0 \;\Rightarrow$

$C = F - P = 150\text{ N} - 20\text{ N} = 130\text{ N}$ **(2 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**

a) $F \cdot d = P \cdot a$

$F \cdot 0{,}04 = 20 \cdot 0{,}3$

$F = \frac{20 \cdot 0{,}3}{0{,}04} = 150\,N.$

b) $C \cdot d = P \cdot (a - d)$

$C \cdot 0{,}04 = 20 \cdot 0{,}26$

$C = \frac{20 \cdot 0{,}26}{0{,}04} = 130\,N.$

**Exemplo de nota abaixo da média**

a) $M_F = F.d$

$P.(a-d) = F.d$ (pto onde é aplicado $\vec{F}$ é referencial)

$20.\ 0,26 = F.0,04$

$F = \frac{0,52.10}{0,04} = 130N$

b) Equilíbrio: $C + P = F$

$C + 20 = 130$

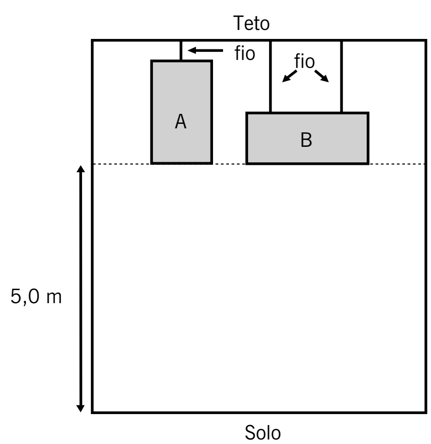
$C = 110\ N$

**Comentários**

Essa questão permitia várias soluções por caminhos diferentes. Todos os relevantes foram considerados corretos.

## QUESTÃO 8

**Dois blocos homogêneos estão presos ao teto de um galpão por meio de fios, como mostra a figura abaixo. Os dois blocos medem 1,0 m de comprimento por 0,4 m de largura por 0,4 m de espessura. As massas dos blocos A e B são respectivamente iguais a 5,0 kg e 50 kg. Despreze a resistência do ar.**




**a) Calcule a energia mecânica de cada bloco em relação ao solo.**
**b) Os três fios são cortados simultaneamente. Determine as velocidades dos blocos imediatamente antes de tocarem o solo.**
**c) Determine o tempo de queda de cada bloco.**

**Resposta esperada**

a) $E_p = mgh \Rightarrow \begin{cases} E_{pA} = 5{,}0\ \text{kg} \cdot 10\ \text{m/s}^2 \cdot 5{,}5\ \text{m} = 275\ \text{J} \\ E_{pB} = 50\ \text{kg} \cdot 10\ \text{m/s}^2 \cdot 5{,}2\ \text{m} = 2600\ \text{J} \end{cases}$ **(2 pontos)**

b) $\frac{1}{2}mv^2 = mgh' \Rightarrow v = \sqrt{2gh'} \Rightarrow$

$\sqrt{2 \cdot 10\ \text{m/s}^2 \cdot 5{,}0\ \text{m}} = \sqrt{100\ \text{m}^2/\text{s}^2} = 10\ \text{m/s}$ para os dois blocos **(2 pontos)**

c) $v = v_0 + gt \Rightarrow t = \frac{v}{g} = \frac{10\ \text{m/s}}{10\ \text{m/s}^2} = 1{,}0\ \text{s}$ para os dois blocos **(1 ponto)**

**Exemplo de nota acima da média**

a) $\mathcal{E}_{mec\,A} = \mathcal{E}_{pA} = m \cdot g \cdot h$ A 0,5 $\mathcal{E}_{mec\,B} = \mathcal{E}_{pB} = m \cdot g \cdot h$ 0,2

$\mathcal{E}_{mec\,A} = 5 \cdot 10 \cdot 5{,}5$  $\mathcal{E}_{mec\,B} = 50 \cdot 10 \cdot 5{,}2$

$\mathcal{E}_{mec\,A} = 275\,J$  $\mathcal{E}_{mec\,B} = 2600\,J$

b) $\mathcal{E}_{mec\,A)i} = \mathcal{E}_{mec\,A)f}$  $\mathcal{E}_{mec\,B)i} = \mathcal{E}_{mec\,B)f}$

