

SETEMBRO 2018

## FÍSICA

Puntuación máxima: Cuestións 4 puntos (1 cada cuestión, teórica ou práctica). Problemas 6 puntos (1 cada apartado). Non se valorará a simple anotación dun ítem como solución ás cuestións; han de ser razoadas. Pódese usar calculadora sempre que non sexa programable nin memorice texto. O alumno elixirá unha das dúas opcións.

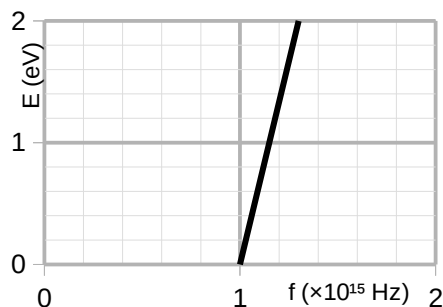
### OPCIÓN A

**C.1.** Nun mesmo medio: A) A lonxitude de onda dun son grave é maior que a dun agudo. B) A lonxitude de onda dun son grave é menor que a dun agudo. C) Ambos sons teñen a mesma lonxitude de onda.

**C.2.** Se un planeta, mantendo a súa masa, aumentase o seu raio, a velocidade de escape desde a superficie de planeta: A) Aumentaría. B) Diminuiría. C) Non variaría.

**C.3.** Se unha partícula cargada se move nun campo magnético e este exerce unha forza, dita forza sempre é perpendicular á velocidade da partícula. A) Verdadeiro. B) Falso. C) Depende do módulo da velocidade da partícula.

**C.4.** Pódese medir experimentalmente a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos ao facer incidir luz de distintas frecuencias sobre unha superficie metálica. Determina o valor da constante de Planck a partir dos resultados que se mostran na gráfica adxunta. DATO:  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ .



**P.1.** Dúas cargas eléctricas positivas ( $q_1$  e  $q_2$ ) están separadas unha distancia de 1 m. Entre as dúas hai un punto, situado a 20 cm de  $q_1$ , onde o campo eléctrico é nulo. Sabendo que  $q_1$  é igual a  $2 \mu\text{C}$ , calcula: a) O valor de  $q_2$ . b) O potencial no punto no que se anula o campo. c) O traballo realizado pola forza do campo para levar unha carga de  $-3 \mu\text{C}$  desde o punto no que se anula o campo ata o infinito. Dato:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

**P.2.** Para o núcleo de uranio,  $^{238}_{92}\text{U}$ , calcula: a) O defecto de masa. b) A enerxía de enlace nuclear. c) A enerxía de enlace por nucleón. Datos:  $m(^{238}_{92}\text{U}) = 238,051 \text{ u}$ ;  $1 \text{ g} = 6,02 \times 10^{23} \text{ u}$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $m(p) = 1,007277 \text{ u}$ ;  $m(n) = 1,008665 \text{ u}$

### OPCIÓN B

**C.1.** Cando se aproximan dúas cargas do mesmo signo, a enerxía potencial electrostática: A) Aumenta. B) Diminúe. C) Non varía.

**C.2.** A vida media dun núclido radioactivo e o período de semidesintegración son: A) Conceptualmente iguais. B) Conceptualmente diferentes pero valen o mesmo. C) Diferentes, a vida media é maior.

**C.3.** Unha onda harmónica de frecuencia 100 Hz propágase a unha velocidade de  $300 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . A distancia mínima entre dous puntos que se atopan en fase é: A) 1,50 m. B) 3,00 m. C) 1,00 m.

**C.4.** No laboratorio dispónse de: unha bobina, un núcleo de ferro doce, un imán rectangular, un miliamperímetro e cables de conexión. Explica como se pode inducir corrente na bobina e como se pode aumentar a intensidade desa corrente. Fai un esquema da montaxe.

**P.1.** O traballo de extracción para o sodio é de 2,50 eV. Calcula: a) A lonxitude de onda da radiación que debemos usar para que a velocidade máxima dos electróns emitidos sexa de  $1,00 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . b) O potencial de freado. c) A lonxitude de onda de DeBroglie asociada aos electróns emitidos polo metal con velocidade máxima. Datos:  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $|q(e)| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ;  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ;  $m(e) = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

**P.2.** Un espello ten 1,5 de aumento lateral cando a cara dunha persoa está a 20 cm dese espello. a) Razoar se ese espello é plano, cóncavo ou convexo. b) Debuxa o diagrama de raios. c) Calcula a distancia focal do espello.

## Solucións

### OPCIÓN A

C.1. Nun mesmo medio:

- A) A lonxitude de onda dun son grave é maior que a dun agudo.
- B) A lonxitude de onda dun son grave é menor que a dun agudo.
- C) Ambos sons teñen a mesma lonxitude de onda.

