

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

BC0102 – Estrutura da Matéria

**LISTA DE EXERCÍCIOS N° 01**

- 1) Faça uma estimativa de:
  - a) quantos prótons há no corpo de uma pessoa de peso e estatura medianos;
  - b) quantos grãos de arroz estão contidos num pacote de 1 kg de arroz.
- 2) Para determinar o trabalho executado sobre um objeto, calculamos o produto entre a força e o deslocamento na direção da força que o objeto sofreu. A unidade do SI para o trabalho é J (joule) em homenagem à James Prescott Joule, físico inglês que contribuiu muito para a termodinâmica. Relacione a unidade de trabalho com as unidades de tempo, massa e comprimento do SI.
- 3) A energia cinética é dada pelo produto entre a massa e o quadrado da velocidade dividido por dois. Mostre que sua unidade é o joule.
- 4) A pressão é definida como a razão entre a força e a área sobre a qual a força é aplicada. Obtenha a unidade de pressão no SI e mostre que o produto das unidades de pressão e volume é igual à unidade de trabalho.
- 5) Considere a fórmula abaixo, que exprime o período  $T$  de um pêndulo simples em termos de seu comprimento  $L$  e da aceleração da gravidade  $g$ . Mostre que esta fórmula é dimensionalmente homogênea.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

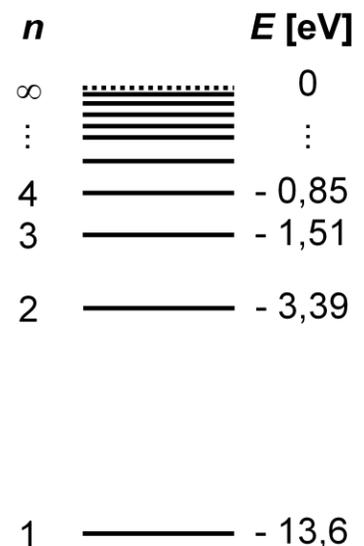
- 6) Exprima em notação científica os seguintes números:
  - a)  $10!$  (lembrando que  $10! = 10 \times 9 \times 8 \times \dots \times 2 \times 1$ )
  - b)  $(10!)^{-1}$
- 7) Em julho de 1983, um Boeing 767 da Air Canada ficou sem combustível numa viagem entre Montreal e Edmonton. O avião planou até aterrissar em uma pista de pouso abandonada. As investigações sobre as causas do acidente mostraram que, antes de partirem de Montreal, os pilotos sabiam que eram necessários 22.300 kg de combustível para a viagem, e que já havia 7.682 L nos tanques. No entanto, a equipe de terra colocou apenas 4.916 L de combustível adicionais, o que corresponde a um quinto do que era necessário. Os membros da equipe de terra cometeram um erro de cálculo: eles usaram um fator de 1,77 para a densidade do combustível. O problema é que 1,77 deveria ter unidade de libras por litro e eles utilizaram quilogramas por litro! Qual é a densidade do combustível em kg/L? Que massa de combustível deveria ter sido colocada? (1 lb = 453,6 g).

