

Entre la **física conceptual**  
y la **física aplicada**

Método **IDEA**

EL ÁTOMO Y EL  
CUANTO  
1º DE BACHILLERATO

Félix A. Gutiérrez Múzquiz

# Contenidos

<b>1. EFECTO FOTOELÉCTRICO</b>	... 3
<b>2. EL ÁTOMO DE BOHR</b>	... 6
<b>3. PARTÍCULAS COMO ONDAS</b>	... 9

## 1. EFECTO FOTOELÉCTRICO

### 1. Los inicios de la revolución cuántica

Lee el siguiente texto con atención y contesta a las preguntas que más abajo se hacen.

[a] ¿Qué suposición hizo Planck para poder explicar la radiación del cuerpo negro?

[b] ¿Cuál es la aportación de Einstein respecto a la naturaleza de la luz?

[c] ¿Qué significa decir que una magnitud está cuantizada?

[d] ¿En qué puede diferenciarse un fotón de otro?

[e] ¿Qué quiere decir que la luz presenta una dualidad onda-fotón?

### 2. Tengo un fotón amarillo

[a] La luz amarilla de las lámparas de sodio, como las que iluminan nuestras calles, tiene una frecuencia de aproximadamente  $5,0 \cdot 10^{14}$  Hz. Calcula la energía de un fotón amarillo. Compárala con la energía de un fotón de rayos X de frecuencia  $1,2 \cdot 10^{19}$  Hz.

[b] La luz roja emitida por un gas consta de fotones, cada uno de los cuales tiene una energía de  $3,0 \cdot 10^{-19}$  J. Halla la frecuencia de dicha luz.

[c] ¿Cuál estará más caliente, una estrella azulada como Rigel o una rojiza como Betelgeuse? Ambas están en la constelación de Orión.

{DATO:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s}

### 3. Los electrones más rápidos

El trabajo de extracción de los fotoelectrones en el potasio es de 2,0 eV. Sobre este metal incide luz de  $3,6 \cdot 10^{-7}$  m de longitud de onda.

[a] Halla el valor del potencial de frenado de los electrones emitidos.

[b] Calcula la energía cinética y la velocidad de los más rápidos electrones liberados.

{DATOS:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J;  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg}

### 4. Abundantes electrones

Un haz de luz monocromática uniforme de  $4,0 \cdot 10^{-7}$  m de longitud de onda incide sobre un material cuyo trabajo de extracción es de 2,0 eV. El haz tiene una intensidad de  $3,0 \cdot 10^{-9}$  W/m<sup>2</sup>.

[a] Calcula el número de electrones emitidos por m<sup>2</sup> y por s.

[b] Halla la energía cinética de los fotoelectrones.

{DATOS:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J}

## 5. Estudio experimental

Al iluminar cierta superficie metálica con luz de diferentes longitudes de onda, se obtienen los potenciales de frenado de los fotoelectrones que se muestran en la tabla siguiente.

[a] Representa gráficamente el potencial de frenado frente a la frecuencia de la luz.

[b] A partir de dicho gráfico determina la frecuencia umbral, el trabajo de extracción y el cociente  $h/|e|$ .

$\lambda$ ( $\cdot 10^{-7}$ m)	$V_0$ (V)	
3,66	1,48	
4,05	1,15	
4,36	0,93	
4,92	0,62	
5,46	0,36	
5,79	0,24	

## 6. La longitud de onda umbral

Cuando una superficie de cobre se ilumina con una radiación de  $2537 \text{ \AA}$  de longitud de onda, producida por un arco de mercurio, el valor del potencial de frenado resulta ser  $0,24 \text{ V}$ .

[a] Determina el trabajo de extracción.

[b] ¿Cuál es el valor de la longitud de onda umbral para el cobre?

{DATOS:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $|e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ }

## 2. EL ÁTOMO DE BOHR

### 1. Energía de los niveles

Los niveles energéticos para el átomo de hidrógeno, de acuerdo con el modelo de Bohr, están dados por la expresión:  $E = -R'/n^2$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) con  $R' = 2,172 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ .

[a] Calcula la energía del estado fundamental ( $n=1$ ) del átomo de hidrógeno. Expresa el resultado en electronvoltios (eV).

[b] ¿Qué nivel tiene más energía, el correspondiente a  $n=5$  o el correspondiente a  $n=3$ ?

