

## Física del siglo XX

[Método y recomendaciones](#)

### ◇ PROBLEMAS

#### ● Efecto fotoeléctrico

- Al iluminar un metal con luz de frecuencia  $2,5 \cdot 10^{15}$  Hz se observa que emite electrones que pueden detenerse al aplicar un potencial de frenado de 7,2 V. Si la luz que se emplea con el mismo fin es de longitud de onda en el vacío  $1,78 \cdot 10^{-7}$  m, dicho potencial pasa a ser de 3,8 V. Determina:  
a) El valor de la constante de Planck.  
b) El trabajo de extracción del metal.  
Datos:  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $c = 3 \cdot 10^8$  m·s<sup>-1</sup>. (A.B.A.U. extr. 22)  
**Rta.:** a)  $h = 6,7 \cdot 10^{-34}$  J·s; b)  $W_e = 5 \cdot 10^{-19}$  J.
- En una célula fotoeléctrica, el cátodo se ilumina con una radiación de longitud de onda  $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$  m.  
a) Estudia si la radiación produce efecto fotoeléctrico, considerando que el trabajo de extracción corresponde a una frecuencia de  $7,0 \cdot 10^{14}$  Hz.  
b) Calcula la velocidad máxima de los electrones arrancados y la diferencia de potencial que hay que aplicar entre ánodo y cátodo para que se anule la corriente fotoeléctrica.  
DATOS:  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg;  $c = 3 \cdot 10^8$  m·s<sup>-1</sup>;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s. (A.B.A.U. ord. 22)  
**Rta.:** b)  $v = 6,6 \cdot 10^5$  m/s;  $V = 1,24$  V.
- Se ilumina un metal con luz monocromática de una cierta longitud de onda. Si el trabajo de extracción es de  $4,8 \cdot 10^{-19}$  J y el potencial de frenado es de 2,0 V, calcula:  
a) La velocidad máxima de los electrones emitidos.  
b) La longitud de onda de la radiación incidente.  
c) Representa gráficamente la energía cinética máxima de los electrones emitidos en función de la frecuencia de la luz incidente.  
DATOS:  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s<sup>-1</sup>;  $c = 3 \cdot 10^8$  m·s<sup>-1</sup>. (A.B.A.U. extr. 19)  
**Rta.:** a)  $v = 8,4 \cdot 10^5$  m/s; b)  $\lambda = 250$  nm.
- El trabajo de extracción para el sodio es de 2,50 eV. Calcula:  
a) La longitud de onda de la radiación que debemos usar para que la velocidad máxima de los electrones emitidos sea de  $1,00 \cdot 10^7$  m·s<sup>-1</sup>.  
b) El potencial de frenado.  
c) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos por el metal con velocidad máxima.  
Datos:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$  J·s;  $c = 3 \cdot 10^8$  m·s<sup>-1</sup>;  $|q(e)| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $1 \text{ nm} = 10^{-9}$  m;  $m(e) = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg. (A.B.A.U. extr. 18)  
**Rta.:** a)  $\lambda = 4,33$  nm; b)  $V = 284$  V; c)  $\lambda_B = 72,9$  pm.
- Una radiación monocromática que tiene una longitud de onda de 600 nm penetra en una célula fotoeléctrica de cátodo de cesio cuyo trabajo de extracción es  $3,2 \cdot 10^{-19}$  J. Calcula:  
a) La longitud de onda umbral para el cesio.  
b) La energía cinética máxima de los electrones emitidos.  
c) El potencial de frenado.  
DATOS:  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  J·s;  $c = 3 \cdot 10^8$  m·s<sup>-1</sup>;  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C;  $1 \text{ nm} = 10^{-9}$  m (A.B.A.U. ord. 18)  
**Rta.:** a)  $\lambda_0 = 621$  nm; b)  $E_c = 1,1 \cdot 10^{-20}$  J; c)  $V = 0,069$  V.

#### ● Desintegración radiactiva

- Marie Curie recibió el Premio Nobel de Química en 1911 por el descubrimiento del radio. Si se hubiesen guardado ese año en su laboratorio 2,00 g de radio-226, calcula:  
a) La cantidad de radio que quedaría y la actividad de la muestra en la actualidad.

b) Los años que pasarían hasta que la muestra de radio se redujese al 1 % de su valor inicial.  
 DATOS:  $N_A = 6,02 \times 10^{23}$  partículas·mol<sup>-1</sup>; tiempo de semidesintegración del radio =  $1,59 \times 10^3$  años.