$275 = \frac{5 \cdot V_A^2}{2}$  $2600 = \frac{50 \cdot V_B^2}{2}$

$V_A^2 = 110$  $V_B^2 = 104$

$V_A = \sqrt{110}\ m/s$  $V_B = \sqrt{104}\ m/s$

c) tempo de queda de A é igual a B = t

$S = S_0 + V_0 \cdot t + 1/2\, a t^2$

$5 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$

$t^2 = 1$

$t = 1\,s$

**Exemplo de nota abaixo da média**

a-) $\mathcal{E}_g = m g^2$

→ Bloco A → $\mathcal{E}_m = 5 \cdot 10^2 = \boxed{500\,N}$

→ Bloco B → $\mathcal{E}_m = 50 \cdot 10^2 = \boxed{5000\,N}$

b-) ~~A→B~~

A velocidade de ambos será de $10^5$ m/s

→ corresponde a distância

→ corresponde a g

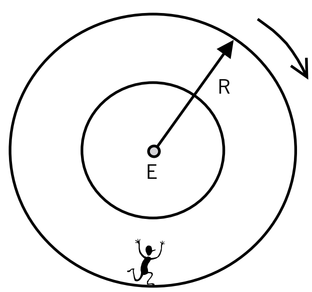
c-) Ambos chegarão ao mesmo tempo: apenas $\boxed{1\,s}$

**Comentários**

Uma questão aparentemente simples mas que envolve conceitos mais elaborados como centro de massa, a definição de energia potencial e queda livre.

## QUESTÃO 9

**Algo muito comum nos filmes de ficção científica é o fato dos personagens não flutuarem no interior das naves espaciais. Mesmo estando no espaço sideral, na ausência de campos gravitacionais externos, eles se movem como se existisse uma força que os prendesse ao chão das espaçonaves. Um filme que se preocupa com esta questão é "2001, uma Odisséia no Espaço", de Stanley Kubrick. Nesse filme a gravidade é simulada pela rotação da estação espacial, que cria um peso efetivo agindo sobre o astronauta. A estação espacial, em forma de cilindro oco, mostrada abaixo, gira com velocidade angular constante de 0,2 rad/s em torno de um eixo horizontal *E* perpendicular à página. O raio *R* da espaçonave é 40 m.**




**a) Calcule a velocidade tangencial do astronauta representado na figura.**

**b) Determine a força de reação que o chão da espaçonave aplica no astronauta que tem massa m = 80 kg**

**Resposta esperada**

a) $v = \omega R = 0{,}2\ \dfrac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot 40\ \text{m} = 8\ \dfrac{\text{m}}{\text{s}}$ **(2 pontos)**

b) $N = m\omega^2 R = 80\ \text{kg} \cdot 0{,}2^2\ \dfrac{\text{rad}^2}{\text{s}^2} \cdot 40\ \text{m} = 128\ \text{N} \cong 130\ \text{N}$ **(3 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**

(A) $V_t = \omega . R$

$V_t = 0{,}2 . 40 = \boxed{8 m/s}$

$\omega = 0{,}2\ rad/s$
$R = 40\ m$
$\pi \approx 3$
$m = 80\ kg$

(B)

$a = \dfrac{V^2}{R} \Rightarrow \dfrac{8^2}{40} = \dfrac{64}{40} = \boxed{1{,}6 m/s^2}$

$F = m.a \Rightarrow 80 . 1{,}6 = \boxed{128N}$

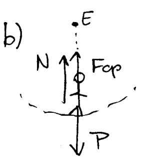
**Exemplo de nota abaixo da média**

a) $\boxed{w = 0{,}2}$ $\boxed{R = 40m}$

$V = w \cdot R$
$V = 0{,}2 \cdot 40$
$V = 8 m/s$

R: Velocidade tangencial é 8 m/s.

b)




$Fcp + N = P$
$N = P - Fcp$
$N = 800 - 128$
$N = 672N$.

$Fcp = \dfrac{m \cdot v^2}{R}$
$Fcp = \dfrac{80 \cdot 64}{40}$
$Fcp = 128N$.
$P = 800 N$.

R: Reação de 672 N.

