

**SETEMBRO 2018**

## FÍSICA

Puntuación máxima: Cuestiones 4 puntos (1 cada cuestión, teórica o práctica). Problemas 6 puntos (1 cada apartado). No se valorará la simple anotación de un ítem como solución a las cuestiones. Las respuestas deben ser razonadas. Se puede usar calculadora siempre que no sea programable ni memorice texto. El alumno elegirá una de las dos opciones.

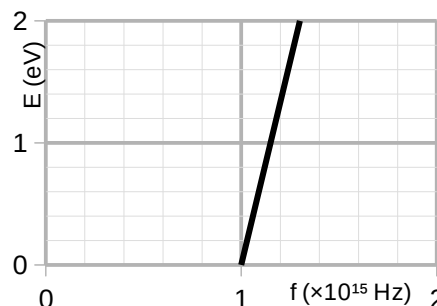
### OPCIÓN A

**C.1.** En un mismo medio: A) La longitud de onda de un sonido grave es mayor que la de un agudo. B) La longitud de onda de un sonido grave es menor que la de un agudo. C) Ambos sonidos tienen la misma longitud de onda.

**C.2.** Si un planeta, manteniendo su masa, aumentase su radio, la velocidad de escape desde la superficie de planeta: A) Aumentaría. B) Disminuiría. C) No variaría.

**C.3.** Si una partícula cargada se mueve en un campo magnético y este ejerce una fuerza, dicha fuerza siempre es perpendicular a la velocidad de la partícula. A) Verdadero. B) Falso. C) Depende del módulo de la velocidad de la partícula.

**C.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:  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ .



**P.1.** Dos cargas eléctricas positivas ( $q_1$  y  $q_2$ ) están separadas una distancia de 1 m. Entre las dos hay un punto, situado a 20 cm de  $q_1$ , donde el campo eléctrico es nulo. Sabiendo que  $q_1$  es igual a  $2 \mu\text{C}$ , calcula: a) El valor de  $q_2$ . b) El potencial en el punto en el que se anula el campo. c) El trabajo realizado por la fuerza del campo para llevar una carga de  $-3 \mu\text{C}$  desde el punto en el que se anula el campo hasta el infinito. Dato:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ .

**P.2.** 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:  $m(^{238}_{92}\text{U}) = 238,051 \text{ u}$ ;  $1 \text{ g} = 6,02 \times 10^{23} \text{ u}$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $m(\text{p}) = 1,007277 \text{ u}$ ;  $m(\text{n}) = 1,008665 \text{ u}$ .

### OPCIÓN B

**C.1.** Cuando se aproximan dos cargas del mismo signo, la energía potencial electrostática: A) Aumenta. B) Disminuye. C) No varía.

**C.2.** 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.

**C.3.** Una onda armónica de frecuencia 100 Hz se propaga a una velocidad de  $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . La distancia mínima entre dos puntos que se encuentran en fase es: A) 1,50 m. B) 3,00 m. C) 1,00 m.

**C.4.** En el laboratorio se disponen de: una bobina, un núcleo de hierro dulce, un imán rectangular, un miliamperímetro y cables de conexión. Explica cómo se puede inducir corriente en la bobina y cómo se puede aumentar la intensidad de esa corriente. Haz un esquema del montaje.

**P.1.** 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  $1,00 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . 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:  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $|q(\text{e})| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ;  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ;  $m(\text{e}) = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

**P.2.** Un espejo tiene 1,5 de aumento lateral cuando la cara de una persona está a 20 cm de ese espejo. a) Razona si ese espejo es plano, cóncavo o convexo. b) Dibuja el diagrama de rayos. c) Calcula la distancia focal del espejo.

## Soluciones

### OPCIÓN A

C.1. En un mismo medio:

- A) La longitud de onda de un sonido grave es mayor que la de un agudo.
- B) La longitud de onda de un sonido grave es menor que la de un agudo.
- C) Ambos sonidos tienen la misma longitud de onda.

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

C.2. Si un planeta, manteniendo su masa, aumentase su radio, la velocidad de escape desde la superficie de planeta:

- A) Aumentaría.
- B) Disminuiría.
- C) No variaría.