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

**Solución:** A

a) Un son grave é un son de baixa frecuencia. A frecuencia  $f$  está relacionada coa lonxitude de onda  $\lambda$  e coa velocidade de propagación  $v_p$  do son no medio pola relación:

$$v_p = \lambda \cdot f$$

Nun mesmo medio, a velocidade de propagación é constante, polo que a frecuencia é inversamente proporcional á lonxitude de onda. Canto menor sexa frecuencia maior será a lonxitude de onda.

C.2. Se un planeta, mantendo a súa masa, aumentase o seu raio, a velocidade de escape desde a superficie de planeta:

- A) Aumentaría.
- B) Diminuiría.
- C) Non variaría.

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

**Solución:** B

A velocidade de escape dun astro é a velocidade mínima adicional que habería que comunicar a un corpo sometido ó seu campo gravitacional, para situalo nun punto no que non estea sometido a devandita atracción, a unha distancia infinita do centro del astro.

A velocidade de escape proporcionaríalle a enerxía,  $\Delta E$ , necesaria para situalo no infinito.

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

No infinito a enerxía potencial é nula, porque tómasse coma orixe de enerxías potenciais.

Tendo en conta que velocidade de escape é a velocidade mínima, a enerxía cinética que tería o obxecto no infinito sería nula.

A enerxía mecánica, suma das enerxías cinética e potencial, no infinito sería nula:

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

A enerxía potencial dun corpo de masa  $m$  situado na superficie dun astro de masa  $M$  e radio  $R$  é:

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

Se o corpo atópase na superficie do astro, en repouso respecto do chan, a súa enerxía cinética é nula.

A enerxía mecánica na superficie do astro sería:

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

A velocidade de escape  $v_e$  comunicaríalle a enerxía  $\Delta E$  necesaria para situalo no infinito.

$$\Delta E = \frac{1}{2} m \cdot v_e^2 = (E_c + E_p)_\infty - (E_c + E_p)_s$$

$$\frac{1}{2} m v_e^2 = 0 - \left( -G \frac{M \cdot m}{R} \right) = G \frac{M \cdot m}{R}$$

Despexando a velocidade de escape, queda:

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

Se aumentase o raio do planeta, mantendo a súa masa constante, a velocidade de escape diminuiría.

C.3. Se unha partícula cargada se move nun campo magnético e este exerce unha forza, dita forza sempre é perpendicular á velocidade da partícula.

A) Verdadeiro.

B) Falso.

C) Depende do módulo da velocidade da partícula.

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

**Solución:** A

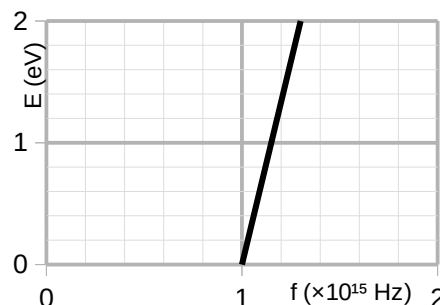
A forza magnética,  $\vec{F}_B$ , sobre unha carga,  $q$ , que se despraza no interior dun campo magnético,  $\vec{B}$ , cunha velocidade,  $\vec{v}$ , vén dada pola lei de Lorentz:

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

Esta forza é perpendicular á velocidade da partícula.

C.4. Pódese medir experimentalmente a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos ao facer incidir luz de distintas frecuencias sobre unha superficie metálica. Determina o valor da constante de Planck a partir dos resultados que se mostran na gráfica adxunta. DATO:  $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

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



**Solución:**

A ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico pode escribirse:

$$E_f = W_e + E_c$$

Na ecuación,  $E_f$  representa a enerxía do fotón incidente,  $W_e$  o traballo de extracción do metal e  $E_c$  a enerxía cinética máxima dos electróns (fotoelectróns) emitidos.

A enerxía que leva un fotón de frecuencia  $f$  é:

$$E_f = h \cdot f$$

En esta ecuación,  $h$  é a constante de Planck.

Ordenamos a ecuación de Einstein para que se axuste á gráfica.

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

Esta é a ecuación dunha recta na que  $E_c$  é a variable dependente (y),  $f$  é a variable independente (x), e  $h$  sería a pendente  $m$ .

A pendente pode calcularse:

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

Lendo os valores na gráfica:

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

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

**Análise:** O resultado do noso cálculo ten unha soa cifra significativa porque o denominador só ten unha cifra significativa. O valor da constante de Planck é  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$  como pode verse nos datos do problema 1 da opción B. É da mesma orde de magnitude.

