

## ATENÇÃO

ESTE CADERNO CONTÉM 10 (DEZ) QUESTÕES. VERIFIQUE SE ESTÁ COMPLETO.  
DURAÇÃO DA PROVA: 3 (TRÊS) HORAS

VERIFIQUE SE NA PÁGINA CORRESPONDENTE À RESPOSTA DAS QUESTÕES 01, 06 E 08 APARECE UM DESENHO PRÉ-IMPRESSO. SE FALTAR, PEÇA AO FISCAL A SUBSTITUIÇÃO DA PÁGINA.

- A correção de uma questão será restrita somente ao que estiver apresentado no espaço correspondente, na folha de resposta, à direita da questão. É indispensável indicar a resolução das questões, não sendo suficiente apenas escrever as respostas.
- Há espaço para rascunho, tanto no início quanto no final deste caderno.

---

Quando necessário, adote:

aceleração da gravidade na Terra =  $g = 10 \text{ m/s}^2$

massa específica (densidade) da água =  $1.000 \text{ kg/m}^3$

velocidade da luz no vácuo =  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$

calor específico da água  $\cong 4\text{J}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{g})$ ; (1 caloria  $\cong 4$  joules)

---

### Q.01

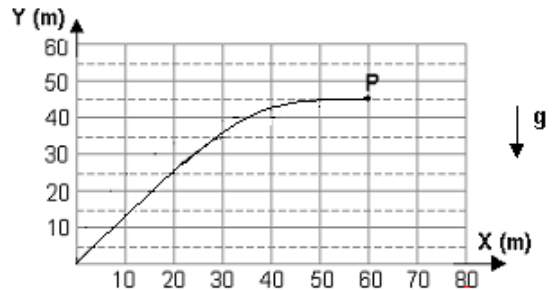
Procedimento de segurança, em auto-estradas, recomenda que o motorista mantenha uma “distância” de 2 segundos do carro que está à sua frente, para que, se necessário, tenha espaço para frear (“Regra dos dois segundos”). Por essa regra, a distância  $D$  que o carro percorre, em 2s, com velocidade constante  $V_0$ , deve ser igual à distância necessária para que o carro pare completamente após frear. Tal procedimento, porém, depende da velocidade  $V_0$  em que o carro trafega e da desaceleração máxima  $\alpha$  fornecida pelos freios.

- Determine o intervalo de tempo  $T_0$ , em segundos, necessário para que o carro pare completamente, percorrendo a distância  $D$  referida.
- Represente, no sistema de eixos da folha de resposta, a variação da desaceleração  $\alpha$  em função da velocidade  $V_0$ , para situações em que o carro pára completamente em um intervalo  $T_0$  (determinado no item anterior).
- Considerando que a desaceleração  $\alpha$  depende principalmente do coeficiente de atrito  $\mu$  entre os pneus e o asfalto, sendo 0,6 o valor de  $\mu$ , determine, a partir do gráfico, o valor máximo de velocidade  $V_M$ , em m/s, para o qual a *Regra dos dois segundos* permanece válida.

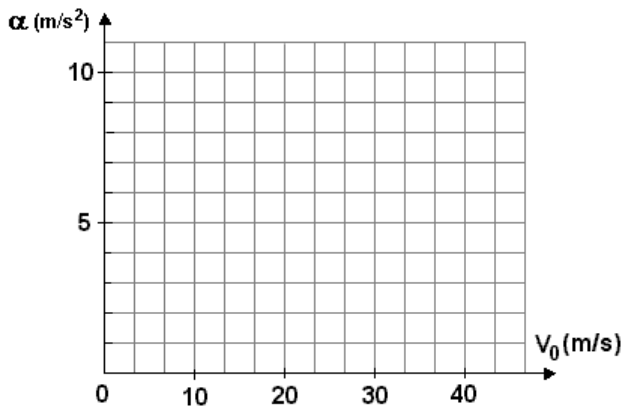
### Q.02

Num espetáculo de fogos de artifício, um rojão, de massa  $M_0 = 0,5$  kg, após seu lançamento, descreve no céu a trajetória indicada na figura. No ponto mais alto de sua trajetória (ponto **P**), o rojão explode, dividindo-se em dois fragmentos, A e B, de massas iguais a  $M_0/2$ . Logo após a explosão, a velocidade horizontal de A,  $V_A$ , é nula, bem como sua velocidade vertical.