(A.B.A.U. ord. 24)

**Rta.:** a)  $m = 1,90$  g;  $A = 7,01 \cdot 10^{10}$  Bq; b)  $t = 1,06 \cdot 10^4$  años.

2. El  $^{210}_{82}\text{Pb}$  se transforma en polonio al emitir dos partículas beta y posteriormente, por emisión de una partícula alfa, se obtiene plomo.  
 a) Escribe las reacciones nucleares descritas.  
 b) El periodo de semidesintegración del  $^{210}_{82}\text{Pb}$  es de 22,3 años. Si teníamos inicialmente 3 moles de átomos de ese elemento y han transcurrido 100 años, calcula el número de núcleos radiactivos que quedan sin desintegrar y la actividad inicial de la muestra.

DATO:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>.

(A.B.A.U. ord. 23)

**Rta.:** a)  $^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^{210}_{83}\text{Bi} + ^0_{-1}\text{e} \rightarrow ^{210}_{84}\text{Po} + ^0_{-1}\text{e} \rightarrow ^{206}_{82}\text{Pb} + ^4_2\text{He}$ ; b)  $N = 8,07 \cdot 10^{22}$  núcleos;  $A_0 = 1,78 \cdot 10^{15}$  Bq.

3. En un laboratorio se reciben 100 g de un isótopo desconocido. Transcurridas 2 horas se ha desintegrado el 20 % de la masa inicial del isótopo. Calcula:  
 a) La constante radiactiva.  
 b) El período de semidesintegración del isótopo y la masa que queda del isótopo original transcurridas 20 horas.

(A.B.A.U. ord. 21)

**Rta.:** a)  $\lambda = 3,10 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1} = 0,112 \text{ h}^{-1}$ ; b)  $T_{1/2} = 6 \text{ h } 13 \text{ min}$ ;  $m = 10,7$  g.

4. En una cueva se encuentran restos orgánicos y al realizar la prueba del carbono-14 se observa que la actividad de la muestra es de  $10^6$  desintegraciones/s. Sabiendo que el período de semidesintegración del carbono-14 es de 5730 años, calcula:  
 a) La masa inicial de la muestra.  
 b) La masa de la muestra cuando transcurran 4000 años.

DATOS:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>;  $A(^{14}\text{C}) = 14$ .

(A.B.A.U. ord. 20)

**Rta.:** a)  $m_0 = 6,06$  µg; b)  $m = 3,74$  µg.

5. El  $^{131}\text{I}$  es un isótopo radiactivo que se utiliza en medicina para el tratamiento del hipertiroidismo. Su periodo de semidesintegración es de 8 días. Si inicialmente se dispone de una muestra de 20 mg de  $^{131}\text{I}$ :  
 a) Calcula la masa que queda sin desintegrar después de estar almacenada en un hospital 50 días.  
 b) Representa en una gráfica, de forma cualitativa, la variación de la masa en función del tiempo.  
 c) ¿Cuál es la actividad inicial de 2 mg de  $^{131}\text{I}$ ?

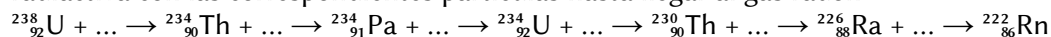
DATO:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>.

(A.B.A.U. ord. 18)

**Rta.:** a)  $m = 0,263$  mg; c)  $A = 9,22 \cdot 10^{12}$  Bq.

6. En 2012 se encontró en el Sáhara un meteorito que contenía restos de U-238. Sabemos que en el momento de su formación había una concentración de  $5,00 \cdot 10^{12}$  átomos de U-238 por cm<sup>3</sup>, mientras que en la actualidad a concentración medida es de  $2,50 \cdot 10^{12}$  átomos de U-238 por cm<sup>3</sup>. Si el tiempo de semidesintegración de este isótopo es de  $4,51 \cdot 10^9$  años, determina:  
 a) La constante de desintegración del U-238.  
 b) La edad del meteorito.

c) Sabiendo que el gas radón resulta de la desintegración del U-238. completa la siguiente serie radiactiva con las correspondientes partículas hasta llegar al gas radón:



(A.B.A.U. extr. 17)

**Rta.:** a)  $\lambda = 4,87 \cdot 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ ; b)  $t = 4,51 \cdot 10^9$  años; c)  $^{238}_{92}\text{U} \xrightarrow{\alpha} ^{234}_{90}\text{Th} \xrightarrow{\beta} ^{234}_{91}\text{Pa} \xrightarrow{\beta} ^{234}_{92}\text{U} \xrightarrow{\alpha} ^{230}_{90}\text{Th} \xrightarrow{\alpha} ^{226}_{88}\text{Ra} \xrightarrow{\alpha} ^{222}_{86}\text{Rn}$ .