- 8) Suponha que um colega queira lhe vender um colar que diz ser de ouro puro. Porém, você tem dúvidas e pensa que o colar pode ser apenas folheado a ouro. Proponha um experimento a partir do qual você poderia verificar se o colar é ou não de ouro puro sem danificá-lo.
- 9) Faça um desenho, baseado na teoria cinético-molecular e nas idéias sobre átomos e moléculas vistas em aula, do arranjo das partículas em cada um dos casos listados aqui. Em cada caso, desenhe por volta de 10 partículas de cada substância. É aceitável que seu diagrama seja bidimensional. Represente cada átomo como um círculo e diferencie cada tipo de átomo por sombreamento ou escrevendo o símbolo químico correspondente.
- Uma amostra de ferro sólido (que consiste de átomos de ferro).
  - Uma amostra de água líquida (que consiste de moléculas de  $\text{H}_2\text{O}$ ).
  - Uma amostra de vapor de água pura.
  - Uma mistura homogênea de vapor de água e gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ).
  - Uma mistura heterogênea contendo água líquida e alumínio sólido (mostre uma região da amostra que inclua ambas as substâncias).
  - Uma amostra de bronze, que é uma mistura homogênea de cobre e zinco.
- 10) Diga se os objetos listados abaixo podem ou não existir e justifique sua resposta:
- uma folha de ouro com espessura de  $10^{-20}$  mm;
  - uma amostra de potássio com  $1,784299 \times 10^{24}$  átomos;
  - uma moeda de ouro puro com  $1,23 \times 10^{-3}$  kg;
  - uma amostra com  $3,43 \times 10^{-27}$  mol de átomos de enxofre.
- 11) Uma xícara de café contém 3,14 mol de  $\text{H}_2\text{O}$ . Qual o número de átomos de hidrogênio presentes?
- 12) Qual o número de átomos de alumínio (Al) em 5,4 kg deste metal? Isso corresponde a quantos mols de átomos?
- 13) Um recipiente de aço com capacidade para 25 litros contém gás nitrogênio sob pressão de 1 atm e temperatura de  $27^\circ\text{C}$ . Calcule o número de mols de moléculas e a massa de gás no interior do recipiente.
- 14) Um químico colocou 5g de uma mistura de  $\text{NO}_2$  e  $\text{N}_2\text{O}_4$  numa grande ampola. Se a amostra continha inicialmente 50% de cada uma das substâncias em massa, quantos mols de cada gás havia inicialmente na ampola?
- 15) Escreva a equação balanceada para a combustão de  $\text{C}_3\text{H}_4$ , produzindo  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ .
- 16) Uma massa 5 g de zinco metálico (Zn) foi misturada a 5 g de iodo ( $\text{I}_2$ ). O  $\text{I}_2$  foi completamente convertido a  $\text{ZnI}_2$ . Calcule quantos mols de  $\text{I}_2$  reagem e quantos gramas de Zn permanecem sem reagir.

- 17) Um composto orgânico, quando analisado, apresentou a seguinte composição elementar em termos de massa: 55,8% de C, 7,0% de H e 37,2% de O. Uma amostra de 1,5 g deste composto, quando vaporizada, ocupa  $550 \text{ cm}^3$  e exerce uma pressão de 740 Torr a  $100^\circ\text{C}$ . Determine a fórmula molecular do composto.
- 18) A combustão completa do etano ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) pode ser descrita pela seguinte equação não balanceada:  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ . Faça o balanceamento desta equação e determine o volume de  $\text{O}_2$  necessário para consumir completamente 1 L de etano. Quantos litros de  $\text{CO}_2$  são formados?
- 19) Um diagrama  $P \times V$  consiste em um gráfico cuja abscissa é o volume e a ordenada a pressão. O estado térmico de um gás pode ser representado como um ponto nesse gráfico. Ao modificar o estado térmico, esse ponto percorre um caminho nesse gráfico perfazendo um processo térmico. Um mol de gás ideal nas condições normais de temperatura e pressão ( $T = 273 \text{ K}$  e  $P = 1 \text{ atm}$ ) tem seu volume reduzido a um terço do volume inicial, mantendo a mesma temperatura.
- Qual a pressão final do gás?
  - Esboce no diagrama os estados inicial e final do gás.
  - Esboce no diagrama o processo termodinâmico ocorrido.
- 20) O que significa dizer que um gás se comporta como um gás ideal? Em que situações o comportamento de um gás tende a se desviar mais do comportamento ideal? Proponha uma justificativa em nível molecular para isso.
- 21) Quais as hipóteses para a teoria cinética dos gases? De acordo com essa teoria, qual o significado em nível molecular da temperatura de um gás?
- 22) Calcule a relação carga/massa do íon  $\text{Ag}^+$  e compare-a com a do elétron. Explique como o valor da relação carga/massa do íon  $\text{Ag}^+$  poderia ser determinado por meio de um experimento de eletrólise (incluindo aparelhagem utilizada, procedimento experimental e grandezas a serem medidas).
- 23) Liste duas diferenças entre a força gravitacional e a força eletromagnética? E associe essas diferenças com fenômenos observado no cotidiano.
- 24) Numa reconstrução do experimento de Millikan, as gotas formadas atravessam um capacitor cuja distância entre as placas é de 1 cm e que está submetido a uma tensão  $V$ . Suponha que a densidade do óleo seja de  $0,8 \text{ g/cm}^3$ , que o diâmetro de uma gota seja de  $1 \mu\text{m}$  e que esta gota esteja carregada com dois elétrons excedentes. Esboce o aparato indicando a direção do campo elétrico e das forças que agem na gota. Qual deve ser a tensão para que a gota carregada permaneça suspensa em repouso?
- 25) Se, em um de seus experimentos, J.J. Thomson acelerasse os elétrons num tubo de raios catódicos aplicando uma diferença de potencial de 10.000 V entre o cátodo e o ânodo, com que velocidade um elétron estaria ao atingir o ânodo? Faça um esboço do que ocorreria indicando o cátodo e o ânodo, a direção do campo e a direção da força aplicada sobre os elétrons.
- 26) Explique o experimento de espalhamento de partículas  $\alpha$ , que levou em 1911 à proposição do modelo atômico de Rutherford. Em sua resposta, aborde necessariamente os seguintes aspectos: a) o que são partículas  $\alpha$ ; b) descrição do experimento; c) resultados obtidos; d) de que maneira os resultados revelam a estrutura do átomo (do que ele é formado, como ele está organizado, como a massa está distribuída, o volume do átomo, etc.).

