

QFL-1242, FÍSICO-QUÍMICA II

1ª Lista de Exercícios

- (a) A radiação na região do infravermelho (IR) é normalmente expressa em termos de número de onda ($\tilde{\nu} = 1/\lambda$). Um valor típico de $\tilde{\nu}$ desta radiação é 10^3 cm^{-1} . Calcule, ν , λ , e ε para radiação com $\tilde{\nu} = 10^3 \text{ cm}^{-1}$.

(b) A radiação na região do ultravioleta (UV) do espectro eletromagnético é normalmente descrita em termos de comprimento de onda, λ , expresso em Angstrom ($1\text{\AA} = 10^{-10}\text{m}$). Calcule, ν , ν e ε para radiação UV com $\lambda = 2000 \text{\AA}$.

(c) Além da radiação no IR, seguindo na direção de energias mais baixas, está a região de microondas. Nesta região a radiação é normalmente caracterizada por sua frequência, ν , expressa em unidades de megahertz (MHz), onde a unidade, Hz, é um ciclo por segundo. Uma frequência típica de microondas é $2 \times 10^4 \text{ MHz}$. Calcule ν , λ e ε para esta radiação.
- Calcule o valor do quantum de energia envolvido na excitação de (a) uma oscilação eletrônica de período 2,50 fs; (b) uma vibração molecular de período 2,21 fs; (c) um pêndulo de relógio com período 1,0 ms. Expresse os resultados em J e em kJ mol^{-1} .
- Em qual comprimento de onda ocorre o máximo na função distribuição de densidade de energia para um corpo negro a $T = 300 \text{ K}$, 3000 K e 10000 K ?
- Em 1983, um satélite detectou uma nuvem de partículas sólidas ao redor da estrela Vega, radiando com um comprimento de onda máximo igual a $32 \text{ }\mu\text{m}$. Qual é a temperatura desta nuvem de partículas?

- A partir da equação de Planck

$$\rho(\nu, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{\nu^3}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

mostre que a lei de Stefan Boltzmann é válida. (Dica: Faça $x = h\nu/kT$ e use a integral

$$\int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}).$$

- A função trabalho do rubídio metálico é 2,09 eV. Calcule a energia cinética e a velocidade dos elétrons emitidos pela ação de luz com comprimento de onda de (a) 700 nm e (b) 195 nm.
- Em uma experiência com fotoelétrons excitados por raios X, observa-se que um fóton de 150 pm provoca a emissão de um elétron de camada interna de um átomo, que é ejetado com a velocidade de $21,4 \text{ Mm s}^{-1}$. Calcule a energia de ligação do elétron.
- Alguns valores de energia cinética do elétron ejetado em função do comprimento de onda da radiação incidente para o efeito fotoelétrico do sódio metálico são:

λ / nm	100	200	300	400	500
KE/ eV	10,1	3,94	1,88	0,842	0,222

A partir desses dados, obtenha graficamente o valor da constante de Planck, h , e da função trabalho, ϕ , do sódio.

9. Calcule o comprimento de onda e a energia do fóton associado ao limite da série de Lyman.
10. (a) Derive a fórmula de Bohr para transição de valor de energia, ν em função do número atômico Z .
 (b) A série no espectro do He^+ que corresponde ao conjunto de transições envolvendo elétrons a partir de níveis superiores para o nível $n = 4$ é conhecida como série de Pickering, sendo muito importante em astronomia solar. Obtenha a fórmula para os comprimentos de onda das linhas observadas nesta série. Em qual região do espectro eletromagnético ela ocorre?
11. Calcule o comprimento de onda de de Broglie para (a) um elétron com energia cinética de 100 eV; (b) um próton com energia cinética de 100 eV e (c) um elétron da primeira órbita de Bohr de um átomo de hidrogênio.
12. Há também um princípio da incerteza relacionado à energia e tempo:

$$\Delta E \Delta t \geq h$$
 (a) Mostre que ambos os lados da expressão possuem mesma unidade.
 (b) Uma aplicação deste princípio está relacionada à energia e tempo de vida de estados excitados de átomos e moléculas. Sendo assim, (i) se o tempo de vida de um estado excitado é de 1 ns, qual a incerteza associada à sua energia? (ii) Já um decaimento nuclear leva à emissão de raios γ , e o tempo de vida de um estado excitado de um núcleo é da ordem de 1ps. Qual a incerteza na energia do raio γ produzido?
13. A velocidade de um elétron é de 995 km s^{-1} . Se a incerteza no seu momento for reduzida a 0,0010% que incerteza se pode tolerar na sua posição?
14. Determine se os seguintes pares de operadores $\hat{A}$ e $\hat{B}$ comutam ou não.

$\hat{A}$	$\hat{B}$
$\frac{d}{dx}$	$\frac{d^2}{dx^2} + 2 \frac{d}{dx}$
x	$\frac{d}{dx}$
SQR	SQRT
$x^2 \frac{d}{dx}$	$\frac{d^2}{dx^2}$

15. Mostre que as combinações lineares $\hat{A} + i\hat{B}$ e $\hat{A} - i\hat{B}$ não são hermitianas se os operadores $\hat{A}$ e $\hat{B}$ são operadores hermitianos.
16. Identifique quais, entre as funções seguintes, são autofunções do operador $\frac{d}{dx}$: (a) e^{ikx} ; (b) $\cos kx$; (c) k ; (d) kx ; (e) $e^{-\alpha x^2}$. Nos casos apropriados, dê o autovalor correspondente.
17. Determine se os seguintes operadores são lineares ou não.
 (a) $\hat{A}f(x) = [f(x)]^2$

(b) $\hat{A}f(x) = f * (x)$

(c) $\hat{A}f(x) = 0$

(d) $\hat{A}f(x) = [f(x)]^{-1}$

(e) $\hat{A}f(x) = f(0)$

(f) $\hat{A}f(x) = \ln f(x)$

Sugestões:

- <http://demonstrations.wolfram.com/BlackbodyRadiation/>
- <http://demonstrations.wolfram.com/WaveParticleDualityInTheDoubleSlitExperiment/>
- <http://demonstrations.wolfram.com/ThePhotoelectricEffect/>
- <http://demonstrations.wolfram.com/ElectronWavesInBohrAtom/>