7. El periodo de semidesintegración del  $^{90}_{38}\text{Sr}$  es 28 años. Calcula:  
 a) La constante de desintegración radiactiva expresada en s<sup>-1</sup>.  
 b) La actividad inicial de una muestra de 1 mg.  
 c) El tiempo necesario para que esa muestra se reduzca a 0,25 mg.

Datos:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>; masa atómica del  $^{90}_{38}\text{Sr} = 90$  g·mol<sup>-1</sup>.

(A.B.A.U. ord. 17)

**Rta.:** a)  $\lambda = 7,84 \cdot 10^{-10} \text{ s}^{-1}$ ; b)  $A_0 = 5,25 \cdot 10^9$  Bq; c)  $t = 56$  años.

## ● Energía nuclear

1. Para el núcleo de uranio,  $^{238}_{92}\text{U}$ , calcula:

- a) El defecto de masa.
- b) La energía de enlace nuclear.
- c) La energía de enlace por nucleón.

Datos:  $m(^{238}_{92}\text{U}) = 238,051 \text{ u}$ ;  $1 \text{ g} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ u}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $m(\text{p}) = 1,007277 \text{ u}$ ;  $m(\text{n}) = 1,008665 \text{ u}$

(A.B.A.U. extr. 18)

**Rta.:** a)  $\Delta m = 1,883 \text{ u} = 3,128 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ; b)  $E_e = 2,81 \cdot 10^{-10} \text{ J/átomo}$ ; c)  $E_{\text{en}} = 1,18 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$ .

## ◇ CUESTIONES

### ● Física relativista

1. Una nave espacial viaja a una velocidad uniforme  $0,866 \text{ c}$  relativa a la Tierra. Si un observador de la Tierra registra que la nave en movimiento mide  $100 \text{ m}$ , ¿cuánto medirá la nave para su piloto?:

- A)  $50 \text{ m}$ .
- B)  $100 \text{ m}$ .
- C)  $200 \text{ m}$ .

Nota:  $c$  es la velocidad de la luz en el vacío.

(A.B.A.U. ord. 24)

2. Una mujer situada en la Tierra observa que dos naves espaciales, A y B, se dirigen hacia ella en la misma dirección y con sentidos opuestos con velocidades  $0,7 \text{ c}$  y  $0,6 \text{ c}$  respectivamente. La velocidad relativa de la nave A medida por una observadora perteneciente a la nave B es:

- A)  $1,3 \text{ c}$
- B)  $0,9 \text{ c}$
- C)  $0,1 \text{ c}$

(A.B.A.U. ord. 23)

3. Un astronauta viaja en una nave espacial con velocidad constante  $\bar{v}$  respecto a un observador que está en reposo en la Tierra. El astronauta mide la longitud  $l$  (que coincide con la dirección de  $\bar{v}$ ) y la altura  $h$  de la nave. Las medidas de la longitud  $l'$  y altura  $h'$  que hace el terrícola serán:

- A)  $l' < l$  y  $h' < h$ .
- B)  $l' < l$  y  $h' = h$ .
- C)  $l' > l$  y  $h' > h$ .

(A.B.A.U. ord. 22)

4. Un astronauta (A) se acerca a una estrella con una velocidad de  $200\,000 \text{ km/s}$  y otro astronauta (B) se aleja de ella con la misma velocidad con la que se acerca (A). La velocidad con que estos astronautas perciben la velocidad de la luz de la estrella es:

- A) Mayor para el astronauta (A) y menor para el (B).
- B) Menor para el astronauta (A) y mayor para el (B).
- C) Igual para los dos astronautas.

