

## Física – FUVEST 2001

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

### ATENÇÃO

VERIFIQUE SE ESTÃO IMPRESSOS EIXOS DE GRÁFICOS OU ESQUEMAS NAS FOLHAS DE RESPOSTAS DAS QUESTÕES 1, 3, 4, 5 e 6. Se notar a falta de uma delas, peça ao fiscal de sua sala a substituição da folha.

- 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 =  $g = 10 \text{ m/s}^2$

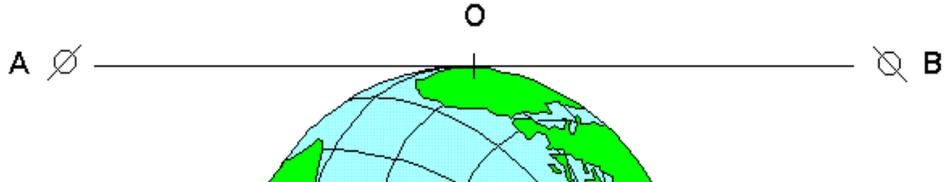
massa específica (densidade) da água =  $1.000 \text{ kg/m}^3$

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

Física – FUVEST 2001

Q.01

O Sistema GPS (Global Positioning System) permite localizar um receptor especial, em qualquer lugar da Terra, por meio de sinais emitidos por satélites. Numa situação particular, dois satélites, A e B, estão alinhados sobre uma reta que tangencia a superfície da Terra no ponto O e encontram-se à mesma distância de O. O protótipo de um novo avião, com um receptor R, encontra-se em algum lugar dessa reta e seu piloto deseja localizar sua própria posição.



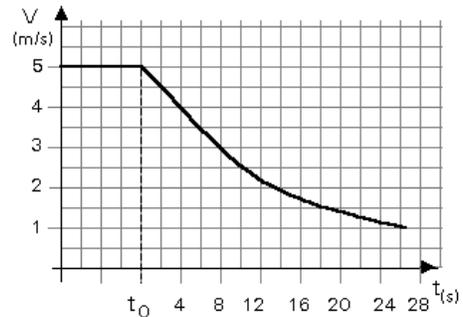
Os intervalos de tempo entre a emissão dos sinais pelos satélites A e B e sua recepção por R são, respectivamente,  $\Delta t_A = 68,5 \times 10^{-3}$  s e  $\Delta t_B = 64,8 \times 10^{-3}$  s. Desprezando possíveis efeitos atmosféricos e considerando a velocidade de propagação dos sinais como igual à velocidade c da luz no vácuo, determine:

- A distância **D**, em km, entre cada satélite e o ponto O.
- A distância **X**, em km, entre o receptor R, no avião, e o ponto O.
- A posição do avião, identificada pela letra **R**, localizando-a no esquema da folha de resposta.

Q.02



Um ciclista, em estrada plana, mantém velocidade constante  $V_0 = 5,0$  m/s (18 km/h). Ciclista e bicicleta têm massa total  $M = 90$  kg. Em determinado momento,  $t = t_0$ , o ciclista pára de pedalar e a velocidade  $V$  da bicicleta passa a diminuir com o tempo, conforme o gráfico ao lado.

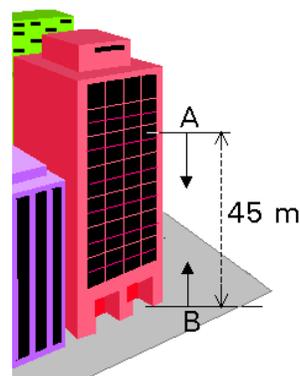


Assim, determine:

- A aceleração **A**, em  $m/s^2$ , da bicicleta, logo após o ciclista deixar de pedalar.
- A força de resistência horizontal total **F<sub>R</sub>**, em newtons, sobre o ciclista e sua bicicleta, devida principalmente ao atrito dos pneus e à resistência do ar, quando a velocidade é  $V_0$ .
- A energia **E**, em kJ, que o ciclista “queimaria”, pedalando durante meia hora, à velocidade  $V_0$ . Suponha que a eficiência do organismo do ciclista (definida como a razão entre o trabalho realizado para pedalar e a energia metabolizada por seu organismo) seja de 22,5%.