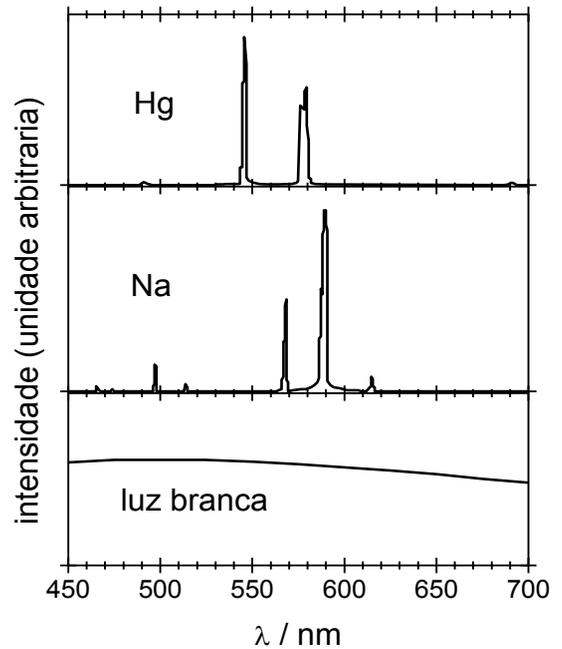
- 27) Quando a nave espacial *Sojourner* pousou em Marte em 1997, o planeta estava a aproximadamente  $7,8 \times 10^7$  km da Terra. Quanto tempo levou para que o sinal de televisão de Marte chegasse à Terra?
- 28) Um telefone celular emite sinais em aproximadamente 850 MHz. Qual o comprimento de onda dessa radiação? Qual é a energia transportada por cada fóton que compõe a radiação eletromagnética emitida pelo celular?
- 29) Coloque os seguintes tipos de radiação em ordem crescente de energia por fóton: a) luz visível de uma lâmpada de sódio; b) raios X de um instrumento no consultório de um dentista; c) Micro-ondas em um forno de micro-ondas; d) ondas emitidas por uma estação de rádio FM em 91,7MHz.
- 30) Um experimento é montado para demonstrar o efeito fotoelétrico para os metais sódio (Na) e ouro (Au). Para isso, uma radiação incidente com comprimento de onda de 300 nm é utilizada. Assumindo que a função trabalho do sódio tem o valor de  $4 \times 10^{-19}$  J e a do ouro  $8 \times 10^{-19}$  J por átomo, responda as questões a seguir.
- Mostre qualitativamente, num único gráfico, como varia a energia cinética dos elétrons ejetados em função da frequência da radiação incidente para os dois metais.
  - Determine se a radiação com comprimento de onda de 300 nm será capaz de retirar elétrons dos metais em questão.
  - Se a intensidade da radiação luminosa fosse aumentada, qual seria o efeito sobre o resultado obtido no item “b”? Justifique sua resposta em termos do modelo proposto por Einstein para o efeito fotoelétrico.
- 31) O que significa “dualidade partícula-onda”? Quais são suas implicações para nossa visão moderna de estrutura atômica?