(A.B.A.U. ord. 19)

5. Un vehículo espacial se aleja de la Tierra con una velocidad de  $0,5 \text{ c}$  ( $c$  = velocidad de la luz). Desde la Tierra se envía una señal luminosa y la tripulación mide la velocidad de la señal obteniendo el valor:

- A)  $0,5 \text{ c}$
- B)  $c$
- C)  $1,5 \text{ c}$

(A.B.A.U. extr. 22)

6. Medimos nuestro pulso en la Tierra (en reposo) observando que el tiempo entre cada latido es de  $0,80 \text{ s}$ . Después hacemos la medida viajando en una nave espacial a la velocidad de  $0,70 \text{ c}$ , siendo  $c$  la velocidad de la luz en el vacío. De acuerdo con la teoría especial de la relatividad, el tiempo que medi-

mos será:

- A) 1,12 s
- B) 0,57 s
- C) 0,80 s

(A.B.A.U. ord. 20)

7. La ecuación de Einstein  $E = m \cdot c^2$  implica que:

- A) Una masa  $m$  necesita una energía  $E$  para ponerse en movimiento.
- B) La energía  $E$  es la que tiene una masa  $m$  cuando va a la velocidad da luz.
- C)  $E$  es la energía equivalente a una masa  $m$ .

(A.B.A.U. extr. 21)

### ● Física cuántica

1. Se ilumina el cátodo de una célula fotoeléctrica con una radiación de frecuencia  $1,6 \times 10^{15}$  Hz y el potencial de frenado es de 2 V. Si usamos una luz de 187,5 nm, el potencial de frenado será:
- A) Menor.
  - B) Mayor.
  - C) Igual.

DATO:  $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

(A.B.A.U. ord. 24)

2. La teoría ondulatoria de Huygens sobre la naturaleza de la luz está confirmada por los fenómenos:
- A) Reflexión y formación de sombras.
  - B) Refracción e interferencias.
  - C) Efecto fotoeléctrico y efecto Compton.

(A.B.A.U. extr. 23)

3. Al irradiar un metal con luz roja (682 nm) se produce efecto fotoeléctrico. Si irradiamos el mismo metal con luz amarilla (570 nm):
- A) No se produce efecto fotoeléctrico.
  - B) Los electrones emitidos son más rápidos.
  - C) Se emiten más electrones, pero a la misma velocidad.

(A.B.A.U. ord. 23)

4. Un fotón de luz visible con longitud de onda de 500 nm tiene un momento lineal de:

- A) 0
- B)  $3,31 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
- C)  $1,33 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

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

(A.B.A.U. ord. 21)

5. Un determinado haz de luz provoca efecto fotoeléctrico en un determinado metal. Si aumentamos la intensidad del haz incidencia:
- A) Aumenta el número de fotoelectrones arrancados, así como su energía cinética.
  - B) Aumenta el número de fotoelectrones arrancados sin modificarse su energía cinética.
  - C) El número de fotoelectrones arrancados no varía, pero su energía cinética aumenta.

(A.B.A.U. ord. 19)

6. El efecto fotoeléctrico se produce si:

- A) La intensidad de la radiación incidente es muy grande.
- B) La longitud de onda de la radiación es grande.
- C) La frecuencia de la radiación es superior a la frecuencia umbral.

(A.B.A.U. extr. 17)

7. En una célula fotoeléctrica, el cátodo metálico se ilumina con una radiación de  $\lambda = 175 \text{ nm}$  y el potencial de frenado es de 1 V. Cuando usamos una luz de 250 nm, el potencial de frenado será:
- A) Menor.

- B) Mayor.
- C) Igual.

(A.B.A.U. ord. 20)

8. La hipótesis de De Broglie se refiere a que:
- A) Al medir con precisión la posición de una partícula atómica se altera su energía.
  - B) Todas las partículas en movimiento llevan asociada una onda.
  - C) La velocidad de la luz es independiente del movimiento de la fuente emisora de luz.

(A.B.A.U. ord. 17)

### ● Desintegración radioactiva

1. Se observa que el número de núcleos  $N_0$  inicialmente presentes en una muestra de isótopo radiactivo queda reducida a  $N_0/16$  al cabo de 24 horas. El período de semidesintegración es:
- A) 4 h
  - B) 6 h
  - C) 8,6 h
- (A.B.A.U. extr. 21)
2. El estroncio-90 es un isótopo radiactivo con un período de semidesintegración de 28 años. Si disponemos de una muestra de dos moles del dicho isótopo, el número de átomos de estroncio-90 que quedarán en la muestra después de 112 años será:
- A)  $1/8 N_A$
  - B)  $1/16 N_A$
  - C)  $1/4 N_A$
- DATO:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$  partículas/mol.
- (A.B.A.U. ord. 19)
3. Una muestra de una sustancia radiactiva contenía hace 10 años el doble de núcleos que en el instante actual; por lo tanto, el número de núcleos que había hace 30 años respecto al momento actual era:
- A) Seis veces mayor.
  - B) Tres veces mayor.
  - C) Ocho veces mayor.
- (A.B.A.U. extr. 20)
4. La vida media de un núclido radiactivo y el período de semidesintegración son:
- A) Conceptualmente iguales.
  - B) Conceptualmente diferentes, pero valen lo mismo.
  - C) Diferentes, la vida media es mayor.

