

**ESTRUTURA DA MATÉRIA I - 1º SEMESTRE 2003**  
**LISTA DE EXERCÍCIOS - REVISÃO 1**

1.- Encontre a energia cinética total de translação de 1 mol de moléculas de  $N_2$  para  $T = 300$  K. O número que você encontrou deve ser maior, igual ou menor que o para a mesma quantidade para 1 mol de He na mesma temperatura?

2.- Os nêutrons em um reator apresentam uma distribuição de Maxwell-Boltzmann para as velocidades, quando estão em equilíbrio térmico. Encontre  $\langle v \rangle$  e  $v_m$  (velocidade mais provável) para nêutrons em equilíbrio térmico a  $T = 300K$ .

3.- Dada a distribuição:

$$\begin{cases} f(x) = A \sin^2(2\pi x/L) \text{ para } 0 < x < L \\ 0 \text{ para qualquer outro valor} \end{cases}$$

Encontre:  $A$ ,  $\langle x \rangle$ ,  $x_{mp}$  e  $x_{rms}$ . Qual a chance de  $x$  ter um valor entre  $\langle x \rangle$  e  $\langle x \rangle + dx$ ?

4.- Em uma explosão termonuclear, a temperatura no centro da explosão atinge, momentaneamente, a temperatura de  $10^7 K$ . Supondo valer a aproximação de corpo negro, calcule o comprimento de onda para a qual a intensidade da radiação térmica emitida é máxima.

5.- Radiação de comprimento de onda  $2000 \text{ \AA}$  atinge uma superfície de alumínio. Para o alumínio, são necessários  $4.2 \text{ eV}$  para remover um elétron do metal. a) qual a energia cinética do elétron mais rápido? b) qual o potencial de corte? c) qual o comprimento de onda limite para o alumínio? d) se a intensidade de luz incidente for de  $2W/m^2$ , qual o número médio de ftons incidindo na superfície por unidade de tempo e por unidade de área?

6.- Ftons de comprimento de onda  $\lambda = 0.024 \text{ \AA}$  incidem sobre elétrons livres em repouso. a) ache o comprimento de onda de um fóton que é espalhado a  $30^\circ$  e a energia cinética transferida ao elétron. Faça o mesmo para ângulo de espalhamento de  $150^\circ$ .

7.- Qual a energia cinética máxima de um elétron envolvido no processo Compton em termos da energia do fton incidente e da massa de repouso do elétron?

8.- Um fóton, com energia de  $2 \text{ MeV}$ , produz um par elétron-pósitron, nas vizinhanças de um núcleo de hidrogênio (próton). O elétron e o pósitron são emitidos com momentos iguais, em direções opostas, fazendo ângulo de  $90^\circ$  com a direção do fóton incidente. a) Qual o momento transferido ao próton? b) Qual a energia cinética do próton? c) Qual a energia cinética do elétron e do pósitron?

9.- Um fóton de  $\lambda = 3.1 \text{ \AA}$  atinge um átomo de hidrogênio em repouso, realizando interação fotoelétrica, liberando o elétron do átomo (energia de ligação de  $13.6 \text{ eV}$ ). Supondo que o elétron se move na mesma direção do fóton incidente, calcule a energia cinética e o momento do elétron. qual a energia cinética e o momento de recuo do íon.

10.- Num aparelho de raios-X de dentista, a tensão do aparelho é de  $30 \text{ kV}$ . a) Qual a energia máxima dos raios-X produzidos (justifique)? b) Sabendo-se que o coeficiente de absorção de massa do chumbo para ftons de  $20 \text{ keV}$  é de  $80 \text{ cm}^2/g$ , qual a espessura da proteção de chumbo que o dentista deve utilizar, para que a intensidade de raios-X dessa energia atingindo seu corpo seja  $5\%$  da intensidade original? c) Se ao invés de Pb, o dentista utilizar uma proteção de Al, que tem coeficiente de absorção de massa de  $2 \text{ cm}^2/g$ , qual será a espessura? d) Sabendo-se que a densidade do Al é  $2.7 \text{ g/cm}^3$  e a do Pb é  $11 \text{ g/cm}^3$ , qual das proteções será mais pesada?

Exercícios (Capítulos 1 a 4)

11.- Considere as seguintes forças em uma gota de óleo no experimento de Millikan: gravitacional, elétrica, atrito e boiante. Desenhe um diagrama mostrando as forças na gota a) quando o campo elétrico é desligado e a carga cai livremente. b) quando o campo elétrico aplicado faz com que a gota suba.

