

## 2ª Prova Seletiva para Olimpíada Internacional de Física 2003

### Caderno de Questões

#### Instruções

1. Este caderno contém **CINCO** folhas, incluindo esta com as instruções. Confira antes de começar a resolver a prova.
2. A prova é composta por **CINCO** questões. Cada questão tem valor máximo de 10 pontos. Se a questão possuir mais do que um item, a cada um destes será atribuído o mesmo peso. A prova tem valor total de 50 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. Somente o Caderno de Resolução deverá ser devolvido no final da prova.
6. O estudante deverá permanecer na sala, **no mínimo**, 90 minutos.
7. A prova tem duração de **QUATRO HORAS E TRINTA MINUTOS**.

|  |         |
|--|---------|
| 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.

**QUESTÃO 1** - Um móvel realiza um movimento em uma dimensão. Medidas da posição em função do tempo foram realizadas e os resultados estão apresentados na tabela abaixo:

| Medida | Tempo (segundos) | Posição (metros) |
|--------|------------------|------------------|
| 1      | 0                | 17               |
| 2      | 1                | 28               |
| 3      | 2                | 43               |
| 4      | 3                | 62               |
| 5      | 4                | 85               |
| 6      | 5                | 112              |
| 7      | 6                | 143              |
| 8      | 7                | 178              |
| 9      | 8                | 217              |
| 10     | 9                | 260              |

- Faça no local indicado da folha de resposta para a questão 1, o gráfico da posição como função do tempo e determine qual é o tipo de movimento que o móvel realiza. Justifique sua resposta.
- Escreva a equação horária que melhor representa o movimento.
- Determine graficamente a velocidade instantânea do móvel em  $t = 6$  segundos.

**QUESTÃO 2** – Capacitores são dispositivos que têm uma grande utilização na confecção de circuitos eletrônicos dos mais diversos tipos. A característica básica de um capacitor é a sua capacitância. A proposta deste problema é que você proponha um experimento, junto com a sua metodologia, para determinar a capacitância de um capacitor a partir dos seguintes instrumentos e materiais: i) uma pilha de fem – força eletromotriz -  $\epsilon_0$  (constante); ii) voltímetro; iii) amperímetro; iv) resistor R; v) fios, chaves (liga-desliga), etc. Se necessitar de mais componentes, proponha seu uso e justifique. Faça uma breve descrição do método, um esboço do circuito elétrico proposto e apresente as equações básicas de sua proposta para a determinação da capacitância.

**QUESTÃO 3** – Uma das primeiras estimativas do valor da velocidade da luz foi feita pelo astrônomo O. Römer, a partir de observações do período orbital do satélite *Io* (nome do satélite) em torno de Júpiter. Ele determinou o valor da velocidade da luz medindo o período orbital do satélite *Io* em diferentes períodos do ano. A figura 1 mostra um esquema entre os planetas, o satélite e o Sol (E = Terra; S = Sol; J = Júpiter; M = satélite *Io*). Após uma longa série de medidas do tempo gasto pelo Satélite em torno de Júpiter, feitas através da observação de eclipses consecutivos (momento em que Júpiter permanece entre o satélite e a Terra), Römer pôde determinar com precisão o período médio de revolução do satélite. O período médio foi determinado em  $T_0 = 42\text{h } 28\text{m } 16\text{s}$ , sendo que o máximo período observado foi de  $(T_0 + 15)\text{s}$ . Com isto Römer verificou que o período orbital de *Io* em torno de Júpiter dependia da posição

relativa do planeta Terra com relação ao sistema de referência Sol-Júpiter.

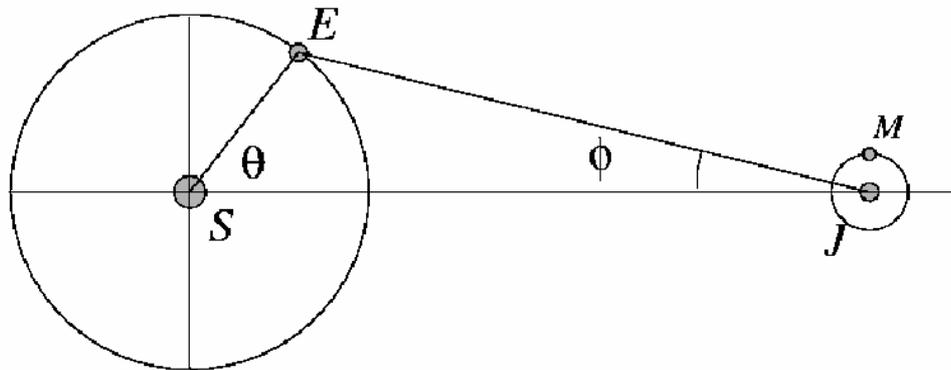


Figura 1 – Representação esquemática para a questão 3.