(A.B.A.U. extr. 18)

### ● Energía nuclear

1. La masa de un núcleo atómico es:
- A) Mayor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.
  - B) Menor que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.
  - C) Igual que la suma de las masas de las partículas que lo constituyen.

(A.B.A.U. extr. 22)

### ● Reacciones nucleares

1. Algunos átomos de nitrógeno ( $^{14}_7\text{N}$ ) atmosférico chocan con un neutrón y se transforman en carbono ( $^{14}_6\text{C}$ ) que, por emisión  $\beta$ , se convierte de nuevo en nitrógeno. En este proceso:
- A) Se emite radiación gamma.
  - B) Se emite un protón.
  - C) No puede existir este proceso, ya que se obtendría  $^{14}_5\text{B}$ .

(A.B.A.U. extr. 23)

2. En la reacción  ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_Z^AX + 3{}_0^1\text{n}$ , se cumple que:

A) Es una fusión nuclear.  
 B) Se pone en juego una gran cantidad de energía correspondiente al defecto de masa.  
 C) Al elemento X le corresponde el número atómico 36 y el número másico 94.

(A.B.A.U. ord. 22)

3. El  ${}_{90}^{232}\text{Th}$  se desintegra emitiendo 6 partículas  $\alpha$  y 4 partículas  $\beta$ , lo que da lugar a un isótopo estable del plomo de número atómico:

A) 82.  
 B) 78.  
 C) 74.

(A.B.A.U. extr. 19)

## ♦ LABORATORIO

1. Al iluminar la superficie de un metal con luz de longitud de onda 280 nm, la emisión de fotoelectrones cesa para un potencial de frenado de 1,3 V.

a) Determina la función trabajo del metal y la frecuencia umbral de emisión fotoeléctrica.  
 b) Representa la gráfica energía cinética-frecuencia y determina el valor de la constante de Planck a partir de dicha gráfica.

Datos:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ;  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(A.B.A.U. extr. 23)

**Rta.:** a)  $W_e = 5,0 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ;  $f_0 = 7,6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ .

2. En un experimento para medir  $h$ , al iluminar una superficie metálica con una radiación de longitud de onda  $\lambda = 200 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ , el potencial de frenado para los electrones es de 1,00 V. Si  $\lambda = 175 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ , el potencial de frenado es de 1,86 V.

a) Determina el trabajo de extracción del metal.  
 b) Representa el valor absoluto del potencial de frenado frente a la frecuencia y obtén de dicha representación el valor de la constante de Planck.

DATOS:  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

(A.B.A.U. extr. 21)

**Rta.:** a)  $W_e = 8,3 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ; b)  $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$

3. En una experiencia para calcular el trabajo de extracción de un metal observamos que los fotoelectrones expulsados de su superficie por una luz de  $4 \cdot 10^{-7} \text{ m}$  de longitud de onda en el vacío son frenados por una diferencia de potencial de 0,80 V. Y si la longitud de onda es de  $3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$  el potencial de frenado es 1,84 V.

a) Represente gráficamente la frecuencia frente al potencial de frenado.  
 b) Determine el trabajo de extracción a partir de la gráfica.

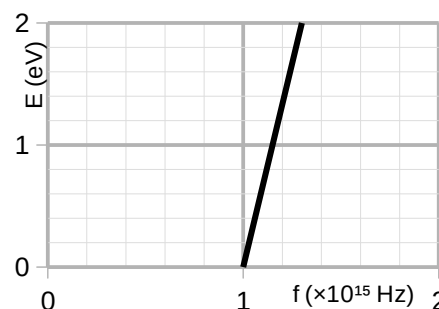
DATOS:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ;  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$ ;  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(A.B.A.U. extr. 20)

**Rta.:**  $W_e = 2,3 \text{ eV}$

4. Se puede medir experimentalmente la energía cinética máxima de los electrones emitidos al hacer incidir luz de distintas frecuencias sobre una superficie metálica. Determina el valor de la constante de Planck a partir de los resultados que se muestran en la gráfica adjunta. DATO:  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ .

(A.B.A.U. extr. 18)



Cuestiones y problemas de las [Pruebas de evaluación de Bachillerato para el acceso a la Universidad](#) (A.B.A.U. y P.A.U.) en Galicia.

[Respuestas](#) y composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).