## QUESTÃO 10

**Um escritório tem dimensões iguais a 5 m × 5 m × 3 m e possui paredes bem isoladas. Inicialmente a temperatura no interior do escritório é de 25 °C. Chegam então as 4 pessoas que nele trabalham, e cada uma liga seu microcomputador. Tanto uma pessoa como um microcomputador dissipam em média 100 W cada na forma de calor. O aparelho de ar condicionado instalado tem a capacidade de diminuir em 5 °C a temperatura do escritório em meia hora, com as pessoas presentes e os micros ligados. A eficiência do aparelho é de 50%. Considere o calor específico do ar igual a 1000 J/kg °C e sua densidade igual a 1,2 kg/m³.**

**a) Determine a potência elétrica consumida pelo aparelho de ar condicionado.**

**b) O aparelho de ar condicionado é acionado automaticamente quando a temperatura do ambiente atinge 27 °C, abaixando-a para 25 °C. Quanto tempo depois da chegada das pessoas no escritório o aparelho é acionado?**

**Resposta esperada**

a) $P = \dfrac{\dfrac{mC\Delta T}{t} + 800\ \text{W}}{0{,}50} =$

$$\dfrac{\dfrac{1{,}2\ \text{kg/m}^3 \cdot 75\ \text{m}^3 \cdot 1000\ \text{J/kg °C} \cdot 5\ \text{°C}}{30\ \text{min} \cdot 60\ \text{s/min}} + 800\ \text{W}}{0{,}50} = \dfrac{250\ \text{W} + 800\ \text{W}}{0{,}50} = 2100\ \text{W}$$ **(3 pontos)**

b) $800\ \text{W} = \dfrac{mC\Delta T}{t} \Rightarrow t = \dfrac{1{,}2\ \text{kg/m}^3 \cdot 75\ \text{m}^3 \cdot 1000\ \text{J/kg °C} \cdot 2\ \text{°C}}{800\ \text{W}} = 225\ \text{s} = 3\ \text{min}\ 45\ \text{s}$ **(2 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**

A) $V_{ar} = 5 \times 5 \times 3 = 75 m^3$
$m_{ar} = 75 \times 1,2 = 90 kg$
$Q = 90 . 1000 . 5$
$Q = 450.000 J$

$P = \frac{J}{s} \Rightarrow P = \frac{450.000}{30.60} = \frac{1500}{6} = 250 W$

~~R: A Potência elétrica consumida pelo aparelho de ar condicionado é de 250 W~~

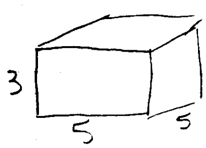
$P_Q: 250 W \to$ 4 pessoas + 4 computadores $= 800 W$
$P_U = 1050 W$
$P_T = 2 . 1050 = 2100 W \to \eta = 50\%$
R: Potência elétrica consumida é igual a 2100 W

B) $Q = 90 . 1000 . 2$
$Q = 180.000 J$
$P = 800 W$
$\to 800 J/s$

$800 \frac{J}{s} . T = 180.000 J$
$T = 225$ segundos

R: O Aparelho é acionado em 225 segundos

**Exemplo de nota abaixo da média**



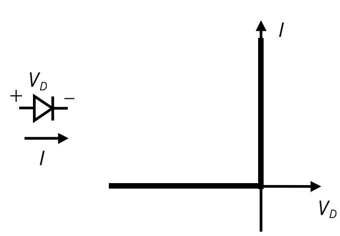

$d = \frac{m}{V}$
$m = 75.3.12$
$m = 900 kg$

a) $P = Q . \Delta t$
$P = 900.10^3.1000.5.1800 s$
$P = 810.10^{11} W$
$P_{cons} = \frac{810.10^{11} W}{2}$
$P_{cons} = 405.10^{11} W$

b) $P = \frac{Q}{\Delta t}$
$\Delta t = \frac{Q}{P}$
$\Delta t = \frac{m c \Delta\theta}{P}$
$\Delta t = \frac{900.10^3.1000.2}{8.100.100}$
$\Delta t = \frac{18.10^4}{8}$
$\boxed{\Delta t = 2,5.10^4 s}$