{DATO:  $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ }

### 2. Las cuatro rayas de Balmer

Las cuatro primeras rayas de la serie de Balmer en el espectro del átomo de hidrógeno tienen, respectivamente las frecuencias  $4,57 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ,  $6,17 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ ,  $6,91 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$  y  $7,31 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . ¿A qué salto del electrón corresponden?

{DATO:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ }

### 3. Las líneas del espectro

Las líneas del espectro visible del átomo de hidrógeno corresponden a las energías emitidas por los electrones que saltan desde niveles superiores al nivel  $n=2$ .

[a] Si los electrones vuelven al nivel  $n=1$ , ¿cómo serían las frecuencias de las líneas del espectro, mayores o menores? ¿En qué zona del espectro electromagnético aparecerán?

[b] ¿Y si los electrones excitados vuelven al nivel  $n=3$ ?

[c] ¿Cuál sería el máximo número de líneas que tendría el espectro electromagnético si fueran seis los niveles energéticos permitidos para el átomo de hidrógeno?

### 4. La longitud de onda más larga

¿En cuál de los siguientes saltos electrónicos el fotón emitido tiene la longitud de onda más larga?

[a] Desde  $n=3$  hasta  $n=1$ .

[b] Desde  $n=5$  hasta  $n=2$ .

[c] Desde  $n=4$  hasta  $n=3$ .

[d] Desde  $n=6$  hasta  $n=4$ .

Indica también a qué zona del espectro electromagnético corresponden los fotones emitidos.

{DATOS:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ ;  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ }

## 5. Buscando transiciones

Con técnicas apropiadas se puede encontrar las siguientes rayas del espectro del átomo de hidrógeno:  $2,47 \cdot 10^{15}$  Hz,  $3,14 \cdot 10^{14}$  Hz y  $7,40 \cdot 10^{13}$  Hz. Determina los valores de los números cuánticos principales que intervienen en cada una de las correspondientes transiciones electrónicas.

$$\{DATO: h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}\}$$

## 6. Absorción en el potasio

La energía del primer estado excitado del potasio es  $E_2 = 1,62$  eV por encima del estado fundamental  $E_1$ , el cual consideramos que tiene energía nula. El potasio posee también los niveles energéticos  $E_3 = 2,61$  eV y  $E_4 = 3,07$  eV.

[a] ¿Cuál es el valor de la longitud de onda más larga que puede ser absorbida por el potasio en su estado fundamental?

[b] Calcula la longitud de onda de la radiación emitida en las transiciones: desde  $E_4$  hasta el estado fundamental y desde  $E_4$  hasta  $E_3$ .

$$\{DATOS: h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}; c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}; 1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}\}$$



### 3. PARTÍCULAS COMO ONDAS

#### 1. Cuestiones previas

- [a] ¿Tienen las partículas propiedades ondulatorias?
- [b] Cuando aumenta la rapidez de una partícula, ¿aumenta o disminuye la longitud de onda asociada?
- [c] ¿De cuál de los dos modelos siguientes es prueba la difracción de un haz de electrones: del modelo corpuscular o del modelo ondulatorio?

#### 2. La bala y los electrones

- [a] Calcula la longitud de onda de De Broglie de una bala de 10,0 g que se mueve con una rapidez de 680 m/s.
- [b] Haz el mismo cálculo para un electrón, de masa  $9,10 \cdot 10^{-31}$  kg , que viaja con una rapidez que es el 5 % de la rapidez de la luz.
- {DATOS:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s;  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m/s}

### 3. Un electrón acercándose

Se deja en libertad un electrón a una distancia muy grande de un protón.

[a] Calcula el valor del momento lineal del electrón cuando se encuentra a 1,00 m del protón y cuando está a  $5,00 \cdot 10^{-11}$  m del protón (esta distancia es del orden de magnitud del radio de la órbita de un electrón en el estado fundamental de un átomo de hidrógeno).

[b] ¿Cuál es la longitud de onda del electrón en las dos posiciones anteriores?

{DATOS:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s;  $m_{\text{electrón}} = 9,10 \cdot 10^{-31}$  kg;  $|e| = 1,60 \cdot 10^{-19}$  C}

### 4. Las circunstancias del electrón

Calcula la longitud de onda de De Broglie para un electrón en los siguientes casos:

[a] Tiene una energía cinética de 250 eV.

[b] Es acelerado mediante una diferencia de potencial de  $1,00 \cdot 10^5$  V.

{DATOS:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s;  $m_e = 9,10 \cdot 10^{-31}$  kg;  $|e| = 1,60 \cdot 10^{-19}$  C;  $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19}$  J}