

Instituto de Física da USP
Física Moderna I – 4300375
1º Semestre de 2014
Profª Márcia de Almeida Rizzutto

1ª Lista de Exercícios

- 1 Considere que a distribuição de velocidades de uma molécula de um gás ideal é dada por:

$$f(v_x, v_y, v_z) = A \exp \left\{ -\frac{m}{2k_B T} (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2) \right\}$$

e determine:

- a) A constante A .
 - b) A distribuição $f(v)$, onde $v = |\vec{v}| = \sqrt{v_x^2 + v_y^2 + v_z^2}$ é o módulo da velocidade.
- 2 Seja uma molécula que obedece à distribuição de Maxwell-Boltzmann de velocidades.
- a) Determine a velocidade mais provável v_{mp} e esboce um gráfico de v_{mp} em função da temperatura T .
 - b) Determine a $\langle v \rangle$, $\langle v^2 \rangle$ e $\sigma = \sqrt{\langle v^2 \rangle - \langle v \rangle^2}$. Esboce gráficos destas três grandezas como função da temperatura T .
 - c) Discuta o significado dos resultados dos itens (a) e (b) para $T \rightarrow 0$ e $T \rightarrow \infty$.
- 3 Se os elétrons de um feixe têm energia de 2 keV, determine:
- a) A velocidade dos elétrons.
 - b) O tempo que os elétrons levam para percorrer uma distância de 5 cm entre as placas defletoras do experimento de Thomson.
 - c) A componente vertical da velocidade dos elétrons depois de passarem pelas placas, se o campo elétrico é $3,33 \cdot 10^3$ V/m.
- 4 Estamos interessados em usar um espectrômetro de massa para separar átomos de ^{197}Au e ^{198}Hg em uma certa amostra. Usando as massas atômicas e supondo que todos os átomos estejam monoionizados e entrem no espectrômetro com uma velocidade de $1,5 \cdot 10^5$ m/s, responda:
- a) Qual deve ser o valor de um campo magnético uniforme, perpendicular à velocidade dos íons, para que as trajetórias dos mesmos tenha um raio de 1m (aproximadamente)?
 - b) Qual será a diferença ΔR entre os pontos de impacto depois que os íons dos dois tipos descreverem semicírculos completos?
 - c) Quais seriam as respostas dos itens (a) e (b) se todos os átomos estivessem duplamente ionizados?

-
- 5 Para uma gota de óleo de raio a , caindo sob ação somente da força da gravidade e da resistência do ar, determina-se a velocidade de queda pela medida do tempo de queda numa distância de 1 mm. Sabendo-se que a densidade de óleo é igual a $0,8 \text{ g/cm}^3$, e que o coeficiente da viscosidade do ar é $\rho = 1,8 \cdot 10^{-4}$ poises (sistema CGS), faça uma tabela de valores do raio em função do tempo de queda, para t_q variando de 0s a 40s em intervalos de 5s.
- 6 A radiação cósmica de fundo apresenta a distribuição espectral de um corpo negro a temperatura de 2,7 K.
- Qual é o comprimento de onda da radiação de fundo para o qual a intensidade é máxima?
 - Qual é a frequência de radiação neste ponto do espectro?
 - Qual a potência total da radiação de fundo que incide sobre nosso planeta?
- 7 Obtenha a lei do deslocamento de Wien, $\lambda_{max}T = 0,2014hc/k$, resolvendo a equação $d\rho(\lambda)/d\lambda = 0$. (Sugestão: Faça $hc/\lambda kT = x$ e mostre $x = 4,965$ é a solução.)
- 8 A relação $R_T = \sigma T^4$ é exata para corpos negros e se mantém para todas as temperaturas. Porque esta relação não é usada como a base de uma definição de temperatura a, por exemplo, 100°C ?
- 9 Assumindo que o diâmetro do sol é $1,4 \cdot 10^9 \text{ m}$, que sua massa é de $2,0 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ e que sua temperatura de superfície é de 5700 K
- use a lei de Stefan para determinar a massa perdida pelo sol, por segundo, devido a radiação eletromagnética.
 - Qual a fração da massa solar perdida por ano através da radiação eletromagnética?
- 10 A uma dada temperatura, $\lambda_{max} = 6500 \text{ \AA}$ para uma cavidade de corpo negro. Qual será λ_{max} se a temperatura das paredes da cavidade for aumentada de modo que a taxa de emissão de radiação espectral seja dobrada?
- 11 Radiação de comprimento de onda de 2000 \AA incide sobre uma superfície de alumínio. Para o alumínio são necessários 4,2 eV para remover um elétron. Qual a energia cinética do fotoelétron emitido:
- mais rápido?
 - mais lento?
 - Qual é o potencial de corte?
 - Qual é o comprimento de onda limite para o alumínio?
 - Se a intensidade da luz incidente é $3,2 \text{ W/m}^2$, qual é o número médio de fótons por unidade de tempo e por unidade de área que atinge a superfície?