Sabendo os seguintes parâmetros:

$R_E = 149,6 \times 10^6$  Km (raio médio orbital da Terra)

$R_J = 779,8 \times 10^6$  Km (raio médio orbital de Júpiter)

$T_E = 365$  dias (período orbital da Terra)

$T_J = 11,9$  anos (período orbital de Júpiter em anos terrestres)

$R_M = 422 \times 10^3$  Km (raio orbital de Io em relação a Júpiter)

Proponha um modelo para determinar a velocidade da luz, baseando-se nas considerações feitas anteriormente. Faça uma estimativa do valor obtido e compare com o valor correto:  $2,99 \times 10^8$  Km/s. Se o valor obtido pelo seu modelo difere muito (pelo menos na ordem de grandeza) do valor real, tente explicar quais são as falhas que seu modelo apresenta.

**QUESTÃO 4** – Um tipo de radiação emitida por materiais radioativos é a radiação alfa, que corresponde a partículas do elemento Hélio duplamente ionizadas (partículas com duas cargas positivas elementares e quatro unidades de massa atômica). A forma de se detectar partículas alfa é a partir da ionização de um gás devido à passagem destas partículas. A figura 2 representa o esquema de um detector de radiação de partículas alfa, que é basicamente uma câmara de gás, conectada a um sistema elétrico cátodo-ânodo.

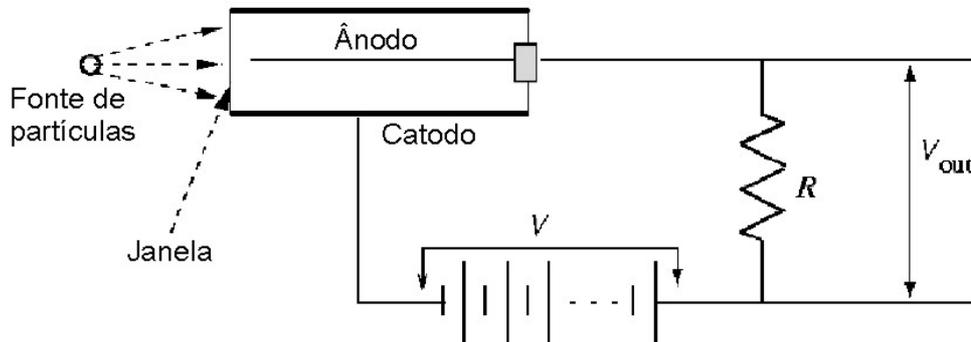


Figura 2 – Esquema básico de um detector de partículas alfa.

Quando uma partícula alfa penetra na câmara o gás é ionizado. As partículas ionizadas do gás (carregadas eletricamente) são atraídas pelo campo elétrico no interior da câmara devido à tensão  $V$  aplicada entre o ânodo e o cátodo, o que resulta num pulso de corrente através do resistor  $R$ . Para partículas alfa à pressão atmosférica, a distância média percorrida no meio tem a seguinte relação com a sua energia  $E$ :

$$R_\alpha = 0,32E^{3/2}$$

sendo  $R_\alpha$  medido em cm e  $E$  em MeV ( $1\text{MeV}=10^6\text{eV}$ ).

Considere que a detector (câmara da figura 2), com uma capacitância de  $45\text{pF}$  ( $1\text{pF} = 10^{-12}\text{F}$ ) entre o ânodo e o cátodo, é utilizado para detectar partículas alfa que possuem  $R_\alpha = 5,5\text{cm}$ . Assumindo que a energia necessária para produzir um par íon-elétron no ar é de  $35\text{eV}$ , determine a magnitude da variação da tensão na câmara produzida para cada partícula alfa detectada. Assuma que a carga do elétron é de  $1,6 \times 10^{-19}\text{C}$  e que a sua massa é muito menor que a do íon carregado positivamente.

**QUESTÃO 5** – Em 1917 Stewart e Tolman descobriram que uma corrente elétrica é estabelecida através de um cilindro quando este é submetido a um movimento de rotação axial (em torno do eixo de simetria) com uma certa aceleração angular.

Podemos tentar determinar esta corrente medindo o campo magnético criado no centro de uma espira que gira com aceleração angular constante. Para isto um grande número de espiras (de raio  $r$ ), feitas de um fio metálico muito fino, são montadas uniformemente sobre um cilindro de vidro evacuado. O número de espiras por unidade de comprimento ao longo do cilindro é  $n$ . Os planos que contém as espiras são perpendiculares ao eixo de simetria do cilindro. Num dado momento o cilindro inicia o movimento de rotação, ao redor do eixo de simetria, com aceleração angular constante  $\alpha$ . Encontre o campo magnético  $B$  no centro do cilindro, após um tempo suficientemente longo do

início do movimento. Assuma que a carga elétrica do elétron  $e$  e sua massa  $m$  são conhecidas.

- Considere que o metal, do qual as espiras são feitas, é composto basicamente por elétrons livres (cargas negativas) e íons positivos que compõe a rede cristalina e que permanecem fixos no referencial do cristal.