- Determine o intervalo de tempo  $T_0$ , em segundos, transcorrido entre o lançamento do rojão e a explosão no ponto P.
- Determine a velocidade horizontal  $V_B$ , do fragmento B, logo após a explosão, em m/s.
- Considerando apenas o que ocorre no momento da explosão, determine a energia  $E_0$  fornecida pelo explosivo aos dois fragmentos A e B, em joules.



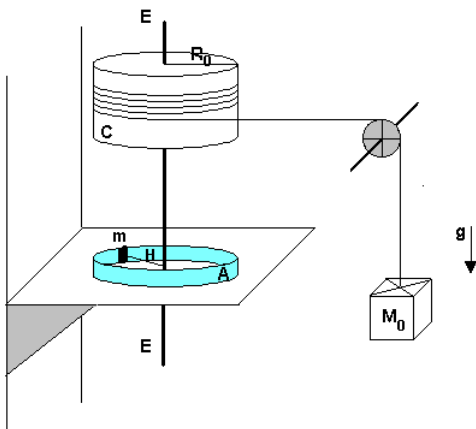
NOTE E ADOTE:  
A massa do explosivo pode ser considerada desprezível.



### Q.03

Um sistema mecânico faz com que um corpo de massa  $M_0$ , após um certo tempo em queda, atinja uma velocidade descendente constante  $V_0$ , devido ao efeito do movimento de outra massa  $m$ , que age como freio. A massa  $m$  é vinculada a uma haste  $H$ , presa ao eixo  $E$  de um cilindro  $C$ , de raio  $R_0$ , conforme mostrado na figura. Quando a massa  $M_0$  cai, desenrola-se um fio que movimenta o cilindro e o eixo, fazendo com que a massa  $m$  descreva um movimento circular de raio  $R_0$ . A velocidade  $V_0$  é mantida constante, pela força de atrito, entre a massa  $m$  e a parede  $A$ , devido ao coeficiente de atrito  $\mu$  entre elas e à força centrípeta que age sobre essa massa. Para tal situação, em função dos parâmetros  $m$ ,  $M_0$ ,  $R_0$ ,  $V_0$ ,  $\mu$  e  $g$ , determine

- o trabalho  $T_g$ , realizado pela força da gravidade, quando a massa  $M_0$  percorre uma distância vertical correspondente a uma volta completa do cilindro  $C$ .
- o trabalho  $T_A$ , dissipado pela força de atrito, quando a massa  $m$  realiza uma volta completa.
- a velocidade  $V_0$ , em função das demais variáveis.



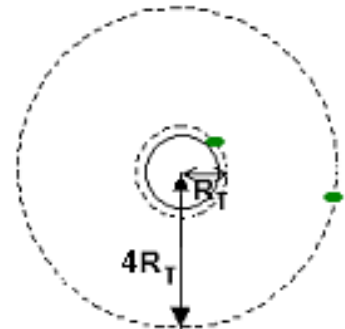
NOTE E ADOTE:

O trabalho dissipado pela força de atrito em uma volta é igual ao trabalho realizado pela força peso, no movimento correspondente da massa  $M_0$ , com velocidade  $V_0$ .

### Q.04

Um satélite artificial, em órbita circular em torno da Terra, mantém um período que depende de sua altura em relação à superfície da Terra. Determine

- o período  $T_0$  do satélite, em minutos, quando sua órbita está muito próxima da superfície. (Ou seja, está a uma distância do centro da Terra praticamente igual ao raio da Terra).
- o período  $T_4$  do satélite, em minutos, quando sua órbita está a uma distância do centro da Terra aproximadamente igual a quatro vezes o raio da Terra.