32) Responda as questões que se seguem utilizando o diagrama ao lado, que mostra os níveis de energia de um elétron num átomo de hidrogênio.

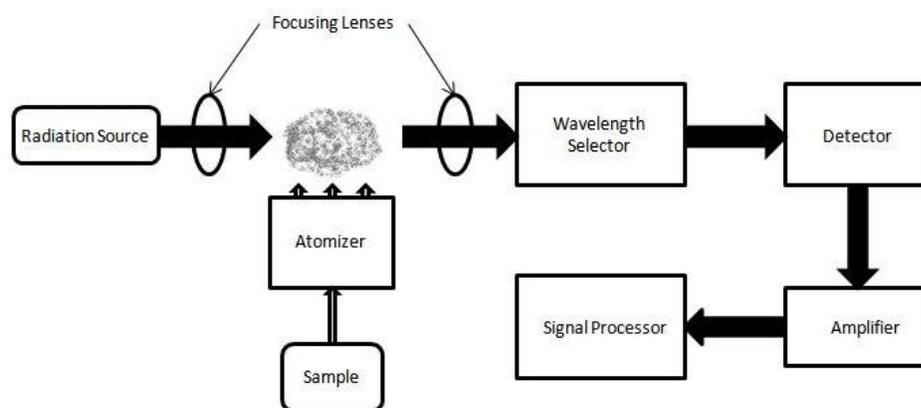


- Considerando apenas as transições entre os níveis 1, 2, 3 e 4, qual delas está associada à **emissão** do fóton com maior comprimento de onda?
- Considerando apenas as transições entre os níveis 1, 2, 3 e 4, qual delas está associada à **absorção** do fóton com maior frequência?
- Suponha que um átomo de hidrogênio seja excitado de modo que o elétron passe para o nível  $n = 3$ . Calcule o comprimento de onda da luz emitida quando este átomo retorna ao estado fundamental. Em que faixa do espectro eletromagnético esta radiação se encontra?
- Calcule a energia de ionização do elemento hidrogênio em unidades de kJ/mol.

33) O gráfico ao lado traz os espectros de emissão atômica dos elementos sódio e mercúrio na faixa de comprimentos de onda entre 450 e 750 nm, bem como o espectro da luz branca nesta mesma faixa. Responda as questões abaixo:



