



---

# *Vestibular Nacional Unicamp 2001*

*Provas da 2<sup>a</sup> Fase*

*Física*

# FÍSICA

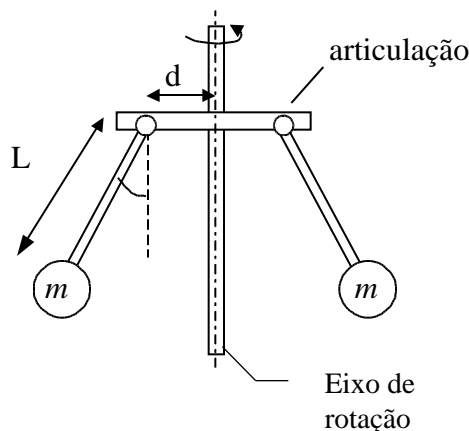
**ATENÇÃO:** Escreva a resolução **COMPLETA** de cada questão no espaço reservado para a mesma. Não basta escrever apenas o resultado final: é necessário mostrar os cálculos ou o raciocínio utilizado.

Utilize  $g = 10 \text{ m/s}^2$  sempre que necessário na resolução dos problemas.

**1.** Uma atração que está se tornando muito popular nos parques de diversão consiste em uma plataforma que despenca, a partir do repouso, em queda livre de uma altura de 75 m. Quando a plataforma se encontra 30 m acima do solo, ela passa a ser freada por uma força constante e atinge o repouso quando chega ao solo.

- Qual é o valor absoluto da aceleração da plataforma durante a queda livre?
- Qual é a velocidade da plataforma quando o freio é acionado?
- Qual é o valor da aceleração necessária para imobilizar a plataforma?

**2.** As máquinas a vapor, que foram importantíssimas na Revolução Industrial, costumavam ter um engenhoso regulador da sua velocidade de rotação, como é mostrado esquematicamente na figura abaixo. As duas massas afastavam-se do eixo devido ao movimento angular e acionavam um dispositivo regulador da entrada de vapor, controlando assim a velocidade de rotação, sempre que o ângulo atingia  $30^\circ$ . Considere hastes de massa desprezível e comprimento  $L = 0,2 \text{ m}$ , com massas  $m = 0,18 \text{ kg}$  em suas pontas,  $d = 0,1 \text{ m}$  e aproxime  $\sqrt{3} \approx 1,8$ .



- Faça um diagrama indicando as forças que atuam sobre uma das massas  $m$ .
- Calcule a velocidade angular para a qual  $\theta = 30^\circ$ .

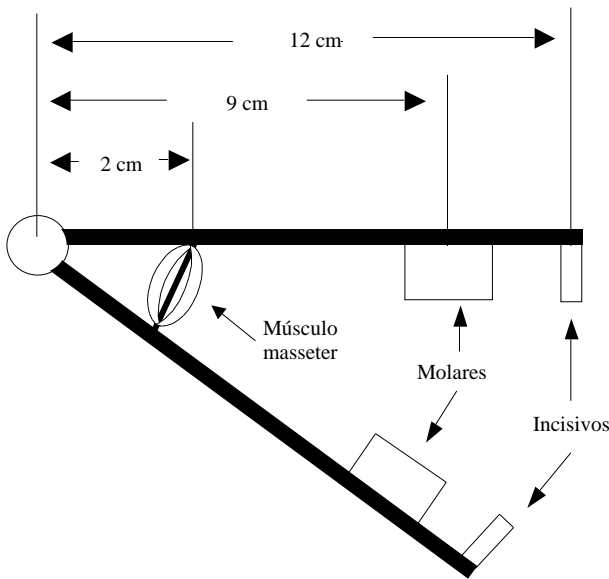
**3.** Que altura é possível atingir em um salto com vara? Essa pergunta retorna sempre que ocorre um grande evento esportivo como os jogos olímpicos do ano passado em Sydney. No salto com vara, um atleta converte sua energia cinética obtida na corrida em energia potencial elástica (flexão da vara), que por sua vez se converte em energia potencial gravitacional. Imagine um atleta com massa de 80 kg que atinge uma velocidade horizontal de 10 m/s no instante em que a vara começa a ser flexionada para o salto.