NOTE E ADOTE:

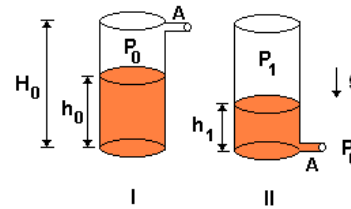
A força de atração gravitacional sobre um corpo de massa  $m$  é  $F = GmM_T/r^2$ , em que  $r$  é a distância entre a massa e o centro da Terra,  $G$  é a constante gravitacional e  $M_T$  é a massa da Terra.

Na superfície da Terra,  $F = mg$  em que  $g = GM_T/R_T^2$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$  e  $R_T = 6,4 \times 10^6 \text{ m}$ .

(Para resolver essa questão, não é necessário conhecer nem  $G$  nem  $M_T$ ).  
Considere  $\pi \approx 3$

### Q.05

Um tanque industrial, cilíndrico, com altura total  $H_0 = 6,0$  m, contém em seu interior água até uma altura  $h_0$ , a uma temperatura de  $27^\circ\text{C}$  ( $300$  K). O tanque possui um pequeno orifício A e, portanto, está à pressão atmosférica  $P_0$ , como esquematizado em I. No procedimento seguinte, o orifício é fechado, sendo o tanque invertido e aquecido até  $87^\circ\text{C}$  ( $360$  K). Quando o orifício é reaberto, e mantida a temperatura do tanque, parte da água escoou, até que as pressões no orifício se equilibrem, restando no interior do tanque uma altura  $h_1 = 2,0$  m de água, como em II. Determine



- a) a pressão  $P_1$ , em  $\text{N/m}^2$ , no interior do tanque, na situação II.
- b) a altura inicial  $h_0$  da água no tanque, em metros, na situação I.

NOTE E ADOTE:

$$P_{\text{atmosférica}} = 1 \text{ Pa} = 1,0 \times 10^5 \text{ N/m}^2$$
$$\rho(\text{água}) = 1,0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3; \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

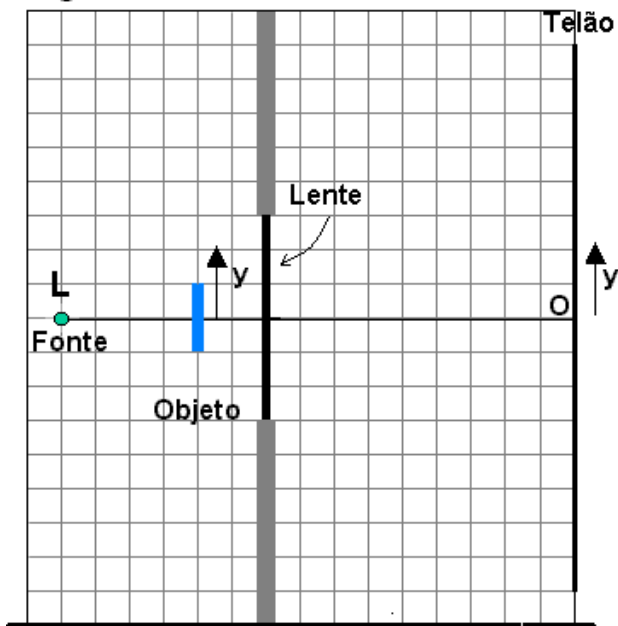
---

### Q.06

Uma fonte de luz intensa  $L$ , praticamente pontual, é utilizada para projetar sombras em um grande telão  $T$ , a  $150$  cm de distância. Para isso, uma lente convergente, de distância focal igual a  $20$  cm, é encaixada em um suporte opaco a  $60$  cm de  $L$ , entre a fonte e o telão, como indicado na figura A, em vista lateral. Um objeto, cuja região opaca está representada pela cor escura na figura B, é, então, colocado a  $40$  cm da fonte, para que sua sombra apareça no telão. Para analisar o efeito obtido, indique, no esquema da folha de resposta,