- Qual a diferença entre um espectro de absorção e um espectro de emissão atômica? De que maneira cada um destes espectros pode ser obtido experimentalmente?
- Lâmpadas de sódio são amplamente utilizadas para iluminação pública. Qual a coloração destas lâmpadas? De que maneira esta coloração pode ser inferida a partir do espectro de emissão?
- Suponha que a luz branca da figura ao lado seja irradiada sobre um bulbo contendo sódio vaporizado a baixa pressão. Esboce num gráfico qual será o espectro da radiação após ela ter atravessado a amostra de sódio.
- Repita o raciocínio do item “c” para dois casos diferentes: no primeiro, imagine que a luz incidente sobre a amostra de sódio vem de uma lâmpada de sódio; no segundo, imagine que ela vem de uma lâmpada de mercúrio.
- A chamada “espectroscopia de absorção atômica” é uma técnica analítica amplamente utilizada. Em ciências forenses, por exemplo, ela pode ser aplicada na determinação da presença de resíduos de pólvora ou de metais pesados em casos de envenenamento. A figura abaixo mostra esquematicamente as partes que constituem um espectrômetro, com ênfase para a fonte de radiação, o atomizador (responsável por vaporizar e atomizar a amostra), o selecionador de comprimentos de onda (filtra e seleciona os comprimentos de onda que chegarão ao detector) e o detector. Com base nas suas respostas anteriores, explique que tipo de lâmpada deveria ser utilizada para determinar a presença de traços de mercúrio numa amostra de sódio. Que cuidados deveríamos tomar ao selecionar os comprimentos de onda que chegam ao detector?



34) O comprimento de onda de De Broglie de um elétron é de 28nm. Determine:

- o módulo de seu momento linear;
- sua energia cinética em Joule e em elétron-Volt.

- 35) Considere uma função de onda dada por  $\psi(x) = A \sin(kx)$ , onde  $k = 2\pi/\lambda$  e  $A$  é uma constante real.
- Para quais valores de  $x$  ocorre a probabilidade máxima de encontrar a partícula descrita por essa função de onda?
  - Para quais valores de  $x$  a probabilidade é nula?
- 36) Os raios dos núcleos dos átomos são da ordem de  $5,0 \times 10^{-15}$  m. Estime a incerteza mínima no momento linear de um próton quando ele está confinado no núcleo.
- 37) De acordo com a mecânica quântica, a natureza ondulatória das partículas faz com que partículas confinadas em uma caixa possuam apenas comprimentos de onda que resultam de ondas estacionárias na caixa, e as paredes da caixa são necessariamente nós dessas ondas.
- Mostre que um elétron confinado em uma caixa de comprimento  $L$  em uma dimensão possui níveis de energia dados por  $E_n = \frac{n^2 h^2}{8mL^2}$ .
  - Se um átomo de hidrogênio for imaginado como uma caixa em uma dimensão cujo comprimento seja igual ao raio de Bohr, qual será a energia (em elétron-volt) do nível mais baixo de energia do elétron?

## RESPOSTAS

- 2)  $J = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
- 6) a)  $3,6288 \times 10^6$  b)  $2,7557 \times 10^{-7}$
- 7)  $d = 0,803 \text{ kg/L}$ ;  $m = 16.131 \text{ kg}$
- 10) a) impossível b) possível c) talvez (???) d) impossível
- 11)  $3,8 \times 10^{24}$  átomos de H
- 12) 200 mol de átomos ou  $1,2 \times 10^{26}$  átomos
- 13) 1,02 mol
- 14) 0,054 mol de  $\text{NO}_2$  e 0,027 mol de  $\text{N}_2\text{O}_4$
- 16) Reagem 0,0197 mol de  $\text{I}_2$  e restam 3,71 g de Zn
- 17)  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_2$
- 18) 2 L
- 19) a) 3 atm
- 22)  $8,9 \times 10^5 \text{ C/kg}$
- 24)
- 25)
- 27) 4 min 20 s
- 28)  $\lambda = 0,35 \text{ m}$ ;  $E = 5,6 \times 10^{-25} \text{ J}$
- 29)  $d < c < a < b$
- 30) b) Será capaz de retirar elétrons somente do Na.
- 32) a)  $4 \rightarrow 3$  b)  $1 \rightarrow 4$  c) 102,6 nm (radiação UV) d) 1310 kJ/mol
- 34) a)  $2,4 \times 10^{-26} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  b)  $3,2 \times 10^{-22} \text{ J}$
- 35) a)  $x = \lambda/4 + n\lambda/2$  b)  $x = n\lambda/2$  ( $n = 0, 1, 2, \dots$ )
- 36)
- 37)