

Elementos de Física

7^a aula

21 DEZ 2018

Prática Numérica Grupo III- PNB

Sumário:

Problemas sobre Física Quântica e Radioatividade.

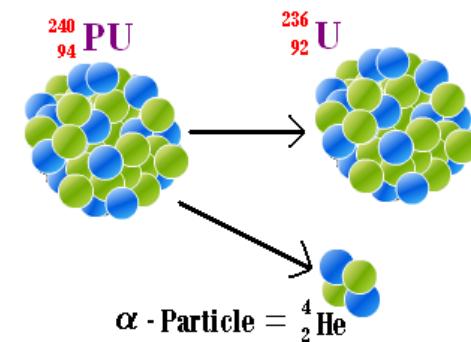
Bibliografia:

Serway, 9^a ed.: cap. 40, 42 e secções 44.4, 44.5 e 44.6

Cap. 6 radioatividade

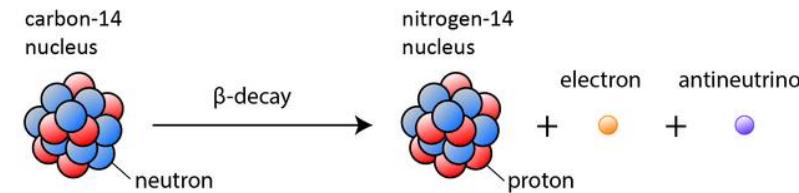
Decaimento radioativo de um núcleo atómico:

Desintegração espontânea de um núcleo noutro núcleo de menor massa acompanhado por emissão de partículas, radiação eletromagnética, ou ambos.



Se uma amostra tiver N núcleos radiativos, este número diminui com o tempo

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$



assim como o número de desintegrações / tempo
(atividade)

$$a = a_0 e^{-\lambda t}$$

$$a_0 = N_0 \lambda$$

Unidade: 1 desintegração/s = Bq
 $\text{Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$

Problema 2 (Serway, 9^aed., exemplo 44.6)

Uma amostra do isótopo ^{131}I , cujo tempo de meia vida é de 8,04 dias, apresenta uma atividade de 5 mCi, na altura em que sai do laboratório onde foi preparada.

Quando é recebida num laboratório médico, a atividade é de 4,2 mCi. Que tempo decorreu entre a saída da fábrica e a chegada ao laboratório?

Formulário:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$a = \left| \frac{dN}{dt} \right| = N_0 \lambda e^{-\lambda t}$$

$$a = a_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

Problema 3

Num dado instante dispõe-se de uma amostra A, constituída por uma fonte radioativa de 100 mCi, com um tempo de meia vida de 10s, e de uma amostra B, constituída por outra fonte radioativa de 5 mCi, com o tempo de meia vida de 6 h.

Passado um dia, qual das amostras apresenta maior atividade?

Formulário:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$a = \left| \frac{dN}{dt} \right| = N_0 \lambda e^{-\lambda t}$$

$$a = a_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

Problema 4 (Serway, 9^aed., exemplo 44.9)

Um pedaço de carvão de 25 g de massa é encontrado nas ruínas de uma cidade antiga.

A amostra apresenta uma atividade de ^{14}C de 250 decaimentos/min.

Há quanto tempo morreu a árvore de onde provém este bocado de carvão?

Assuma que a fração de $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ no meio ambiente é $1,3 \times 10^{-12}$.

Formulário:

$$N = N_0 e^{-\lambda t}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$a = \left| \frac{dN}{dt} \right| = N_0 \lambda e^{-\lambda t}$$

$$a = a_0 e^{-\lambda t}$$

$$\text{Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

Formulário:

$$E = m c^2$$

$$\lambda_n = \frac{h}{p_n}$$

$$E = h f - W$$

$$\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)$$

$$E_n = - \frac{mk^2Z^2e^4}{2\hbar^2} \frac{1}{n^2} = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2}$$

1. Energia de um feixe de luz é a soma de quantidades discretas de energia:
quanta de energia hf (pacotes de energia).

2. Efeito fotoelétrico:

Colisão de um fotão com um único eletrão existente num metal,
para o qual o fotão transfere toda a sua energia.

O fotão incidente no metal tem energia hf

O eletrão no metal tem energia inferior a um limiar $-W$,
em que W , a função trabalho, é a energia mínima para extrair um eletrão do metal
e ficar livre.

Conservação de energia

$$hf - E^{\text{eletrão no metal}} = E^{\text{eletrão}}_{\text{cinética}}$$

Temos: $E^{\text{eletrão no metal}} \leq W$

$$E^{\text{eletrão}}_{\text{cinética}} \leq hf - W$$

3. Efeito de Compton

Problema 1

Um feixe de laser vermelho ($\lambda = 630 \text{ nm}$) de um ponteiro tem uma potência de 3 mW.