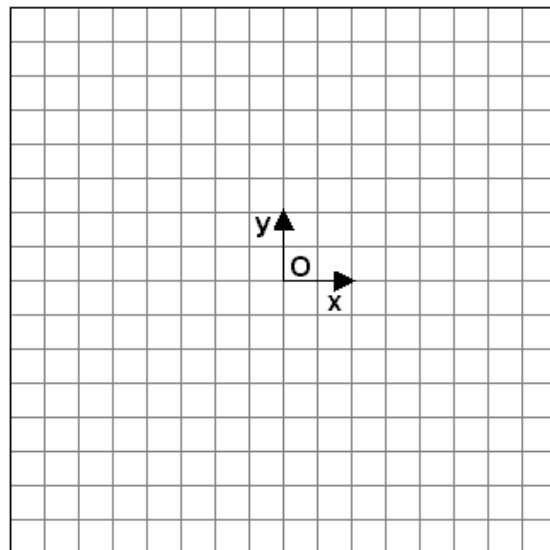
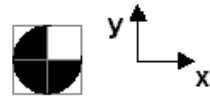
- a) a posição da imagem da fonte, representando-a por  $L'$ .
- b) a região do telão, na ausência do objeto, que não é iluminada pela fonte, escurecendo-a a lápis. (Faça, a lápis, as construções dos raios auxiliares, indicando por  $A_1$  e  $A_2$  os raios que permitem definir os limites de tal região).
- c) a região do telão, na presença do objeto, que não é iluminada pela fonte, escurecendo-a a lápis. (Faça, a lápis, as construções dos raios auxiliares necessários para tal determinação).

**Figura A**



(O eixo x é perpendicular ao plano do papel, com sentido para fora dele)

**Figura B**  
(Objeto visto de frente)



**Figura C** Telão visto de frente

### Q.07

O ano de 2005 foi declarado o Ano Internacional da Física, em comemoração aos 100 anos da Teoria da Relatividade, cujos resultados incluem a famosa relação  $E = \Delta m \cdot c^2$ . Num reator nuclear, a energia provém da fissão do Urânio. Cada núcleo de Urânio, ao sofrer fissão, divide-se em núcleos mais leves, e uma pequena parte,  $\Delta m$ , de sua massa inicial transforma-se em energia. A Usina de Angra II tem uma potência elétrica de cerca 1350 MW, que é obtida a partir da fissão de Urânio-235. Para produzir tal potência, devem ser gerados 4000 MW na forma de calor  $Q$ . Em relação à Usina de Angra II, estime a

- quantidade de calor  $Q$ , em joules, produzida em um dia.
- quantidade de massa  $\Delta m$  que se transforma em energia na forma de calor, a cada dia.
- massa  $M_U$  de Urânio-235, em kg, que sofre fissão em um dia, supondo que a massa  $\Delta m$ , que se transforma em energia, seja aproximadamente  $0,0008$  ( $8 \times 10^{-4}$ ) da massa  $M_U$ .

$$E = \Delta m c^2$$

Essa relação indica que massa e energia podem se transformar uma na outra. A quantidade de energia  $E$  que se obtém está relacionada à quantidade de massa  $\Delta m$ , que “desaparece”, através do produto dela pelo quadrado da velocidade da luz ( $c$ ).