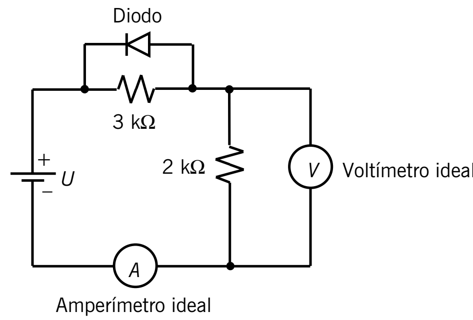
## QUESTÃO 11

**Grande parte da tecnologia utilizada em informática e telecomunicações é baseada em dispositivos semicondutores, que não obedecem à lei de Ohm. Entre eles está o diodo, cujas características ideais são mostradas no gráfico abaixo.**




**O gráfico deve ser interpretado da seguinte forma: se for aplicada uma tensão negativa sobre o diodo ($V_D < 0$), não haverá corrente (ele funciona como uma chave aberta). Caso contrário ($V_D > 0$), ele se comporta como uma chave fechada.**

**Considere o circuito abaixo:**

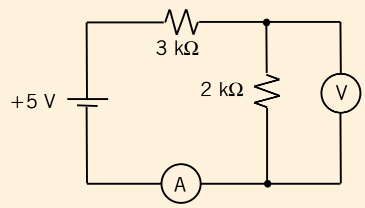



**a) Obtenha as resistências do diodo para *U* = +5 V e *U* = –5 V.**
**b) Determine os valores lidos no voltímetro e no amperímetro para *U* = +5 V e *U* = –5 V.**

**Resposta esperada**

a) $R = \begin{cases} \infty, & \text{para U = +5 V} \\ 0, & \text{para U = –5 V} \end{cases}$ **(1 ponto)**

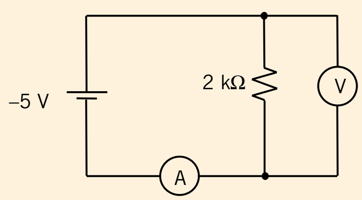
b)




$$U = +5\text{ V} \Rightarrow i = \frac{U}{R_1 + R_2} = \frac{5\text{ V}}{(3+2)\text{ k}\Omega} = 1\text{ mA}$$

$$V = R_2 i = 2 \times 10^3\ \Omega \cdot 1 \times 10^{-3}\text{ A} = 2\text{ V}$$

**(2 pontos)**




$$U = -5\text{ V} \Rightarrow i = \frac{U}{R_2} = \frac{-5\text{ V}}{2\text{ k}\Omega} = -2{,}5\text{ mA}$$

$$V = ddp = -5\text{ V}$$

**(2 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**

a) Para U = +5V, a resistência do diodo é infinita (não deixa passar corrente) e para U = –5V, a resistência do diodo é nula.

b) P/ U=+5V: $i = \frac{5}{5\times10^3} = \boxed{1\text{ mA}}$ $V = 10^{-3} \times 2 \times 10^3 = \boxed{2V}$

P/ U = –5V: $i = \frac{5}{2\times10^3} = \boxed{2{,}5\text{ mA}}$ $V = 2{,}5 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^3 = \boxed{5V}$

R: Para U = +5V, o voltímetro lerá 2V e o amperímetro, 1mA.
Para U = –5V, o voltímetro lerá 5V e o amperímetro 2,5mA.

**Exemplo de nota abaixo da média**

a) para U = +5 R = 2 kΩ

para U = –5 R = 5 kΩ

b) $U = +5 \Rightarrow$ Voltímetro

$R = \frac{U}{i}$ $\boxed{i = \frac{5}{2}\ A}$ $U = 2 \cdot \frac{5}{2} = \boxed{5\ \text{volt}}$