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

#### **Solución:** B

La velocidad de escape de un astro es la velocidad mínima adicional que habría que comunicar a un cuerpo sometido a su campo gravitatorio, para situarlo en un punto en el que no esté sometido a dicha atracción, a una distancia infinita del centro del astro.

La velocidad de escape le proporcionaría la energía,  $\Delta E$ , necesaria para situarlo en el infinito.

$$\Delta E = (E_c + E_p)_\infty - (E_c + E_p)_1$$

En el infinito la energía potencial es nula, porque se toma como origen de energías potenciales.

Teniendo en cuenta que la velocidad de escape es la velocidad mínima, la energía cinética que tendría el cuerpo en el infinito sería nula.

La energía mecánica, suma de las energías cinética y potencial, en el infinito sería nula:

$$E_\infty = (E_c + E_p)_\infty = 0 + 0 = 0$$

La energía potencial de un cuerpo de masa  $m$  situado en la superficie de un astro de masa  $M$  y radio  $R$  es:

$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{R}$$

Si el cuerpo se encuentra en la superficie del astro, su energía cinética se considera despreciable<sup>1</sup>.

La energía mecánica en la superficie del astro sería:

$$E_s = (E_c + E_p)_s = 0 + \left( -G \frac{M \cdot m}{R} \right) = -G \frac{M \cdot m}{R}$$

La velocidad de escape  $v_e$  le comunicaría la energía necesaria para situarlo en el infinito:

$$\begin{aligned} \Delta E &= \frac{1}{2} m \cdot v_e^2 = (E_c + E_p)_\infty - (E_c + E_p)_s \\ \frac{1}{2} m v_e^2 &= 0 - \left( -G \frac{M \cdot m}{R} \right) = G \frac{M \cdot m}{R} \end{aligned}$$

Despejando la velocidad de escape, queda:

$$v_e = \sqrt{2 G \frac{M}{R}}$$

Si aumentase el radio del planeta, manteniendo su masa constante, la velocidad de escape disminuiría.

<sup>1</sup> Aunque se encuentra en reposo en un sistema de referencia local, lo cierto es que posee una velocidad debido a la rotación del astro. Por ejemplo, un objeto en reposo en el ecuador de la Tierra se mueve con una velocidad de unos 460 m/s.

C.3. Si una partícula cargada se mueve en un campo magnético y este ejerce una fuerza, dicha fuerza siempre es perpendicular a la velocidad de la partícula.

A) Verdadero.

B) Falso.

C) Depende del módulo de la velocidad de la partícula.

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

**Solución:** A

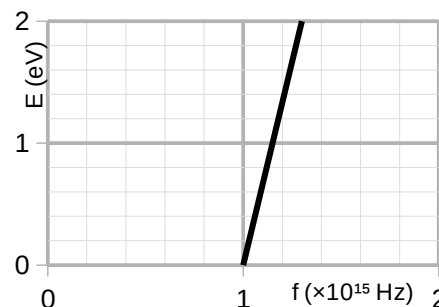
La fuerza magnética,  $\vec{F}_B$ , sobre una carga,  $q$ , que se desplaza en el interior de un campo magnético,  $\vec{B}$ , con una velocidad,  $\vec{v}$ , viene dada por la ley de Lorentz:

$$\vec{F}_B = q (\vec{v} \times \vec{B})$$

Esta fuerza es perpendicular a la velocidad de la partícula.

C.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:  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

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



**Solución:**

La ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico puede escribirse:

$$E_f = W_e + E_c$$

En la ecuación,  $E_f$  representa la energía del fotón incidente,  $W_e$  el trabajo de extracción del metal y  $E_c$  la energía cinética máxima de los electrones (fotoelectrones) emitidos.

La energía que lleva un fotón de frecuencia  $f$  es:

$$E_f = h \cdot f$$

En esta ecuación,  $h$  es la constante de Planck.

Ordenamos la ecuación de Einstein para que se ajuste a la gráfica.

$$E_c = E_f - W_e = h \cdot f - W_e$$

Esta es la ecuación de una recta en la que  $E_c$  es la variable dependiente ( $y$ ),  $f$  es la variable independiente ( $x$ ), y  $h$  sería la pendiente  $m$ .