NOTE E ADOTE:

Em um dia, há cerca de  $9 \times 10^4$  s

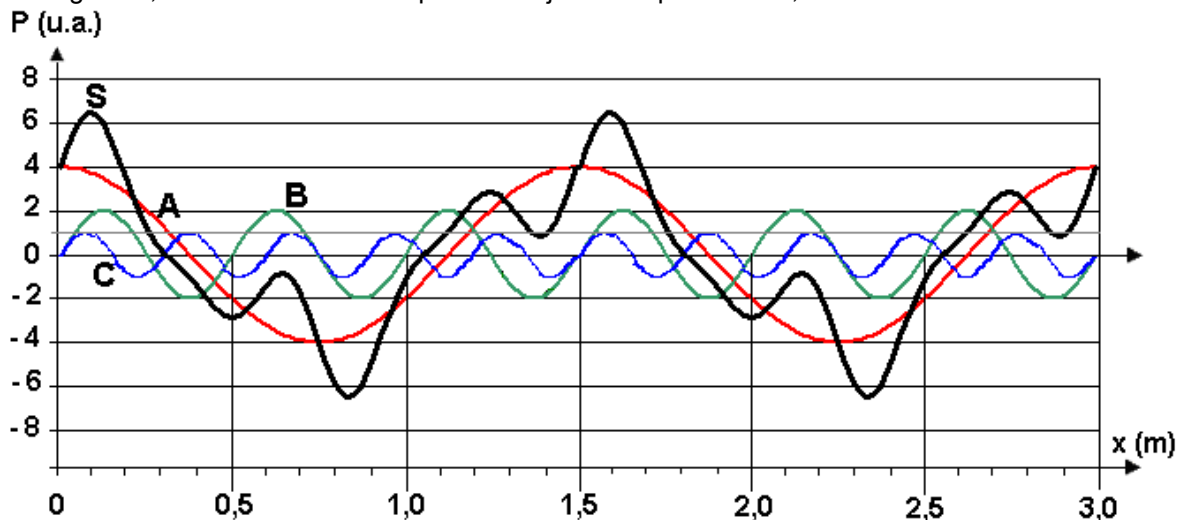
$1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W}$

$c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

### Q.08

O som produzido por um determinado instrumento musical, longe da fonte, pode ser representado por uma onda complexa  $S$ , descrita como uma sobreposição de ondas senoidais de pressão, conforme a figura. Nela, está representada a variação da pressão  $P$  em função da posição, num determinado instante, estando as três componentes de  $S$  identificadas por A, B e C.

- Determine os comprimentos de onda, em metros, de cada uma das componentes A, B e C, preenchendo o quadro da folha de respostas.
- Determine o comprimento de onda  $\lambda_0$ , em metros, da onda  $S$ .
- Represente, no gráfico apresentado na folha de respostas, as intensidades das componentes A e C. Nesse mesmo gráfico, a intensidade da componente B já está representada, em unidades arbitrárias.



NOTE E ADOTE

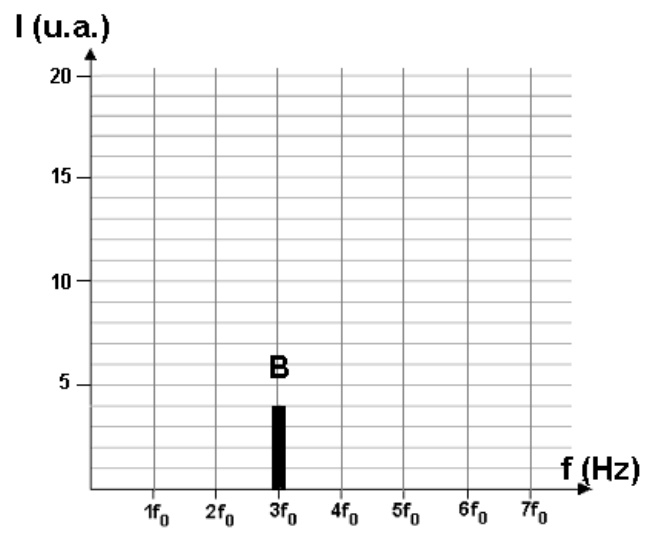
u.a. = unidade arbitrária    Velocidade do som  $\sim 340 \text{ m/s}$

A intensidade  $I$  de uma onda senoidal é proporcional ao quadrado da amplitude de sua onda de pressão.