Q.03

Um objeto A, de massa  $M = 4,0$  kg, é largado da janela de um edifício, de uma altura  $H_0 = 45$  m. Procurando diminuir o impacto de A com o chão, um objeto B, de mesma massa, é lançado um pouco depois, a partir do chão, verticalmente, com velocidade inicial  $V_{0B}$ . Os dois objetos colidem, a uma altura de 25 m, com velocidades tais que  $|V_A| = |V_B|$ . Com o impacto, grudam-se, ambos, um no outro, formando um só corpo AB, de massa  $2M$ , que cai atingindo o chão.

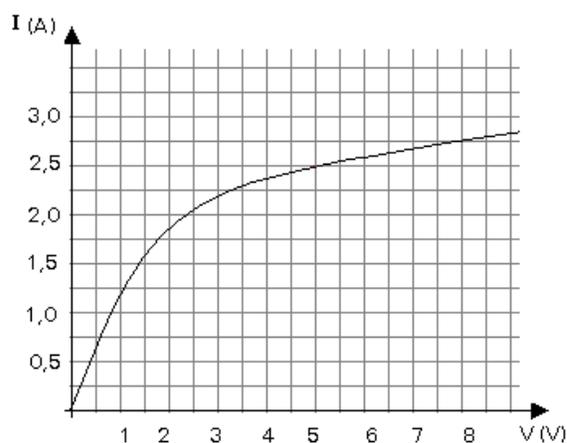
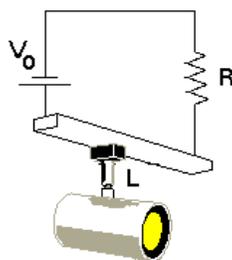


- Determine, a energia mecânica  $Q$ , em J, dissipada na colisão.
- Determine a energia cinética  $E_c$ , em J, imediatamente antes de AB atingir o chão.
- Construa, no sistema de coordenadas da folha de resposta, o gráfico dos módulos das velocidades em função do tempo para A, B e AB, considerando que  $V_{0B} = 30$  m/s. Identifique, respectivamente, com as letras A, B e AB, os gráficos correspondentes.

(Se necessário, considere  $\sqrt{5} \approx 2,2$ )

Q.04

Dispõe-se de uma lâmpada decorativa especial L, cuja curva característica, fornecida pelo manual do fabricante, é apresentada abaixo. Deseja-se ligar essa lâmpada, em série com uma resistência  $R = 2,0 \Omega$ , a uma fonte de tensão  $V_0$ , como no circuito abaixo. Por precaução, a potência dissipada na lâmpada deve ser igual à potência dissipada no resistor.

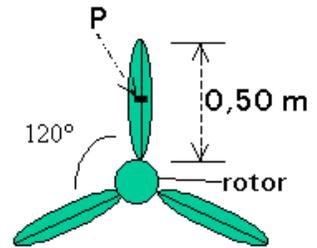


Para as condições acima,

- Represente a curva característica  $I \times V$  do resistor, na folha de resposta, na própria reprodução do gráfico fornecido pelo fabricante, identificando-a com a letra **R**.
- Determine, utilizando o gráfico, a corrente  $I$ , em ampères, para que a potência dissipada na lâmpada e no resistor sejam iguais.
- Determine a tensão  $V_0$ , em volts, que a fonte deve fornecer.
- Determine a potência  $P$ , em watts, que a lâmpada dissipará nessas condições.

Q.05

Um ventilador de teto, com eixo vertical, é constituído por três pás iguais e rígidas, encaixadas em um rotor de raio  $R = 0,10$  m, formando ângulos de  $120^\circ$  entre si. Cada pá tem massa  $M = 0,20$  kg e comprimento  $L = 0,50$  m. No centro de uma das pás foi fixado um prego **P**, com massa  $m_p = 0,020$  kg, que desequilibra o ventilador, principalmente quando este se movimenta.