12 A tabela abaixo mostra o potencial de corte em função do comprimento de onda para o efeito fotoelétrico em uma amostra de sódio. Faça um gráfico com base nesses dados e use-o para determinar:

- A função trabalho.
- A frequência de corte.
- A razão h/e .

λ (nm)	200	300	400	500	600
V_0 (V)	4,20	2,06	1,05	0,41	0,03

13 A respeito do efeito fotoelétrico, responda as seguintes questões:

- Porque mesmo para radiação monocromática fotoelétrons são emitidos com diversas velocidades?
- A existência de uma frequência de corte no efeito fotoelétrico é frequentemente considerada a mais forte objeção à teoria ondulatória. Explique porquê.
- Porque medidas do efeito fotoelétrico são muito sensíveis a natureza da superfície fotoelétrica?

14 A energia necessária para remover um elétron do sódio é 2,3 eV.

- Há efeito fotoelétrico no sódio para luz amarela de comprimento de onda 5890Å?
- Qual é o comprimento de onda de corte para emissão fotoelétrica do sódio?

15 Considere uma placa fotográfica iluminada por uma fonte luminosa. A luz será gravada se ela dissociar uma molécula de AgBr na placa. A energia mínima para a dissociação é da ordem de 10^{-19} J. Qual a região de comprimentos de onda para a qual a luz não será gravada?

16 Responda as seguintes perguntas sobre absorção de fótons:

- Sob condições ideais o olho humano registra um estímulo visual a 5500Å se mais de 100 fótons forem absorvidos por segundo. A que potência isso corresponde?
- Uma amostra *in vitro* dos olhos de um camarão da espécie *Rimicaris exoculata* é irradiada por um corpo negro ideal a temperatura de 350°C. *Estime* o número de fótons absorvidos pelo olho do camarão por segundo e unidade de área sabendo que o pico da absorção ocorre em 5000Å e que a absorção é aproximadamente desprezível fora do intervalo 4800Å a 5200Å.

17 Quais são a frequência, o comprimento de onda e o momento de um fóton cuja energia é igual a energia de repouso de um elétron?

18 Fótons com comprimento de onda 0,024 Å incidem sobre elétrons livres.

- Qual é o comprimento de onda de um fóton espalhado de um ângulo de 22° em relação à direção de incidência e qual a energia cinética transmitida ao elétron?
- E para um ângulo de 132°?

- 19** A energia cinética máxima que pode ser fornecida ao elétron em um evento de espalhamento Compton é importante em determinadas análises espectrais. Essa energia máxima é conhecida como borda Compton. Suponha que a borda Compton medida em certo experimento seja 520 keV. Quais eram o comprimento de onda e energia dos raios gama incidentes?
- 20** Por qual ângulo um fóton deve ser espalhado por um elétron livre de modo que perca 10% de sua energia
- a) se a energia do fóton for 0,20 MeV?
 - b) se a energia do fóton for 0,40 MeV?
 - c) Determine o desvio por efeito Compton no comprimento de onda em ambos os casos.