

**Prova Seletiva para a Olimpíada Ibero-americana de Física 2004**

**Caderno de Questões**

**Instruções**

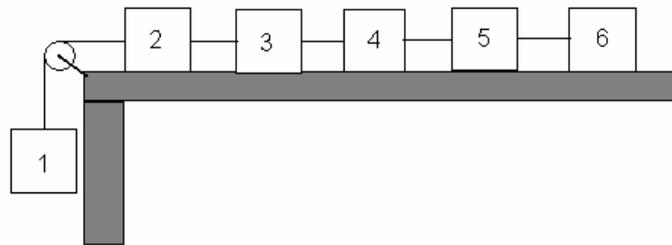
1. Este caderno contém **QUATRO** folhas, incluindo esta com as instruções. Confira antes de começar a resolver a prova.
2. A prova é composta por **SEIS** questões. Cada questão tem o valor indicado no início do enunciado e nos subitens. A prova tem valor total de 100 pontos.
3. As respostas deverão ser transcritas no caderno de resposta, de acordo com as instruções nele contidas.
4. É permitido apenas o uso de lápis, caneta, régua e borracha. O uso do lápis e da borracha é permitido apenas no rascunho e no auxílio para a construção de gráficos, se necessário. Não será permitido o uso de calculadoras.
5. Ambos os Cadernos de Prova e Resoluções deverão ser devolvidos ao final da prova.
6. O estudante deverá permanecer na sala, **no mínimo**, 90 minutos.
7. A prova tem duração de **QUATRO HORAS**

Nome:	
e-mail:	
Nº e tipo de documento de identificação apresentado:	
Nome da Escola:	
Cidade:	Estado:
Assinatura	

**Observações: Quando achar necessário deixe indicado o cálculo numérico.**

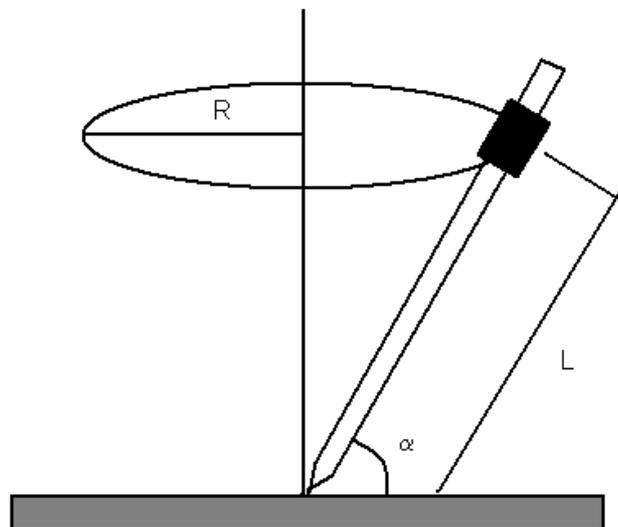
Use  $g = 10 \text{ m/s}^2$

**QUESTÃO 1 (10 pontos)** - A figura abaixo mostra um sistema com seis corpos de massas iguais a  $m$ , unidos por fios inextensíveis e de massas desprezíveis. A massa da polia e todos os tipos de atrito no sistema podem ser desprezados.



- Determine a aceleração do sistema desprezando o atrito de deslizamento (use  $g$  com aceleração gravitacional).
- Na condição anterior, determine a tensão entre os fios que unem os corpos 2 e 3.
- Se o coeficiente de atrito estático entre as superfícies dos corpos e da mesa for de  $\mu = 0,25$ , o sistema permanecerá em repouso. Qual dos fios é necessário cortar para que um maior número de corpos comecem a se movimentar aceleradamente.

**QUESTÃO 2 (10 pontos)** – Um lápis com uma argola de massa  $m$  (veja figura abaixo) roda com uma velocidade angular  $\omega$  fazendo um ângulo  $\alpha$  com a horizontal. A argola pode movimentar-se para cima e para baixo ao longo do lápis, sendo que o coeficiente de atrito entre as superfícies é de  $\mu$ . Determine a condição para que a argola permaneça a uma distância  $L$  (medida a partir do ponto de apoio), enquanto o lápis roda com a velocidade angular indicada.