Suponha, então, o ventilador **girando** com uma velocidade de 60 rotações por minuto e determine:

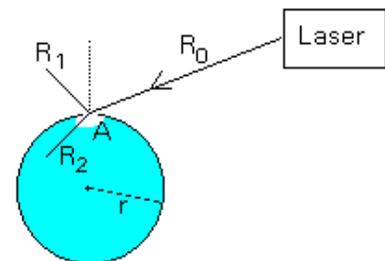
- A intensidade da força radial horizontal **F**, em newtons, exercida pelo prego sobre o rotor.
- A massa **M<sub>0</sub>**, em kg, de um pequeno contrapeso que deve ser colocado em um ponto **D<sub>0</sub>**, sobre a borda do rotor, para que a resultante das forças horizontais, agindo sobre o rotor, seja nula.
- A posição do ponto **D<sub>0</sub>**, localizando-a no esquema da folha de respostas.

(Se necessário, utilize  $\pi \approx 3$ )

Q.06

Uma pequena esfera de material sólido e transparente é utilizada para produzir, a partir de um pulso de luz laser, vários outros pulsos. A esfera, de raio  $r = 2,2$  cm, é espelhada, exceto em uma pequena região (ponto A).

Um pulso de luz, de pequena duração, emitido pelo laser, segue a trajetória **R<sub>0</sub>**, incidindo em A com ângulo de incidência de  $70^\circ$ . Nesse ponto, o pulso é, em parte, refletido, prosseguindo numa trajetória **R<sub>1</sub>**, e, em parte, refratado, prosseguindo numa trajetória **R<sub>2</sub>** que penetra na esfera com um ângulo de  $45^\circ$  com a normal. Após reflexões sucessivas dentro da esfera, o pulso atinge a região A, sendo em parte, novamente refletido e refratado. E assim sucessivamente. Gera-se, então, uma série de pulsos de luz, com intensidades decrescentes, que saem da esfera por A, na mesma trajetória **R<sub>1</sub>**. Considere  $\sin 70^\circ = 0,94$  ;  $\sin 45^\circ = 0,70$ . Nessas condições,



- Represente, na figura da folha de respostas, toda a trajetória do pulso de luz dentro da esfera.
- Determine, em **m/s**, o valor **V** da velocidade de propagação da luz no interior da esfera.
- Determine, em segundos, a separação (temporal) **Δt**, entre dois pulsos sucessivos na trajetória **R<sub>1</sub>**.

O índice de refração de um material é igual à razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz nesse material.

## Física – FUVEST 2001

**Q.07**

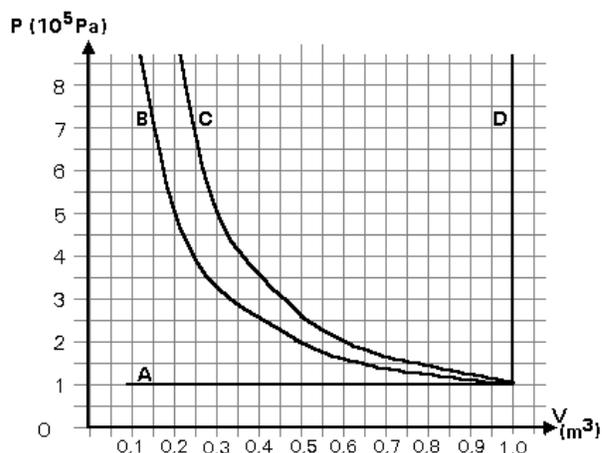
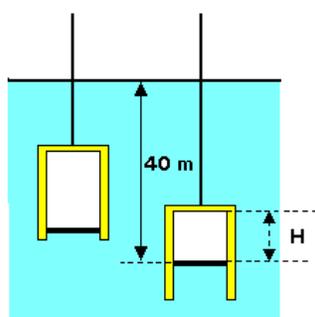
Um motor de combustão interna, semelhante a um motor de caminhão, aciona um gerador que fornece 25 kW de energia elétrica a uma fábrica. O sistema motor - gerador é resfriado por fluxo de água, permanentemente renovada, que é fornecida ao motor a 25°C e evaporada, a 100°C, para a atmosfera. Observe as características do motor na tabela. Supondo que o sistema só dissipe calor pela água que aquece e evapora, determine:

Consumo de combustível	15 litros/hora
Energia liberada por um litro de combustível	$36 \times 10^6 \text{ J}$
Calor de vaporização da água	$2,2 \times 10^6 \text{ J/kg}$
Calor específico da água	$4000 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$

- A potência **P**, em kW, fornecida à água, de forma a manter a temperatura do sistema constante.
- A vazão **V** de água, em kg/s, a ser fornecida ao sistema para manter sua temperatura constante.
- A eficiência **R** do sistema, definida como a razão entre a potência elétrica produzida e a potência total obtida a partir do combustível.