a) Qual é a máxima variação possível da altura do centro de massa do atleta, supondo que, ao transpor a barra, sua velocidade é praticamente nula?

b) Considerando que o atleta inicia o salto em pé e ultrapassa a barra com o corpo na horizontal, devemos somar a altura do centro de massa do atleta à altura obtida no item anterior para obtermos o limite de altura de um salto. Faça uma estimativa desse limite para um atleta de 2,0 m de altura.

c) Um atleta com os mesmos 2,0 m de altura e massa de 60 kg poderia saltar mais alto? Justifique sua resposta.

**4.** Milênios de evolução dotaram a espécie humana de uma estrutura dentária capaz de mastigar alimentos de forma eficiente. Os dentes da frente (incisivos) têm como função principal cortar, enquanto os de trás (molares) são especializados em triturar. Cada tipo de dente exerce sua função aplicando distintas pressões sobre os alimentos. Considere o desenho abaixo, que representa esquematicamente a estrutura maxilar. A força máxima exercida pelo músculo masseter em uma mordida é de 1800 N.



a) Determine as forças máximas exercidas pelos dentes incisivos ao cortar os alimentos e pelos molares ao triturar os alimentos.

b) Estime a área dos dentes molares e incisivos e calcule a pressão aplicada sobre os alimentos. Considere planos os dentes, conforme indicado na figura.

5. Recentemente, a imprensa noticiou que um pára-quedista pretende superar a velocidade do som (340 m/s) durante a queda livre, antes da abertura do pára-quedas. Para tanto, ele deverá saltar de um balão a uma grande altitude. A velocidade limite (máxima) de queda livre é dada por  $v_{\max} = \frac{80}{\sqrt{\rho}}$  m/s, onde  $\rho$  é a densidade do ar em  $\text{kg/m}^3$  e essa velocidade é atingida em menos de 5 km de queda. Resolva os itens **a** e **b**, utilizando os dados da tabela abaixo:

Altitude (m)	Densidade ( $\text{kg/m}^3$ )
10000	0,36
15000	0,25
20000	0,09
25000	0,04
30000	0,02

a) Qual é o intervalo que contém a altitude mínima, a partir da qual o pára-quedista deverá saltar para que a velocidade do som seja ultrapassada durante a queda livre?

b) O volume do balão em altitude é de  $10.000 \text{ m}^3$  e sua massa total é 200 kg. Qual a máxima altitude que ele pode atingir?

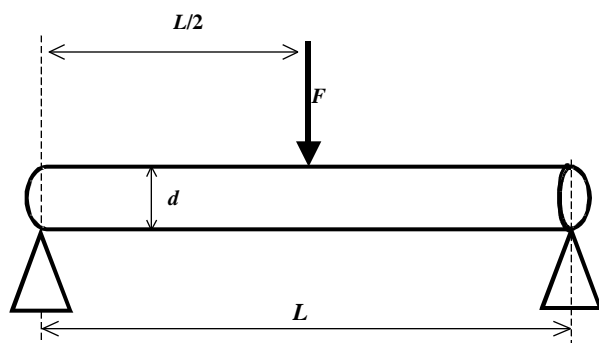
6. Acredita-se que a extinção dos dinossauros tenha sido causada por uma nuvem de pó levantada pela colisão de um asteróide com a Terra. Esta nuvem de pó teria bloqueado a ação do Sol. Estima-se que a energia liberada pelo impacto do asteróide tenha sido de  $10^8$  megatons, equivalente a  $10^{23}$  J. Considere a massa do asteróide  $m = 8,0 \times 10^{15}$  kg e a massa da Terra  $M = 6,0 \times 10^{24}$  kg.

a) Determine a velocidade do asteróide imediatamente antes da colisão.

b) Determine a velocidade de recuo da Terra imediatamente após a colisão, supondo que o asteróide tenha ficado encravado nela.

