



Prova de Seleção para a Olimpíada Ibero-Americana de Física 2006

Caderno de Questões – Instruções

1. Este caderno contém **TRÊS** folhas, incluindo esta com as instruções. Confira antes de começar a resolver a prova.
2. A prova é composta por **QUATRO** questões. Cada questão tem o valor indicado no seu início (que poderá estar dividida em itens). 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. **É permitido o uso de calculadoras não programáveis.**
5. Este caderno deverá ser devolvido ao final da prova
6. O estudante deverá permanecer na sala, **no mínimo**, 90 minutos.
7. A prova tem duração de **QUATRO HORAS**

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

Questão 1 (20 pontos) – Um foguete de massa m é lançado verticalmente, atingindo uma altura máxima H acima do solo, começando a partir deste ponto uma queda vertical. O foguete cai livremente até uma altura h , ponto em que os motores são acionados produzindo uma força F contrária ao movimento de queda. Despreze todas as forças de atrito, qualquer movimento horizontal do foguete e perda de massa do que este possa ter. Expresse as respostas em função das variáveis (H, F, m) e se necessário, da aceleração da gravidade na superfície da Terra g , do raio da Terra R_E e da constante gravitacional G .

(a) (5 pontos) H é pequeno o suficiente para que a força da gravidade seja constante durante o vôo do foguete. A que altura h acima da superfície terrestre os foguetes devem ser acionados para que este toque a superfície da Terra com velocidade zero?

(b) (5 pontos) Para que valores de F é impossível que o foguete pouse com velocidade zero nas mesmas condições do item (a)?

(c) (10 pontos) Se H é grande o suficiente para que não seja mais possível desprezar a variação da gravidade durante a queda, recalcule a nova altura h (altura em que os motores são acionados) para que o foguete pouse com velocidade zero.

Questão 2 (30 pontos) – Considere um anel de raio a carregado com uma carga Q uniformemente distribuída. Todos os cálculos abaixo devem ser feitos no eixo do anel (*eixo x*).

(a) (5 pontos) Determine o valor do campo elétrico ao longo do eixo do anel.

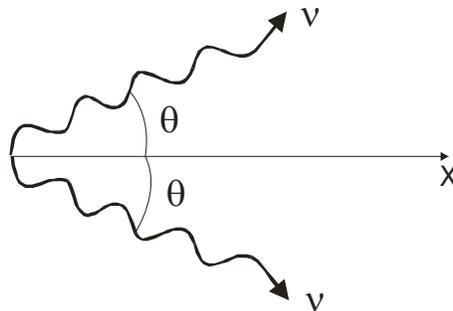
(b) (5 pontos) Determine o valor do potencial elétrico ao longo do eixo do anel.

(c) (10 pontos) Faça um esboço da variação do campo elétrico ao longo do eixo e determine o(s) ponto(s) onde o valor do módulo é máximo.

(d) (10 pontos) Mostre que para valores de $x \ll a$ que o movimento de uma carga q e massa m colocada no centro do anel é harmônico, determinando a sua frequência de oscilação.

Questão 3 (30 pontos) - Os dois problemas abaixo são independentes.

(3.1) (15 pontos) Uma partícula decaiu em dois fótons de mesma frequência ν que se movem conforme indicado pelo esquema abaixo em relação ao eixo horizontal x :



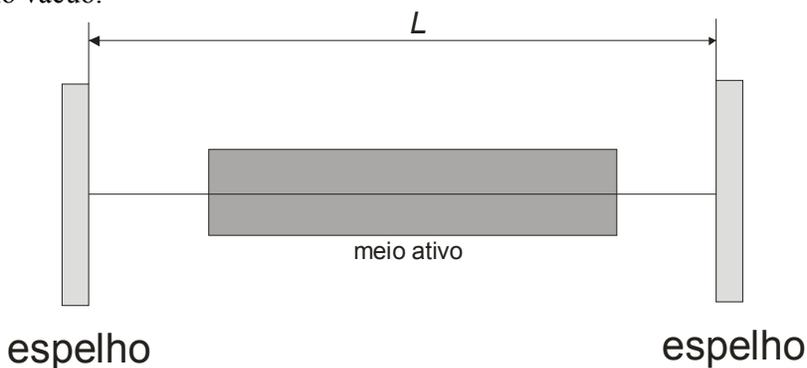
(a) (5 pontos) Encontre a velocidade original da partícula.

(b) (5 pontos) Encontre a massa de repouso da partícula.

(c) (5 pontos) Quais são as frequências dos fótons no referencial de repouso da partícula? Quais as direções dos fótons no sistema de repouso?

(3.2) (15 pontos) Num sistema de repouso, uma fonte de luz emite um feixe cônico de luz com um ângulo de $\pm 45^\circ$. Num sistema de referência que se move na direção do feixe com velocidade v o ângulo de abertura do feixe de luz é $\pm 30^\circ$. Qual o valor da velocidade v ?

Questão 4 (20 pontos) – Um Laser pode ser construído com dois componentes básicos: uma cavidade ressonante de comprimento L e dois espelhos colocados nas extremidades de um meio (chamado de meio ativo) que produz luz a partir de algum tipo de energia externa fornecida (descarga elétrica, corrente elétrica entre outras). A luz que é emitida pelo meio ativo reflete nos espelhos voltando a passar várias vezes através deste o que faz com esta seja amplificada, princípio básico de funcionamento de um sistema Laser. A cavidade faz com que sejam criadas ondas estacionárias em seu interior. Um dos espelhos não é totalmente refletor o que faz com que uma pequena fração da luz no interior da cavidade “saia” para o exterior e possa ser utilizada em alguma aplicação específica. Um modelo esquemático da cavidade de um sistema Laser está representado na figura abaixo. Use se necessário $c=3 \times 10^8 \text{ m/s}$ para o valor da velocidade da luz no vácuo.



- (a) **(5 pontos)** Quais são as frequências possíveis para ondas estacionárias no interior desta cavidade? Expresse sua resposta em termos do comprimento da cavidade L e da velocidade da luz no vácuo c .
- (b) **(5 pontos)** Suponha que o meio ativo emita uma frequência pura igual a $\nu=5 \times 10^{14} \text{ Hz}$. Qual o modo normal que é excitado na condição em que $L=1,5 \text{ m}$?
- (c) **(5 pontos)** Suponha agora que o meio ativo emita frequências no intervalo $\nu \pm \Delta \nu$, onde $\nu=5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ e $\Delta \nu=1 \times 10^9 \text{ Hz}$. Nesta condição quantos modos normais são excitados na cavidade considerando $L=1,5 \text{ m}$.
- (d) **(5 pontos)** Usando os valores de ν e $\Delta \nu$ do item c), determine qual o valor máximo de L para que apenas um modo normal seja excitado na cavidade.