- Quantos fotões são emitidos por segundo?
- Exprima a energia de cada fotão em eletrônes-volt.

A intensidade máxima da radiação solar (incidência perpendicular) quando atinge a Terra é cerca de 10^3 W/m^2 , sendo o comprimento de onda médio cerca de 550 nm.

- Quantos fotões atingem a superfície da Terra por m^2 e por segundo?
- Compare com o feixe laser, supondo que tem diâmetro de 1mm.

Formulário:

$$e = 1,602176208 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ eV} = 1,602176208 \times 10^{-19} \text{ C} \times 1 \text{ V} = 1,602176208 \times 10^{-19} \text{ C} \cdot \text{V}$$

$$\Rightarrow 1 \text{ eV} = 1,602176208 \times 10^{-19} \text{ J}$$

1. Energia de um feixe de luz é a soma de quantidades discretas de energia:
quanta de energia hf (pacotes de energia).

3. Efeito de Compton

Luz de comprimento de onda λ_0 incide num alvo de grafite.

O alvo dispersa a luz em todas as direções
(indicadas por θ , o ângulo que faz com a direção de incidência)
Com um comprimento de onda $\lambda'(\theta)$

$$\lambda' - \lambda_0 = 0,00243 (1 - \cos \theta) \text{ nm}$$

Os resultados experimentais são explicados como
uma colisão elástica de um fotão-eletrão livre,
em que há conservação de energia e de momento linear.

$$\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)$$

$$\frac{h}{mc} = 2.4263102367 \times 10^{-12} \text{ m.}$$

$$\text{Momento linear do fotão: } p = \frac{h}{\lambda}$$

Problema 6

Numa experiência de efeito Compton, observa-se que o comprimento de onda dos fotões varia 1,5% quando, após a interação da radiação incidente com o alvo, são detetados fotões a um ângulo de 120° .

- Qual o comprimento de onda do feixe incidente?
- Qual o comprimento de onda dos fotões detetados a 75° ?
- Qual a energia dos fotões detetados a 90° ?

Formulário:

$$\lambda' - \lambda_0 = \frac{h}{mc} (1 - \cos \theta)$$

$$\frac{h}{mc} = 2.4263102367 \times 10^{-12} \text{ m}$$

1. Eletrão à volta do núcleo apresenta-se em estados estacionários em que não emite radiação eletromagnética. Em cada estado estacionário tem a energia total

$$E_n = - \frac{mk^2Z^2e^4}{2\hbar^2} \frac{1}{n^2} = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2}, \quad n = 1, 2, 3, \dots$$

2. O átomo emite radiação eletromagnética, de fotão de frequência f , quando transita de um estado estacionário, de energia E_i , para outro de energia inferior, E_f . A frequência f é tal que

$$hf = E_i - E_f$$

3. Estado Fundamental:

Eletrão no estado estacionário de energia mínima $E_1 = -13.6 \text{ eV}$:

4. Estado excitado:

Eletrão no estado estacionário de energia superior a à energia mínima

5. O Modelo de Bohr é aplicado ao sistema

eletrão-protão

protão: carga elétrica positiva ($Z=1$) e massa (m)

eletrão: carga elétrica negativa e massa

Outros sistemas com a mesma natureza:

eletrão – núcleo atómico (ex: He^+ , $Z=2$ e massa ~ 4 massa protão)

eletrão – muão

(antimuão:

anti-partícula de carga elétrica $+e$ e massa ~ 0.1 massa protão)

$$E_n = - \frac{mk^2Z^2e^4}{2\hbar^2} \frac{1}{n^2}$$

Problema 9

O modelo atómico de Bohr para o átomo de hidrogénio pode ser compreendido considerando que o eletrão se move em torno do protão em órbitas circulares de raio R . Os estados estacionários possíveis são determinados por uma condição de “ressonância”, em que o perímetro é um múltiplo do comprimento de onda do eletrão.

Considere um sistema análogo em que uma partícula está confinada a uma circunferência de raio R .

a) Determine os valores possíveis para níveis de energia (cinética) da partícula.

Suponha que a partícula é um eletrão e $R=0,50\text{ nm}$.

b) Determine as energias dos 3 estados de mais baixa energia, exprimindo o resultado em eV.

c) Determine os comprimentos de onda do eletrão nesses três estados.

d) Determine a frequência do fotão emitido

quando um eletrão transita do 2º estado excitado para o estado fundamental.