

Exercicios autoavaliables (2)

1. Calcula, recordando as leis da emisión de radiación do corpo negro:

- O intervalo de variación da lonxitude de onda correspondente á intensidade máxima de emisión, para un intervalo de variación de temperatura comprendido entre 5000 K e 10000 K.
- O intervalo de temperatura a que debe quentarse o corpo negro de modo que a lonxitude de onda á cal a súa emisión é máxima estea no intervalo visible ($0,36 \mu\text{m}$ - $0,78 \mu\text{m}$).
- ¿A que temperatura debe estar o corpo negro para emitir 1 kW/m^2 ?

2. Un metal desprende electróns a unha velocidade de 1000 ms^{-1} ó recibir luz dunha lonxitude de onda de 400 nm . Calcula:

- o traballo de extracción.
- a enerxía cinética máxima dos electróns.

Datos: $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

3. Cando a superficie de tungsteno limpa é iluminada por unha luz de 2000 Å , requírese un potencial de $1,68 \text{ V}$ para frear a emisión de electróns. Cando a luz é de 1500 Å , o potencial requirido é de $3,74 \text{ V}$. Determina, a partir destes datos, o valor da constante de Planck.

Datos: $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

4. Cal é a lonxitude de onda máis corta da serie de Lyman? E a de Balmer?

Dato: $R = 109677,6 \text{ cm}^{-1}$

5. Cal sería a lonxitude de onda asociada a unha pelota de 60 g que se movera cunha velocidade de 40 m/s ?

Dato: $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

6. O diámetro nuclear dun átomo é de 10^{-14} m ; cal é a enerxía cinética mínima que pode ter un protón que se encontre no seu interior?

Datos: $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

7. Ao excitar un átomo de hidróxeno, o seu electrón pasa a outro nivel enerxético e absorbe 15 eV . Calcula a frecuencia e lonxitude de onda da radiación emitida cando volve ó seu estado fundamental.

Datos: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

8. Un foco emite luz amarela de 590 nm de lonxitude de onda.

- Cal é frecuencia da luz?
- Cal é a enerxía de cada fotón?

Dato: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

Solucións**1.**a) Aplicando a lei de Wien; $\lambda_{\text{máx}} T = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$

$$\lambda_{\text{máx}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{5000} = 5,8 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,58 \mu\text{m}; \lambda'_{\text{máx}} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{10000} = 2,9 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0,29 \mu\text{m}$$

b) Aplicando de novo a lei do desprazamento de Wien:

$$T_1 = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{0,36 \cdot 10^{-6}} = 8055 \text{ K} \quad T_2 = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{0,78 \cdot 10^{-6}} = 3718 \text{ K}$$

c) Usando a lei de Stefan-Boltzmann, $P = \sigma T^4 S$:

$$T = \left(\frac{1 \cdot 10^3}{5,67 \cdot 10^{-8}} \right)^{1/4} = 364,4 \text{ K}$$

2.

a) A ecuación básica do efecto fotoeléctrico é

$$hf = W + \frac{1}{2} m_e v_{\text{máx}}^2$$

Por tanto, despregando W (traballo de extracción) da ecuación anterior, e aplicando $c = \lambda f \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda}$, xa que o dato que nos dá o problema é a lonxitude de onda da radiación incidente, obtemos que

$$W = 4,97 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b) A enerxía cinética máxima calcúlase a partir de $E_{c,\text{máx}} = \frac{1}{2} m_e v_{\text{máx}}^2$, obtendo

$$E_{c,\text{máx}} = 4,55 \cdot 10^{-25} \text{ J}$$

3.

Escribindo a ecuación de Einstein para o efecto fotoeléctrico, obtemos:

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2} m_e v_{\text{máx}}^2$$

Como $\frac{1}{2} m_e v_{\text{máx}}^2 = eV$ podemos escribir a ecuación, para os dous casos citados no enunciado, da seguinte forma:

$$hf_1 = hf_0 + eV_1$$

$$hf_2 = hf_0 + eV_2$$

Ó tratarse do mesmo metal, a enerxía umbral, hf_0 , é tamén a mesma en ambos casos.

Se restamos a primeira ecuación á segunda, obtemos:

$$h(f_2 - f_1) = e(V_2 - V_1)$$

Polo que:

$$h = \frac{e(V_2 - V_1)}{f_2 - f_1}$$

Tendo en conta que $f = \frac{c}{\lambda}$:

$$f_1 = \frac{c}{\lambda_1} = \frac{3 \cdot 10^8}{2000 \cdot 10^{-10}} = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = \frac{3 \cdot 10^8}{1500 \cdot 10^{-10}} = 2 \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

e substituíndo, obtemos:

$$h = 6,60 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

4.

A menor lonxitude de onda da serie é aquela que corresponde á transición electrónica de maior enerxía. Por tanto, se o valor de n_1 da serie de Lyman é 1, a transición electrónica de maior enerxía sería aquela na que $n_2 = \infty$.

Así pois, usando a expresión xeral de Rydberg e Ritz, co valor de n_2 citado e $R = 109677,6 \text{ cm}^{-1}$, obtemos:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} \right) = 109677,6 \text{ cm}^{-1}$$

Polo que:

$$\lambda = 9,12 \cdot 10^{-6} \text{ cm} = 91,2 \text{ nm}$$

No caso da de Balmer, $n_1 = 2$; por tanto:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} \right) = 27419,4 \text{ cm}^{-1}$$

Polo que:

$$\lambda = 3,65 \cdot 10^{-5} \text{ cm} = 364,7 \text{ nm}$$

5.

A lonxitude de onda asociada será:

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,626 \cdot 10^{-34}}{60 \cdot 10^{-3} \cdot 40} = 2,76 \cdot 10^{-34} \text{ m}$$

É unha lonxitude de onda extremadamente pequena.

6.

O principio de incerteza de Heisenberg permitíranos calcular a indeterminación mínima posible do momento lineal do protón. Con este valor estamos en condicións de calcular a enerxía cinética mínima que corresponde a dito momento lineal.

Asumiremos que a indeterminación posible na posición do protón é, xustamente, o tamaño do núcleo. É dicir:

$$\Delta x = 10^{-14} \text{ m}$$

Aplicando o principio de indeterminación, obtemos:

$$\Delta p = \frac{h}{2\pi\Delta x} = 1,055 \cdot 10^{-20} \text{ kg m/s}$$

Dito valor pode considerarse o valor mínimo do momento lineal do protón no interior do núcleo. É dicir:

$$p_{\min} = 1,055 \cdot 10^{-20} \text{ kg m/s}$$

Si temos en conta que:

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} \frac{p^2}{m}$$

Substituíndo os valores na expresión anterior:

$$E_{c,\min} = \frac{(1,055 \cdot 10^{-20} \text{ kg m/s})^2}{2 \cdot 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 3,326 \cdot 10^{-14} \text{ J}$$

7.

Primeiro escribimos a enerxía no S.I.

$$E = 151,6 \cdot 10^{-19} = 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

Agora podemos calcular a lonxitude de onda mediante a expresión:

$$E = hf = h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow 2,4 \cdot 10^{-18} = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{2,4 \cdot 10^{-18}} = 8,3 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

Así pois, a frecuencia será $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{8,3 \cdot 10^{-8}} = 3,6 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$

8.-

Tendo en conta que $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ a frecuencia será $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{590 \cdot 10^{-9}} = 5,1 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$

A enerxía de cada fotón:

$$E = hf = 6,626 \cdot 10^{-34} \cdot 5,1 \cdot 10^{14} = 3,4 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad E = 151,6 \cdot 10^{-19} = 2,4 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$