12.- Calcule  $\lambda_{max}$  para a radiação de corpo negro para a) hélio líquido ( $4.2 \text{ K}$ ), b) temperatura ambiente ( $300 \text{ K}$ ) e forno de fundição de aço ( $2500 \text{ K}$ )

a) 0,69 nm b) 9,89  $\mu\text{m}$  c) 1,16  $\mu\text{m}$

13.- Calcular a temperatura de um corpo negro se a distribuição espectral tem máximo para: a) raios gama  $\lambda = 10^{-14}$  m. b) raios-X, 1 nm. c) luz vermelha, 670 nm. d) ondas de TV, 1m. e) ondas de AM, 200 m.

14.- A temperatura de um corpo negro é aumentada de 900 K para 1900 K. Por qual fator aumenta a potência total irradiada por unidade de área?

19,9

15.- O filamento de tungstênio de uma lâmpada incandescente típica opera à temperatura de 3000 K. Em que comprimento de onda a intensidade da radiação emitida é máxima?

966 nm

16.- Use um computador para calcular a lei de radiação de Plank para  $T=3000$  K, a temperatura típica do filamento de tungstênio de uma lâmpada incandescente. Grafique o intensidade da radiação em função do comprimento de onda. a) Qual a fração da potência irradiada na região visível? b) qual a razão entre a intensidade a 400 e 700 nm e a do máximo de emissão?

17.- Em qual comprimento de onda a radiação emitida pelo corpo humano é máxima?

9,35  $\mu\text{m}$

18.- Uma estação de rádio FM de frequência 107.7 MHz têm potência de 50.000 W. Qual o número de fótons emitidos por segundo?

19.- Quantos fótons por segundo estão contidos num feixe de radiação eletromagnética de potência total 150W se a fonte é: a) uma estação de rádio AM de 1100 kHz, b) raios-X de 8 nm e c) raios gama de 4 MeV?

a)  $2,06 \times 10^{29}$  b)  $6,05 \times 10^{18}$  c)  $2,34 \times 10^{14}$

20.- Qual a frequência de corte para o efeito fotoelétrico em lítio ( $\phi=2,9$  eV)? Qual o potencial de freamento se o comprimento de onda da luz incidente for 400 nm?

21.- Qual o comprimento de onda máximo da luz incidente capaz de produzir efeito fotoelétrico na prata ( $\phi=4,7$ eV)? Qual será a energia cinética máxima dos fotoelétrons se comprimento de onda é reduzido à metade?

264 nm; 4,7 eV

22.- Um laser de 2 mW ( $\lambda=530$  nm) incide sobre um fotocátodo de césio ( $\phi=1.9$  eV). Assumindo uma eficiência de  $10^{-5}$  para a produção de fotoelétrons (1 elétron emitido para cada  $10^5$  fótons incidentes), qual a corrente fotoelétrica?

23.- Qual o comprimento de onda mínimo produzido por um aparelho de raios-X operando a um potencial de 30 kV?

0,0413 nm

3-36 O acelerador linear de Stanford pode acelerar elétrons até 50 GeV. Qual o menor comprimento de onda que pode ser produzido por bremsstrahlung? São esses fótons ainda chamados raios-X?

24.- Um tubo de TV opera a 20 kV. Qual o  $\lambda_{min}$  para os raios-X produzidos na colisão desses elétrons com o fósforo da tela?

0,0620 nm

25.- Calcular  $\Delta\lambda/\lambda$  do espalhamento Compton para luz verde ( $\lambda=530$  nm). Poderia esse efeito ser facilmente observado?

26.- Se um fóton de 6 keV é espalhado por um próton em repouso, qual a variação no comprimento de onda do fóton espalhado a  $90^\circ$ ?

27.- Um raio gama de 700 keV de energia é espalhado por um elétron. Encontre a energia do fóton espalhado a  $110^\circ$ , a energia do elétron espalhado e o ângulo de recuo do elétron.

28.- Qual a energia de um fóton necessária para produzi um par próton-antipróton?

29.- Qual o comprimento de onda mínimo de um foton capaz de produzir elétrons com energia de 30 keV em um espalhamento Compton?