**Q.08**

Um compartimento cilíndrico, isolado termicamente, é utilizado para o transporte entre um navio e uma estação submarina. Tem altura  $H_0 = 2,0 \text{ m}$  e área da base  $S_0 = 3,0 \text{ m}^2$ . Dentro do compartimento, o ar está inicialmente à pressão atmosférica ( $P_{\text{atm}}$ ) e a 27°C, comportando-se como gás ideal. Por acidente, o suporte da base inferior do compartimento não foi travado e a base passa a funcionar como um pistão, subindo dentro do cilindro à medida que o compartimento desce lentamente dentro d'água, sem que ocorra troca de calor entre a água, o ar e as paredes do compartimento. Considere a densidade da água do mar igual à densidade da água. Despreze a massa da base. Quando a base inferior estiver a 40 m de profundidade, determine:

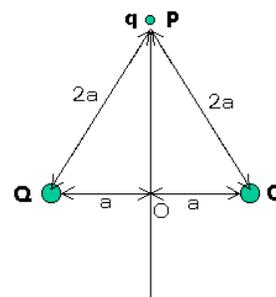


- A pressão **P** do ar, em Pa, dentro do compartimento
- A altura **H**, em m, do compartimento, que permanece não inundado.
- A temperatura **T** do ar, em °C, no compartimento.

Curvas  $P \times V$  para uma massa de ar que, à  $P_{\text{atm}}$  e 27°C, ocupa  $1 \text{ m}^3$ : (A) isobárica, (B) isotérmica, (C) sem troca de calor, (D) volume constante.  
 $P_{\text{atm}} = 10^5 \text{ Pa}$  ;  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$

Q.09

Duas pequenas esferas, com cargas positivas e iguais a  $Q$ , encontram-se fixas sobre um plano, separadas por uma distância  $2a$ . Sobre esse mesmo plano, no ponto  $P$ , a uma distância  $2a$  de cada uma das esferas, é abandonada uma partícula com massa  $m$  e carga  $q$  negativa. Desconsidere o campo gravitacional e efeitos não eletrostáticos.



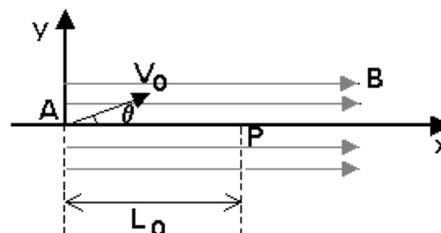
Determine, em função de  $Q$ ,  $K$ ,  $q$ ,  $m$  e  $a$ ,

- A diferença de potencial eletrostático  $V = V_O - V_P$ , entre os pontos  $O$  e  $P$ .
- A velocidade  $v$  com que a partícula passa por  $O$ .
- A distância máxima  $D_{\max}$ , que a partícula consegue afastar-se de  $P$ . Se essa distância for muito grande, escreva  $D_{\max} = \text{infinito}$ .

A força  $F$  entre duas cargas  $Q_1$  e  $Q_2$  é dada por  $F = K Q_1 Q_2 / r^2$  onde  $r$  é a distância entre as cargas. O potencial  $V$  criado por uma carga  $Q$ , em um ponto  $P$ , a uma distância  $r$  da carga, é dado por:  $V = K Q / r$ .