La pendiente puede calcularse:

$$m = \frac{\Delta y}{\Delta x} \Rightarrow h = \frac{\Delta E_c}{\Delta f}$$

Leyendo en la gráfica los valores:

$$\begin{aligned} f_1 &= 1,0 \cdot 10^{15} \text{ Hz} & E_{c1} &= 0 \text{ eV} = 0 \text{ J} \\ f_2 &= 1,3 \cdot 10^{15} \text{ Hz} & E_{c2} &= 2 \text{ eV} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J} \end{aligned}$$

$$h = \frac{\Delta E_c}{\Delta f} = \frac{(3,2 \cdot 10^{-19} - 0) \text{ J}}{(1,3 \cdot 10^{15} - 1,0 \cdot 10^{15}) \text{ s}^{-1}} = \frac{(3,2 \cdot 10^{-19} - 0) \text{ J}}{3 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}} = 1 \cdot 10^{-33} \text{ J} \cdot \text{s}$$

*Análisis: El resultado de nuestro cálculo tiene una sola cifra significativa porque el denominador sólo tiene una cifra significativa. El valor de la constante de Planck es  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  como puede verse en los datos del problema 1 de la opción B. Es del mismo orden de magnitud.*

P.1. Dos cargas eléctricas positivas ( $q_1$  y  $q_2$ ) están separadas una distancia de 1 m. Entre las dos hay un punto, situado a 20 cm de  $q_1$ , donde el campo eléctrico es nulo. Sabiendo que  $q_1$  es igual a  $2 \mu\text{C}$ , calcula:

a) El valor de  $q_2$ .

b) El potencial en el punto en el que se anula el campo.

- c) El trabajo realizado por la fuerza del campo para llevar una carga de  $-3 \mu\text{C}$  desde el punto en el que se anula el campo hasta el infinito.

Dato:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ .

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

Rta.: a)  $q_2 = 32 \mu\text{C}$ ; b)  $V = 4,5 \cdot 10^5 \text{ V}$ ; c)  $W = -1,4 \text{ J}$ .

### Datos

Distancia entre las cargas  $q_1$  y  $q_2$

Distancia del punto P, en el que se anula el campo, a la carga  $q_1$

Valor de la carga situada en el punto 1

Valor de la carga situada en el punto P

Campo eléctrico en el punto P

Constante de Coulomb

### Incógnitas

Valor da carga  $q_2$

Potencial eléctrico en el punto P

Trabajo para trasladar una carga de  $-3 \mu\text{C}$  desde P hasta el infinito

### Ecuaciones

Campo eléctrico en un punto a una distancia,  $r$ , de una carga puntual,  $Q$

$$\vec{E} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$$

Principio de superposición

$$\vec{E}_A = \sum \vec{E}_{Ai}$$

Potencial eléctrico en un punto a una distancia,  $r$ , de una carga puntual,  $Q$

$$V = K \frac{Q}{r}$$

Potencial eléctrico en un punto debido a varias cargas

$$V = \sum V_i$$

Trabajo de la fuerza eléctrica al mover una carga desde A hasta B

$$W_{A \rightarrow B} = q (V_A - V_B)$$

### Solución:

a) Se hace un dibujo colocando las cargas sobre el eje horizontal, una en el origen, y la otra a 1 m de distancia, por ejemplo, en el semieje positivo. Se coloca el punto P a 20 cm del origen, entre ambas cargas.

Se dibuja en el punto P el vector campo eléctrico creado por la carga  $q_1$ , prestando atención al sentido, que es de repulsión porque la carga es positiva.

El principio de superposición dice que la intensidad de campo electrostático en un punto, debido a la presencia de varias cargas, es la suma vectorial de los campos producidos en ese punto por cada carga, como si el resto de las cargas no estuviese presente.

Para determinar el campo en un punto, se calculan los campos creados en ese punto por cada carga, y luego se suman los vectores.

La fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales,  $Q$  y  $q$ , separadas por una distancia,  $r$ , viene dada por la ley de Coulomb, en la que  $K$  es la constante de Coulomb y  $\vec{u}_r$  el vector unitario en la línea que une las cargas.

$$\vec{F}_E = K \frac{Q \cdot q}{r^2} \vec{u}_r$$

El campo eléctrico en un punto situado a una distancia,  $r$ , de una carga puntual,  $Q$ , es la fuerza sobre la unidad de carga positiva situada en ese punto:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_E}{q} = \frac{K \frac{Q \cdot \cancel{q}}{r^2} \vec{u}_r}{\cancel{q}} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$$

La distancia entre la carga  $q_1$  y el punto P es:  $r_{P1} = 20,0 \text{ cm} = 0,200 \text{ m}$ .

El vector unitario del punto P, tomando como origen el punto 1, es  $\vec{i}$ , el vector unitario del eje X.

Se calcula el campo en el punto P, debido a la carga de  $2 \mu\text{C}$  situada en el punto 1:

$$\vec{E}_{P1} = 9,00 \cdot 10^9 [\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{2,00 \cdot 10^{-6} [\text{C}]}{(0,200 [\text{m}])^2} \vec{i} = 4,50 \cdot 10^5 \vec{i} \text{ N/C}$$

El campo en el punto P debido a la carga  $q_2$ , situada a 1 m de distancia de la carga  $q_1$ , tiene que ser opuesta, para que el campo en el punto P sea nula.

$$\vec{E}_{P2} = -4,50 \cdot 10^5 \vec{i} \text{ N/C}$$

### Cifras significativas: 3

$$r_{12} = 1,00 \text{ m}$$

$$r_{P1} = 20,0 \text{ cm} = 0,200 \text{ m}$$

$$q_1 = 2,00 \mu\text{C} = 2,00 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

$$q = -3,00 \mu\text{C} = -3,00 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

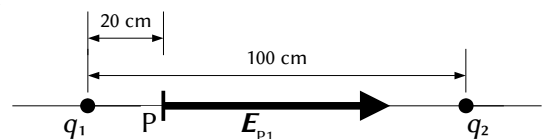
$$\vec{E}_P = \vec{0}$$

$$K = 9,00 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$$

$$q_2$$

$$V_P$$

$$W_{P \rightarrow \infty}$$



La distancia de  $q_2$  al punto P es:  $r_{P2} = 1,00 \text{ [m]} - 0,200 \text{ [m]} = 0,80 \text{ m}$

Se escribe la expresión del módulo del campo creado por la carga  $q_2$  en el punto P, y se sustituyen los datos:

$$|\vec{E}_{P2}| = K \frac{q_2}{r_{P2}^2} \Rightarrow 4,50 \cdot 10^5 = 9,00 \cdot 10^9 \frac{q_2}{0,80^2}$$

El valor de la carga se obtiene despejando  $q_2$ :

$$q_2 = \frac{4,50 \cdot 10^5 \text{ [N} \cdot \text{C}^{-1}] \cdot (0,80 \text{ [m]})^2}{9,00 \cdot 10^9 \text{ [N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}]} = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ C} = 32 \text{ } \mu\text{C}$$

*Análisis: Como la distancia de  $q_2$  al punto P es 4 veces mayor que la de la carga  $q_1$ , el valor de la carga tendrá que ser  $4^2 = 16$  veces mayor.*

b)

El potencial eléctrico en un punto, debido a la presencia de varias cargas, es la suma de los potenciales producidos en ese punto por cada carga, como si el resto de las cargas no estuviese presente.

Para determinar el potencial eléctrico en un punto, se calculan los potenciales creados en ese punto por cada carga, y luego se suman.

La ecuación del potencial eléctrico en un punto situado a una distancia,  $r$ , de una carga puntual,  $Q$ , es:

$$V = K \frac{Q}{r}$$

$K$  es la constante de Coulomb.