30.- Mostre que a energia cinética máxima do elétron em recuo em um espalhamento Compton é dada por:

$$E_{max}^{cin} = h\nu \frac{\frac{2h\nu}{mc^2}}{1 + \frac{2h\nu}{mc^2}}$$

31.- Calcule o parâmetro de impacto para o espalhamento de uma partícula  $\alpha$  por ouro em um ângulo de a)  $1^\circ$  e b)  $90^\circ$ .

a)  $1,69 \times 10^{-12} \text{m}$  b)  $1,48 \times 10^{-14} \text{m}$

32.- Um feixe de partículas  $\alpha$  de 8 MeV é espalhado por uma folha fina de ouro. Qual a razão entre o número de partículas  $\alpha$  espalhadas a  $1^\circ$  e o número das espalhadas em ângulo maior que  $2^\circ$ ?

33.- Para alvos de alumínio ( $Z=13$ ) e ouro ( $Z=79$ ), qual a razão de partículas  $\alpha$  espalhadas em um ângulo qualquer, para um dado número de partículas incidentes?

36,2

34.- Em um experimento feito espalhando-se partículas  $\alpha$  de 5,5 MeV em uma folha fina de ouro, estudantes encontraram que 10000 partículas  $\alpha$  são espalhadas em um ângulo maior que  $50^\circ$ . a) quantas partículas  $\alpha$  serão espalhadas em ângulo maior que  $90^\circ$ ? b) quantas serão espalhadas entre  $70^\circ$  e  $80^\circ$ ?

a) 2170 b) 1347

35.- Estudantes querem fazer um experimento usando uma fonte muito forte de partículas  $\alpha$  de 5,5 MeV que serão espalhadas por uma folha fina de ouro. Eles querem conseguir uma taxa de de 1 partícula/s a  $50^\circ$ , mas o detector que utilizam é limitado a uma taxa máxima de 2000 partícula/s. O detector empregado subtende um pequeno ângulo sólido. O sistema de medidas poderá ser empregado para medir a taxa a  $6^\circ$  sem modificação?

36.- Os raios nucleares do alumínio e ouro são aproximadamente  $r=3,6 \text{ fm}$  e  $7,0 \text{ fm}$  respectivamente. Os raios do próton e da partícula  $\alpha$  são respectivamente  $1,3 \text{ fm}$  e  $2,6 \text{ fm}$ . a) Que energia de partícula  $\alpha$  seria necessário para que as superfícies nucleares se toquem em uma colisão frontal? b) Qual a energia no caso de prótons? ( calcular para alumínio e ouro)

a) Al: 6,04 MeV, Au: 23,7 MeV b) Al: 3,82 MeV, Au: 13,7 MeV

37.- Calcule a velocidade e a aceleração radial para um elétron no átomo de hidrogênio. Faça o mesmo para um átomo de  $\text{Li}^{++}$ .

38.- Calcule o momento angular em  $\text{kg.m/s}$  para a órbita eletrônica de menor energia no átomo de hidrogênio.

39.- Use os valores conhecidos de  $\epsilon_o$ ,  $h$ ,  $m$ ,  $e$  e calcule as seguintes quantidades (com 4 algarismos significativos):  $hc$ ,  $e^2/4\pi\epsilon_o$  (em  $\text{eV.nm}$ ),  $mc^2$  (keV),  $a_o$  (em nm) e  $E_o$  (em eV).

1239,8 eV.nm, 1,4400 eV.nm, 511,00 keV 5,2918  $\times 10^{-2}$  nm, 13,606 eV

40.- Um átomo de hidrogênio em um estado excitado absorve um fóton de comprimento de onda 434 nm. Qual o estado inicial e final do átomo?

$n=2$  e  $n=5$

41.- Qual é a energia de ligação calculada para o elétron no estado fundamental do a) deutério? b)  $\text{He}^+$ ? c)  $\text{Be}^{+++}$ ?

a) 13,6 eV b) 54,4 eV c) 218 eV

42.- Um átomo de hidrogênio existe em um estado excitado por um intervalo de tempo da ordem de  $10^{-8}$ s. Quantas revoluções faz o elétron no estado  $n=3$  antes de decair?

$2,44 \times 10^6$

43.- Um átomo muônico consiste de um múon ( $mc^2 = 106 \text{ MeV}$ , carga = -e) no lugar do elétron. Para o múon no átomo de hidrogênio, calcule: a) o menor raio. b) A energia de ligação do estado fundamental. c) O comprimento de onda limite para as três primeiras séries espectrais.

a)  $2,84 \times 10^{-13} \text{m}$  b) 2535 eV c) 0,49 nm, 1,96 nm, 4,40 nm