$U = -5 \Rightarrow$ voltímetro

$R = \frac{U}{i}$ $U = 5 \cdot (-1) = \boxed{-5\ \text{volts}}$

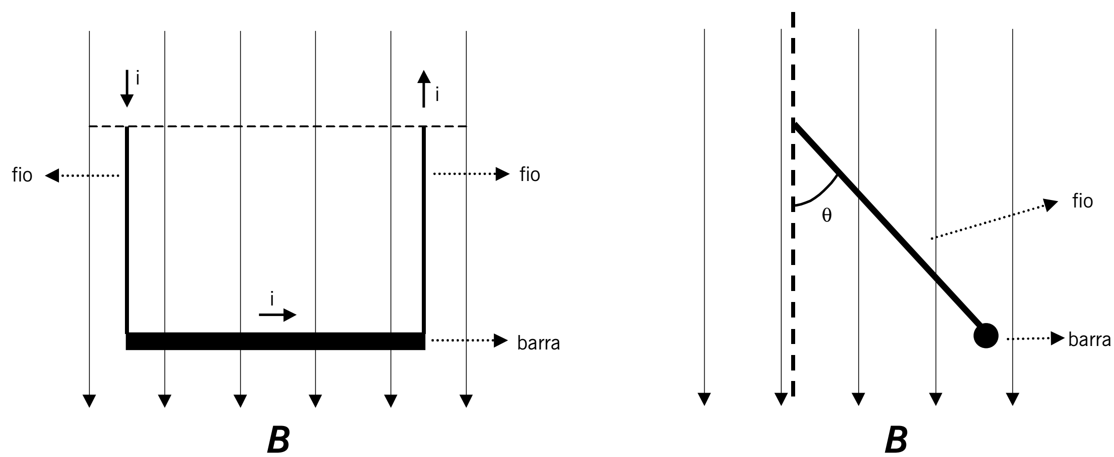
$i = \frac{-5}{5} \Rightarrow \boxed{i = -1\ A}$

**Comentários**

Trata-se de um condutor não-ohmico. Todos os elementos necessários para o tratamento dele estão no texto e nos gráficos.

## QUESTÃO 12

**Uma barra de material condutor de massa igual a 30 g e comprimento 10 cm, suspensa por dois fios rígidos também de material condutor e de massas desprezíveis, é colocada no interior de um campo magnético, formando o chamado *balanço magnético*, representado na figura abaixo.**




Vista de frente · Vista de lado

**Ao circular uma corrente *i* pelo balanço, este se inclina, formando um ângulo θ com a vertical (como indicado na vista de lado). O ângulo θ depende da intensidade da corrente *i*. Para *i* = 2*A*, temos θ = 45°.**

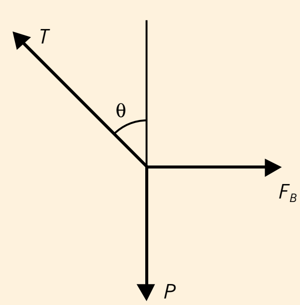
**a) Faça o diagrama das forças que agem sobre a barra.**

**b) Calcule a intensidade da força magnética que atua sobre a barra.**

**c) Calcule a intensidade da indução magnética *B*.**

**Resposta esperada**

a)




**(2 pontos)**

b) $\theta = 45° \Rightarrow F_B = mg = 0{,}030\ \text{kg} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 0{,}3\ \text{N}$ **(1 ponto)**

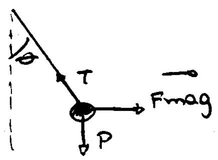
c) $F_B = iLB \quad \Rightarrow$

$$B = \frac{F_B}{iL} = \frac{0{,}3\text{ N}}{2\text{A}\cdot 0{,}1\text{ m}} = 1{,}5\ T$$

**(2 pontos)**

**Exemplo de nota acima da média**

a)




b) $\text{tg}45° = \dfrac{F_{mag}}{P}$

$1 = \dfrac{F_{mag}}{30 \cdot 10^{-3}\,\text{kg} \cdot 10} \Rightarrow$ [illegible] N $\boxed{F_{mag} = 3 \cdot 10^{-1}\,\text{N}}$

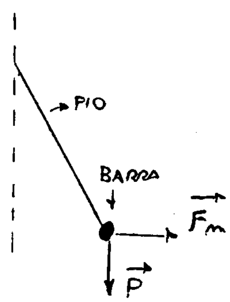
c) $F = B \cdot i \cdot l$

$F = B \cdot 2 \cdot 0{,}1$

$3 \cdot 10^{-1} = 2 \cdot 0{,}1 \cdot B \Rightarrow \boxed{B = 15 \cdot 10^{-1}\,\text{T}} \Rightarrow \boxed{B = 1{,}5\,\text{T}}$

**Exemplo de nota abaixo da média**

a)




$\vec{F}_m$ = FORÇA MAGNÉTICA

$\vec{P}$ = FORÇA PESO

b)