**QUESTÃO 3 (20 pontos)** – Considere um cilindro hermeticamente vedado e com paredes adiabáticas, fechado em ambas as extremidades e dividido em duas partes por um êmbolo com paredes adiabáticas e que pode mover-se livremente sem atrito. Inicialmente o volume, a pressão e a temperatura do gás ideal em ambas as partes do cilindro são  $V_0$ ,  $p_0$  e  $T_0$ , respectivamente. No lado direito do cilindro é colocada uma resistência, utilizada para aquecer lentamente o gás até que a pressão atinja  $64p_0/27$ . Considere a capacidade calorífica  $C_v$  independente da temperatura e que  $C_p/C_v = \gamma = 1,5$ . Encontre as seguintes quantidades abaixo em função de  $V_0$ ,  $p_0$  e  $T_0$ :

- a) a variação da entropia do gás situado na parte esquerda do cilindro;
- b) o volume final do lado esquerdo;
- c) a temperatura final do lado esquerdo;
- d) a temperatura final do lado direito;
- e) o trabalho efetuado sobre o gás do lado esquerdo;

**QUESTÃO 4 (20 pontos)** - Um receptor de rádio de ondas curtas recebe simultaneamente dois sinais de um transmissor que está situado a 500 km de distância, sendo um deles proveniente da onda que caminha ao longo da superfície e o outro devido a reflexão na ionosfera, que atua como um espelho para este tipo de onda. Considere que a ionosfera esteja situada a 200 km da superfície terrestre. Verifica-se que quando a frequência transmitida pela onda é de 10MHz, o sinal combinado, devido aos dois sinais recebidos, varia entre dois máximos consecutivos, 8 vezes por minuto. Este fenômeno é devido ao deslocamento da ionosfera. Determine qual é a velocidade de deslocamento da ionosfera. (assuma que a superfície da terra é praticamente plana e que não haja nenhuma turbulência na atmosfera).

**QUESTÃO 5 (20 pontos)** – Atualmente experiências com particulares elementares são realizadas em grandes aceleradores de partículas. Nestes aceleradores, feixes de elétrons de altíssima energia são produzidos e utilizados em colisões. As propriedades de um feixe de elétrons podem ser entendidas qualitativamente a partir do eletromagnetismo clássico. Uma das formas de se focalizar os elétrons deste feixe é fazer com este passe através de uma região contendo plasma (átomos ionizados). As questões a seguir são relacionadas com as propriedades de um feixe de elétrons e a sua passagem através de uma região de plasma.

- a) Considere um feixe contínuo de elétrons com sendo um longo cilindro com uma densidade de carga uniforme  $n$  e velocidade média  $v$  (ambas as quantidades são medidas no referencial do laboratório). Derive a expressão para o campo elétrico produzido pelo feixe a uma distância  $r$  medida a partir do eixo do feixe (desconsidere qualquer tipo de efeito relativístico).
- b) Derive a expressão para o campo magnético produzido no mesmo ponto que no item a).
- c) Determine a força total que atua num elétron do feixe que passa pelo mesmo ponto que você determinou os campos elétricos e magnéticos, nos itens a) e b).
- d) Assumindo que a expressão obtida em c) pode ser aplicada a velocidades relativísticas, qual é a força que atua no elétron quando a velocidade  $v$  aproxima da velocidade da luz  $c$ , onde

$$c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}?$$

- e) Se o feixe de elétrons de raio  $R$  entra numa região de plasma uniforme  $n_0 < n$  (o plasma é um gás de íons e elétrons com igual densidade de carga), qual será a força total que atua num íon parado de plasma a uma distância  $r'$  fora do feixe de elétrons ( $r' > R$ ), após o feixe ter entrado na região de plasma. Considere que a densidade de íons no plasma permanece constante e que a simetria do feixe é sempre cilíndrica.

**QUESTÃO 6 (20 pontos)** – Um elétron com energia de 20 GeV é defletido elasticamente em  $5^\circ$  de sua trajetória original, após a colisão com um próton em repouso. Determine qual o valor do momento do elétron após a colisão. (use  $\cos 5^\circ = 0,996$ , despreze a massa do elétron em

comparação com a massa do próton e use para o próton em repouso  $M_p c^2 = 0,94 \text{ GeV}$ ). É possível estimar qual seria a “penetração” do elétron no interior da estrutura interna do próton? (como você poderia fazer uma estimativa).