Q.10

Um próton de massa  $M \cong 1,6 \times 10^{-27}$  kg, com carga elétrica  $Q = 1,6 \times 10^{-19}$  C, é lançado em  $A$ , com velocidade  $V_0$ , em uma região onde atua um campo magnético uniforme  $B$ , na direção  $x$ . A velocidade  $V_0$ , que forma um ângulo  $\theta$  com o eixo  $x$ , tem componentes  $V_{0x} = 4,0 \times 10^6$  m/s e  $V_{0y} = 3,0 \times 10^6$  m/s. O próton descreve um movimento em forma de hélice, voltando a cruzar o eixo  $x$ , em  $P$ , com a mesma velocidade inicial, a uma distância  $L_0 = 12$  m do ponto  $A$ . Desconsiderando a ação do campo gravitacional e utilizando  $\pi \approx 3$ , determine:



- O intervalo de tempo  $\Delta t$ , em s, que o próton leva para ir de  $A$  a  $P$ .
- O raio  $R$ , em m, do cilindro que contém a trajetória em hélice do próton.
- A intensidade do campo magnético  $B$ , em tesla, que provoca esse movimento.

Uma partícula com carga  $Q$ , que se move em um campo  $B$ , com velocidade  $V$ , fica sujeita a uma força de intensidade  $F = Q \times V_n \times B$ , normal ao plano formado por  $B$  e  $V_n$ , sendo  $V_n$  a componente da velocidade  $V$  normal a  $B$ .

## Física – FUVEST 2001

Figura utilizada para responder questão 01

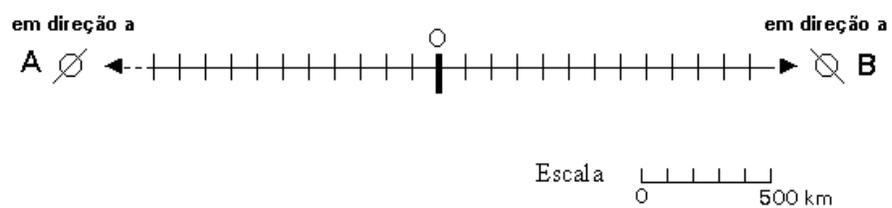
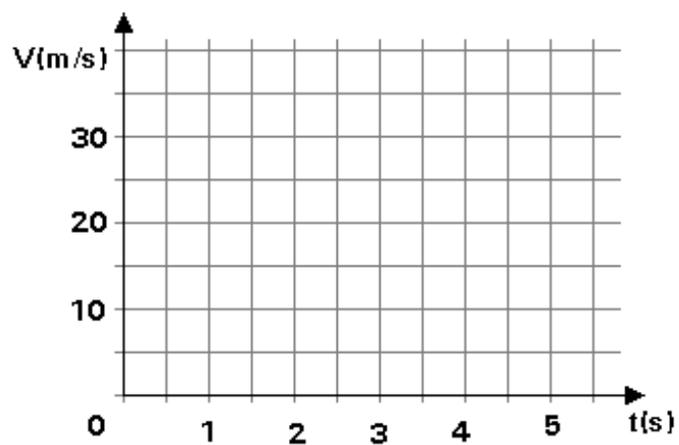


Figura utilizada para responder questão 03



Física – FUVEST 2001

Figura utilizada para responder questão 04

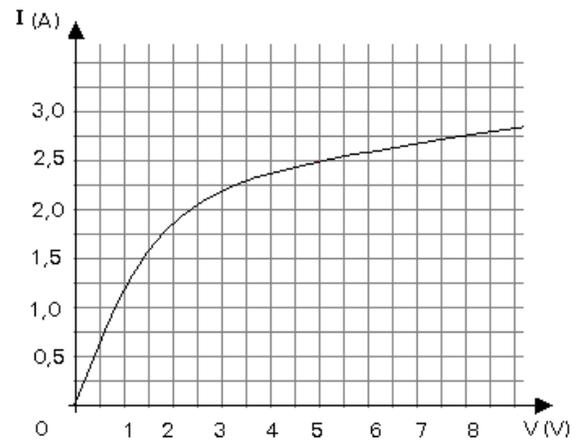


Figura utilizada para responder questão 05

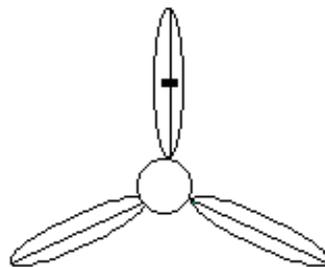


Figura utilizada para responder questão 06

