



Argentina, OIBF 2007

**1ª Prova de Seleção para as Olimpíadas Internacionais de Física 2007**

**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 pode 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. **Não é permitido o uso de calculadoras.**
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 (30 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) (10 pontos)** Para que valores de  $F$  é impossível que o foguete pouse com velocidade zero nas mesmas condições do item (a)?

**(c) (15 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 (20 pontos)** – O Movimento de rotação da Terra provoca o aparecimento de uma força denominada de *Força de Coriolis*. Um pêndulo em repouso deveria estar alinhado com o centro da Terra, porém devido à força de *Coriolis* há um pequeno desvio, com relação à vertical, que depende da posição (latitude) onde este é posicionado. Determine o desvio angular com relação ao centro da Terra que aparece num pêndulo posicionado numa latitude  $\phi$  devido à rotação da Terra. Use se necessário para seus cálculos:  $R$  (raio da Terra);  $\omega$  (velocidade de rotação da Terra),  $m$  (massa do pêndulo) e  $g$  (aceleração gravitacional na superfície da Terra).

**Questão 3 (30 pontos)** - Uma bomba de vácuo tem a capacidade de manter a pressão numa câmara em  $P_c$ . Considere que a bomba seja então conectada a uma câmara de volume  $V$  através de um conector circular de raio  $R$ . Quanto tempo a bomba de vácuo demora para evacuar esta câmara, inicialmente na pressão atmosférica  $P_0$  ( $P_c < P_0$ ). Considere que a temperatura permanece constante e que a velocidade média das moléculas de gás é de  $\langle v \rangle$  e que a nas condições do problema o caminho livre médio é muito menor que a abertura em que a bomba é conectada à câmara.

**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  $\nu = 5 \times 10^{14}$  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  $\nu$  e  $\Delta \nu$  do item c), determine qual o valor máximo de  $L$  para que apenas um modo normal seja excitado na cavidade.