Se calculan los potenciales en el punto P debidos a cada una de las cargas:

$$V_{P1} = 9,00 \cdot 10^9 \text{ [N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{2,00 \cdot 10^{-6} \text{ [C]}}{(0,200 \text{ [m]})} = 9,00 \cdot 10^4 \text{ V}$$

$$V_{P2} = 9,00 \cdot 10^9 \text{ [N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{32 \cdot 10^{-6} \text{ [C]}}{(0,80 \text{ [m]})} = 3,6 \cdot 10^5 \text{ V}$$

El potencial eléctrico en el punto P es la suma:

$$V_P = V_{P1} + V_{P2} = 9,00 \cdot 10^4 \text{ [V]} + 3,6 \cdot 10^5 \text{ [V]} = 4,5 \cdot 10^5 \text{ V}$$

El campo eléctrico es un campo conservativo, porque el trabajo que realiza la fuerza del campo, cuando una carga se mueve entre dos puntos, es independiente del camino seguido y solo depende de los puntos inicial y final. Se define una función escalar llamada energía potencial,  $E_p$ , asociada al campo vectorial de fuerzas, de modo que el trabajo realizado por la fuerza del campo al mover una carga entre dos puntos es igual a la variación de la energía potencial entre esos dos puntos, cambiada de signo.

$$W = -\Delta E_p$$

También se define otra magnitud escalar, llamada potencial eléctrico, que es igual a la energía potencial de la unidad de carga.

$$V = \frac{E_p}{q}$$

El trabajo realizado por la fuerza del campo, cuando una carga mueve del punto A al punto B, es:

$$W_{A \rightarrow B} = -\Delta E_p = -(E_{pB} - E_{pA}) = (E_{pA} - E_{pB}) = q \cdot V_A - q \cdot V_B = q (V_A - V_B)$$

c) El potencial en el infinito es cero, porque se toma como origen. El trabajo que hace la fuerza del campo cuando se traslada una carga de  $-3 \text{ } \mu\text{C}$  desde el punto P hasta el infinito es:

$$W_{P \rightarrow \infty} = q (V_P - V_\infty) = -3,00 \cdot 10^{-6} \text{ [C]} \cdot (4,5 \cdot 10^5 - 0) \text{ [V]} = -1,4 \text{ J}$$

P.2. 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:  $m(^{238}_{92}\text{U}) = 238,051 \text{ u}$ ;  $1 \text{ g} = 6,02 \times 10^{23} \text{ u}$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $m(p) = 1,007277 \text{ u}$ ;  $m(n) = 1,008665 \text{ u}$ .

(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)  $E_{en} = 1,18 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$ .

**Datos**

Masa: uranio-238

protón

neutrón

Unidad de masa atómica

Velocidad de la luz en el vacío

**Incógnitas**

Defecto de masa

Energía de enlace

Energía de enlace por nucleón

**Ecuaciones**

Equivalencia masa energía de Einstein

**Cifras significativas: 3**

$$m(^{238}_{92}\text{U}) = 238,051 \text{ u}$$

$$m(^1_1\text{H}) = 1,007277 \text{ u}$$

$$m(^1_0\text{n}) = 1,008665 \text{ u}$$

$$1 \text{ g} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ u}$$

$$c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$\Delta m$$

$$E_e$$

$$E_{\text{en}}$$

$$E = m \cdot c^2$$

**Solución:**

a) El defecto de masa es la diferencia entre la masa del núcleo de uranio-238 y la suma de las masas de los protones y neutrones que lo forman. El número de protones es el número atómico, 92, y el de neutrones es 146, la diferencia entre el número másico 238 y el número de protones 92.

$$\Delta m = m(^{238}_{92}\text{U}) - 92 \cdot m(^1_1\text{H}) - 146 \cdot m(^1_0\text{n}) = 238,051 [\text{u}] - 92 \cdot 1,0073 [\text{u}] - 146 \cdot 1,008665 [\text{u}] = -1,883 \text{ u}$$

$$\Delta m = -1,883 [\text{u}] \cdot \frac{1 [\text{g}]}{6,02 \times 10^{23} [\text{u}]} \cdot \frac{1 [\text{kg}]}{10^3 [\text{g}]} = -3,13 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

b) La energía equivalente se calcula con la ecuación de Einstein

$$E_e = m \cdot c^2 = 3,13 \cdot 10^{-27} [\text{kg}] \cdot (3,00 \cdot 10^8 [\text{m/s}])^2 = 2,81 \cdot 10^{-10} \text{ J/átomo U}$$

c) La energía de enlace por nucleón se calcula dividiendo entre el número de nucleones

$$E_{\text{en}} = \frac{2,81 \cdot 10^{-10} [\text{J/átomo U}]}{238 [\text{nucleones/átomo U}]} = 1,18 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$$

**OPCIÓN B**

C.1. Cuando se aproximan dos cargas del mismo signo, la energía potencial electrostática:

A) Aumenta.