7. Além de suas contribuições fundamentais à Física, Galileu é considerado também o pai da Resistência dos Materiais, ciência muito usada em engenharia, que estuda o comportamento de materiais sob esforço. Galileu propôs empiricamente que uma viga cilíndrica de diâmetro  $d$  e comprimento (vão livre)  $L$ , apoiada nas extremidades, como na figura abaixo,

rompe-se ao ser submetida a uma força vertical  $F$ , aplicada em seu centro, dada por  $F = \sigma \frac{d^3}{L}$  onde  $\sigma$  é a tensão de ruptura característica do material do qual a viga é feita. Seja  $\rho$  o peso específico (peso por unidade de volume) do material da viga.



a) Quais são as unidades de  $\sigma$  no Sistema Internacional de Unidades?

b) Encontre a expressão para o peso total da viga em termos de  $\rho$ ,  $d$  e  $L$ .

c) Suponha que uma viga de diâmetro  $d_1$  se rompa sob a ação do próprio peso para um comprimento maior que  $L_1$ . Qual deve ser o diâmetro mínimo de uma viga feita do mesmo material com comprimento  $2L_1$  para que ela não se rompa pela ação de seu próprio peso?

**8.** Com a instalação do gasoduto Brasil-Bolívia, a quota de participação do gás natural na geração de energia elétrica no Brasil será significativamente ampliada. Ao se queimar 1,0 kg de gás natural obtém-se  $5,0 \times 10^7$  J de calor, parte do qual pode ser convertido em trabalho em uma usina termoelétrica. Considere uma usina queimando 7200 quilogramas de gás natural por hora, a uma temperatura de 1227 °C. O calor não aproveitado na produção de trabalho é cedido para um rio de vazão 5000 l/s, cujas águas estão inicialmente a 27 °C. A maior eficiência teórica da conversão de calor em trabalho é dada

por  $\eta = 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}}$ , sendo  $T_{\min}$  e  $T_{\max}$  as temperaturas absolutas das fontes quente e fria respectivamente, ambas expressas

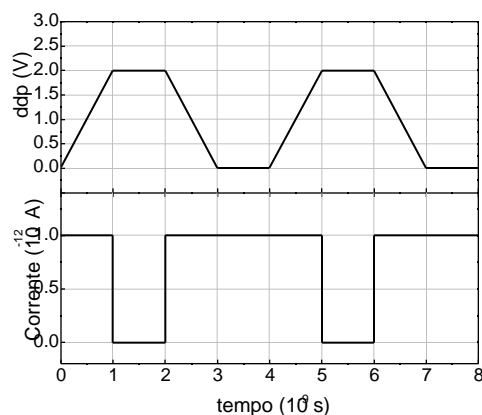
em Kelvin. Considere o calor específico da água  $c = 4000 \frac{J}{kg^{\circ}C}$ .

- Determine a potência gerada por uma usina cuja eficiência é metade da máxima teórica.
- Determine o aumento de temperatura da água do rio ao passar pela usina.

**9.** Podemos medir a velocidade  $v$  do som no ar de uma maneira relativamente simples. Um diapasão que vibra na frequência  $f$  de 440 Hz é mantido junto à extremidade aberta de um recipiente cilíndrico contendo água até um certo nível. O nível da coluna de água no recipiente pode ser controlado através de um sistema de tubos. Em determinadas condições de temperatura e pressão, observa-se um máximo na intensidade do som quando a coluna de ar acima da coluna de água mede 0,6 m. O efeito se repete pela primeira vez quando a altura da coluna de ar atinge 1,0 m. Considere esses resultados e lembre-se que  $v = f\lambda$  onde  $\lambda$  é o comprimento de onda.

- Determine a velocidade do som no ar nas condições da medida.
- Determine o comprimento de onda do som produzido pelo diapasão.
- Desenhe esquematicamente o modo de vibração que ocorre quando a coluna de ar mede 0,6 m.