A frequência  $f_0$  corresponde à componente que tem menor frequência.

Quadro

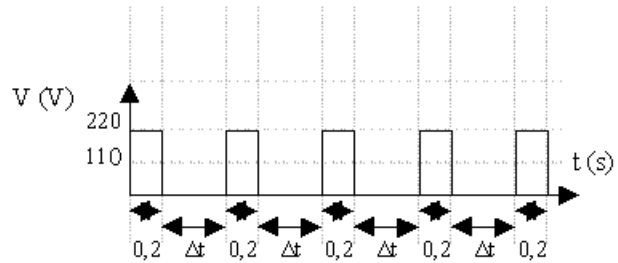
	$\lambda$ (m)
A	
B	
C	





### Q.09

Um determinado aquecedor elétrico, com resistência  $R$  constante, é projetado para operar a 110 V. Pode-se ligar o aparelho a uma rede de 220V, obtendo os mesmos aquecimento e consumo de energia médios, desde que haja um dispositivo que o ligue e desligue, em ciclos sucessivos, como indicado no gráfico. Nesse caso, a cada ciclo, o aparelho permanece ligado por 0,2s e desligado por um intervalo de tempo  $\Delta t$ . Determine



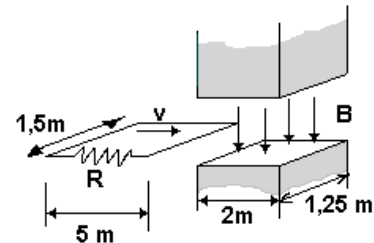
- a relação  $Z_1$  entre as potências  $P_{220}$  e  $P_{110}$ , dissipadas por esse aparelho em 220V e 110V, respectivamente, quando está continuamente ligado, sem interrupção.
- o valor do intervalo  $\Delta t$ , em segundos, em que o aparelho deve permanecer desligado a 220V, para que a potência média dissipada pelo resistor nessa tensão seja a mesma que quando ligado continuamente em 110V.
- a relação  $Z_2$  entre as correntes médias  $I_{220}$  e  $I_{110}$ , que percorrem o resistor quando em redes de 220V e 110V, respectivamente, para a situação do item anterior.

NOTE E ADOTE:

Potência média é a razão entre a energia dissipada em um ciclo e o período total do ciclo.

### Q.10

Uma espira condutora ideal, com 1,5 m por 5,0 m, é deslocada com velocidade constante, de tal forma que um de seus lados atravessa uma região onde existe um campo magnético  $\mathbf{B}$ , uniforme, criado por um grande eletroímã. Esse lado da espira leva 0,5 s para atravessar a região do campo. Na espira está inserida uma resistência  $R$  com as características descritas. Em consequência do movimento da espira, durante esse intervalo de tempo, observa-se uma variação de temperatura, em  $R$ , de 40°C. Essa medida de temperatura pode, então, ser utilizada como uma forma indireta para estimar o valor do campo magnético  $B$ . Assim determine



- a energia  $E$ , em joules, dissipada no resistor sob a forma de calor.
- a corrente  $I$ , em ampères, que percorre o resistor durante o aquecimento.
- o valor do campo magnético  $B$ , em teslas.

CARACTERÍSTICAS DO RESISTOR R:

Massa = 1,5 g

Resistência = 0,40  $\Omega$

Calor específico = 0,33 cal/g

NOTE E ADOTE:

1 cal  $\approx$  4 J

$F = I B L$  é a força  $F$  que age sobre um fio de comprimento  $L$ , percorrido por uma corrente  $I$ , em um campo magnético  $B$ .

$|\text{fem}| = \Delta\phi / \Delta t$ , ou seja, o módulo da força eletromotriz induzida é igual à variação de fluxo magnético  $\phi$  por unidade de tempo.

$\phi = B.S$ , onde  $B$  é a intensidade do campo através de uma superfície de área  $S$ , perpendicular ao campo.