B) Disminuye.

C) No varía.

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

**Solución: A**

La energía potencial electrostática de dos cargas es:

$$E_p = K \frac{Q \cdot q}{r}$$

Si las cargas son del mismo signo, la energía es positiva. Cuanto menor sea la distancia entre las cargas mayor será la energía.

C.2. La vida media de un núclido radiactivo y el período de semidesintegración sonido:

A) Conceptualmente iguales.

B) Conceptualmente diferentes, pero valen lo mismo.

C) Diferentes, la vida media es mayor.

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

**Solución: C**

La vida media  $\tau$  es la esperanza de vida de una sustancia radiactiva. Es el valor medio de los tiempos que tardarían en desintegrarse todos los núclidos de una muestra.

$$\tau = \frac{\int_0^{\infty} t \cdot dN}{N_0} = \frac{\int_0^{\infty} t \cdot (-\lambda N) dt}{N_0}$$

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

$$\tau = \frac{\int_0^{\infty} t \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} dt}{N_0} = \int_0^{\infty} t \cdot e^{-\lambda t} dt$$

Debemos realizar una integración por partes.

$$\int u dv = u \cdot v - \int v du$$

Llamando:

$$\begin{aligned} u &= t & \Rightarrow du &= 1 \\ dv &= e^{-\lambda t} dt & \Rightarrow v &= -\frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} \end{aligned}$$

queda

$$\tau = \int_0^{\infty} t \cdot e^{-\lambda t} dt = \left[ -\frac{t}{\lambda} e^{-\lambda t} \right]_0^{\infty} - \int_0^{\infty} \frac{-1}{\lambda} e^{-\lambda t} dt = \left[ \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda t} \right]_0^{\infty} = \frac{1}{\lambda}$$

El período de semidesintegración es el tiempo que tarda en reducirse a la mitad a cantidad de muestra. Poniendo en la ecuación de desintegración  $N_0 / 2$  en el lugar de  $N_0$ , y  $T_{1/2}$  en vez de  $t$ , queda:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}}$$

Aplicando logaritmos

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

Como  $\ln 2 = 0,693$ ,  $\tau > T_{1/2}$ .

C.3. Una onda armónica de frecuencia 100 Hz se propaga a una velocidad de 300 m·s<sup>-1</sup>. La distancia mínima entre dos puntos que se encuentran en fase es:

- A) 1,50 m.
- B) 3,00 m.
- C) 1,00 m.

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

**Solución:** B

La longitud de onda  $\lambda$  es la distancia mínima entre dos puntos de una onda que se encuentran en fase.

La longitud de onda  $\lambda$  está relacionada con la frecuencia  $f$  y con la velocidad de propagación  $v_p$  de la onda por la relación

$$v_p = \lambda \cdot f$$

$$\lambda = \frac{v_p}{f} = \frac{300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{100 \text{ s}^{-1}} = 3,00 \text{ m}$$

C.4. En el laboratorio se disponen de: una bobina, un núcleo de hierro dulce, un imán rectangular, un miliamperímetro y cables de conexión. Explica como se puede inducir corriente en la bobina y como se puede aumentar la intensidad de esa corriente. Hace un esquema del montaje.

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

### Solución:

Ver: [Prácticas: Orientaciones generales](#) en la página del *Grupo de Trabajo* de Física.

P.1. El trabajo de extracción para el sodio es de 2,50 eV. Calcula:

- La longitud de onda de la radiación que debemos usar para que la velocidad máxima de los electrones emitidos sea de  $1,00 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- El potencial de frenado.
- La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos por el metal con velocidad máxima.

Datos:  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $|q(e)| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ;  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ;  $m(e) = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

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

**Rta.:** a)  $\lambda = 4,33 \text{ nm}$ ; b)  $V = 284 \text{ V}$ ; c)  $\lambda_B = 72,9 \text{ pm}$ .

P.2. Un espejo tiene 1,5 de aumento lateral cuando la cara de una persona está a 20 cm de ese espejo.