**10.** A frequência de operação dos microcomputadores vem aumentando continuamente. A grande dificuldade atual para aumentar ainda mais essa frequência está na retirada do calor gerado pelo funcionamento do processador. O gráfico abaixo representa a  $ddp$  e a corrente em um dispositivo do circuito de um microcomputador, em função do tempo.

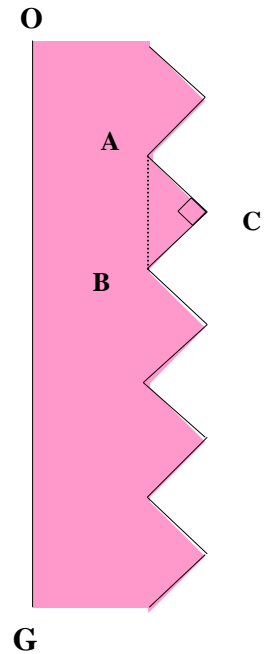


- Qual é a frequência de operação do dispositivo?
- Faça um gráfico esquemático da potência dissipada nesse dispositivo em função do tempo.
- Qual é o valor da potência média dissipada no dispositivo durante um período?

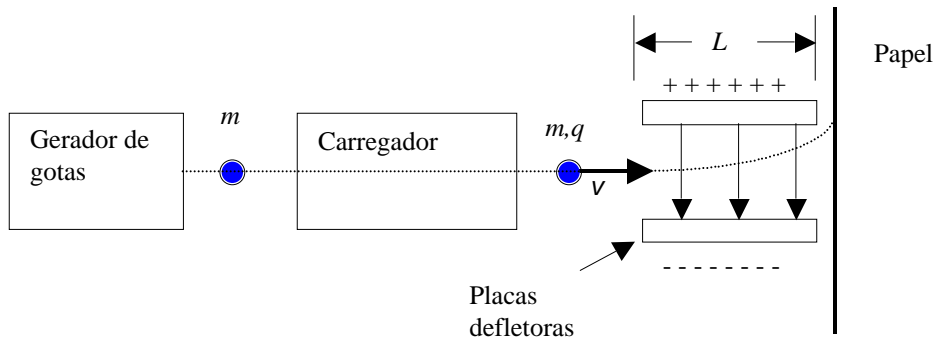
**11.** Um tipo de sinalização utilizado em estradas e avenidas é o chamado *olho-de-gato*, o qual consiste na justaposição de vários prismas **retos** feitos de plástico, que refletem a luz incidente dos faróis dos automóveis.

a) Reproduza no caderno de respostas o prisma ABC indicado na figura ao lado, e desenhe a trajetória de um raio de luz que incide perpendicularmente sobre a face OG e sofre reflexões totais nas superfícies AC e BC.

b) Determine o mínimo valor do índice de refração do plástico, acima do qual o prisma funciona como um refletor perfeito (toda a luz que incide perpendicularmente à superfície OG é refletida). Considere o prisma no ar, onde o índice de refração vale 1,0.



**12.** Nas impressoras a jato de tinta, os caracteres são feitos a partir de minúsculas gotas de tinta que são arremessadas contra a folha de papel. O ponto no qual as gotas atingem o papel é determinado eletrostaticamente. As gotas são inicialmente formadas, e depois carregadas eletricamente. Em seguida, elas são lançadas com velocidade constante  $v$  em uma região onde existe um campo elétrico uniforme entre duas pequenas placas metálicas. O campo deflete as gotas conforme a figura abaixo. O controle da trajetória é feito escolhendo-se convenientemente a carga de cada gota. Considere uma gota típica com massa  $m = 1,0 \times 10^{-10}$  kg, carga elétrica  $q = -2,0 \times 10^{-13}$  C, velocidade horizontal  $v = 6,0$  m/s atravessando uma região de comprimento  $L = 8,0 \times 10^{-3}$  m onde há um campo elétrico  $E = 1,5 \times 10^6$  N/C.



a) Determine a razão  $F_E/F_P$  entre os módulos da força elétrica e da força peso que atuam sobre a gota de tinta.

b) Calcule a componente vertical da velocidade da gota após atravessar a região com campo elétrico.