- Razona si ese espejo es plano, cóncavo o convexo.
- Dibuja el diagrama de rayos.
- Calcula la distancia focal del espejo.

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

**Rta.:** c)  $f = -60 \text{ cm}$ .

#### Datos (convenio de signos DIN)

Posición del objeto

Aumento lateral

#### Incógnitas

Distancia focal del espejo

#### Ecuaciones

Relación entre la posición de la imagen y la del objeto en los espejos

Aumento lateral en los espejos

Relación entre la distancia focal y el radio de curvatura

#### Cifras significativas: 2

$s = -20 \text{ cm} = -0,20 \text{ m}$

$A_L = 1,5$

$f$

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$$

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s}$$

$$f = R / 2$$

### Solución:

c) Para determinar si el espejo es plano, cóncavo o convexo, se calcula la distancia focal.

Se usa la ecuación del aumento lateral para establecer la relación entre la distancia objeto  $s$  y la distancia imagen  $s'$ :

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s} = 1,5$$

Por el convenio de signos, los puntos situados a la izquierda del espejo tienen signo negativo.

$$s' = -1,5 \quad s = -1,5 \cdot (-0,20 \text{ [m]}) = 0,30 \text{ m}$$

Se sustituyen los datos en la ecuación de los espejos:

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{0,30 \text{ [m]}} + \frac{1}{-0,20 \text{ [m]}} = \frac{1}{f}$$

Se calcula la distancia focal despejando:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{0,30 \text{ [m]}} + \frac{1}{-0,20 \text{ [m]}} = 3,3 \text{ [m]}^{-1} - 5,0 \text{ [m]}^{-1} = -1,7 \text{ [m]}^{-1} \Rightarrow f = -0,60 \text{ m}$$

a) El espejo es cóncavo, puesto que la distancia focal es negativa. El foco está a la izquierda del espejo.

b)



Se dibuja un esquema de espejo cóncavo (un arco de circunferencia vertical cóncavo hacia la izquierda), y se sitúa el foco  $F$  a la izquierda del espejo, a la mitad de la distancia entre el espejo y su centro  $C$ .

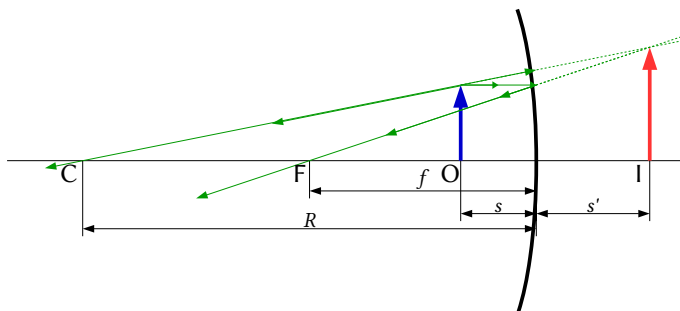
Se dibuja, a su izquierda, una flecha vertical hacia arriba, que representa al objeto  $O$ .

Desde el punto superior del objeto se dibujan dos rayos:

- Uno, horizontal hacia el espejo, que se refleja de manera que el rayo reflejado pasa por el foco  $F$ .
- Otro, hacia el espejo, que se refleja sin desviarse pasando por el centro  $C$  de curvatura del espejo.

Como los rayos no se cortan, se prolongan al otro lado del espejo hasta que sus prolongaciones se corten.

El punto de corte es el correspondiente a la punta de la imagen  $I$ . Se dibuja una flecha vertical en ese punto.



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](#).

Algunos cálculos se hicieron con una [hoja de cálculo](#) de [LibreOffice](#) u [OpenOffice](#) del mismo autor.

Algunas ecuaciones y las fórmulas orgánicas se construyeron con la extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

La traducción al/desde el gallego se realizó con la ayuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Se procuró seguir las [recomendaciones](#) del Centro Español de Metrología (CEM).

Se consultó el chat de Bing y se usaron algunas respuestas en las cuestiones.

Actualizado: 30/07/23