P.1. Dúas cargas eléctricas positivas ( $q_1$  e  $q_2$ ) están separadas unha distancia de 1 m. Entre as dúas hai un punto, situado a 20 cm de  $q_1$ , onde o campo eléctrico é nulo. Sabendo que  $q_1$  é igual a  $2 \mu\text{C}$ , calcula:

- O valor de  $q_2$ .
- O potencial no punto no que se anula o campo.
- O traballo realizado pola forza do campo para levar unha carga de  $-3 \mu\text{C}$  desde o punto no que se anula o campo ata o 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 as cargas  $q_1$  e  $q_2$

Distancia do punto P, no que se anula o campo, á carga  $q_1$

Valor da carga situada no punto 1

Valor da carga situada no punto P

Campo eléctrico no punto P

Constante de Coulomb

### Incógnitas

Valor da carga  $q_2$

Potencial eléctrico no punto P

Traballo para trasladar unha carga de  $-3 \mu\text{C}$  desde P ata o infinito

### Ecuacións

Campo eléctrico nun punto a unha distancia,  $r$ , dunha carga puntual,  $Q$

Principio de superposición

Potencial eléctrico nun punto a unha distancia,  $r$ , dunha carga puntual,  $Q$

Potencial eléctrico nun punto debido a varias cargas

Traballo da forza eléctrica ao mover unha carga desde A ata B

### Cifras significativas: 3

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

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

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

$$q_2 = -3,00 \mu\text{C} = -3,00 \cdot 10^{-6} \text{ C}$$

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

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

$$q_2$$

$$V_P$$

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

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

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

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

$$V = \sum V_i$$

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

### Solución:

a) Faise un debuxo situando as cargas no eixe horizontal, unha na orixe, e a outra a 1 m de distancia, por exemplo no semieixe positivo. Sitúase un punto, P, a 20 cm da orixe, entre ámbalas cargas.

Debúxase no punto P o vector de campo eléctrico creado pola carga  $q_1$ , prestando atención ao sentido, que é de repulsión, porque a carga é positiva.

O principio de superposición di que a intensidade de campo eléctrico nun punto, debido á presenza de varias cargas, é a suma vectorial dos campos producidos nese punto por cada carga, coma se o resto das cargas non estivesen presente.

Para determinar o campo nun punto, calcúlanse os campos creados nese punto por cada carga, e despois súmanse os vectores.

A forza eléctrica entre dúas cargas puntuais,  $Q$  e  $q$ , separadas por unha distancia,  $r$ , vén dada pola lei de Coulomb, na que  $K$  é a constante de Coulomb e  $\vec{u}_r$  o vector unitario na liña que une as cargas.

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

O campo eléctrico nun punto situado a unha distancia,  $r$ , dunha carga puntual,  $Q$ , é a forza sobre a unidade de carga positiva situada nese punto:

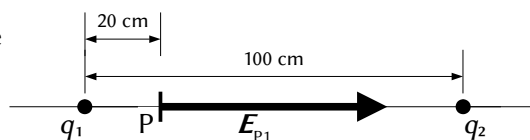
$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_E}{q} = \frac{K \frac{Q \cdot q}{r^2} \vec{u}_r}{q} = K \frac{Q}{r^2} \vec{u}_r$$

A distancia entre a carga  $q_1$  e o punto P é:  $r_{P1} = 20,0 \text{ cm} = 0,200 \text{ m}$ .

O vector unitario do punto P, tomando como orixe o punto 1, é  $\vec{i}$ , o vector unitario do eixe X.

Calcúlase o campo no punto P, debido á carga de  $2 \mu\text{C}$  situada no punto 1:

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



O campo no punto P, debida á carga  $q_2$  situada a 1 m de distancia da carga  $q_1$ , ten que ser oposta, para que o campo no punto P sexa nula.

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

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

Esríbese a expresión do módulo do campo creado pola carga  $q_2$  no punto P, e substitúense os datos:

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

O valor da carga obtense despexando  $q_2$ :

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

*Análise: Como a distancia de  $q_2$  ao punto P é 4 veces maior que a da carga  $q_1$ , o valor da carga terá que ser  $4^2 = 16$  veces maior.*

b)

O potencial eléctrico nun punto, debido á presenza de varias cargas, é a suma dos potenciais producidos nese punto por cada carga, coma se o resto das cargas non estivese presente.

Para determinar o potencial eléctrico nun punto, calcúlanse os potenciais creados nese punto por cada carga, e despois súmanse.

A ecuación do potencial eléctrico,  $V$ , nun punto situado a unha distancia,  $r$ , dunha carga puntual,  $Q$ , é:

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

$K$  é a constante de Coulomb.

Calcúlanse os potenciais no punto P, debidos a cada unha das cargas:

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

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

O potencial eléctrico no punto P é a suma:

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

O campo eléctrico é un campo conservativo, porque o traballo realizado pola forza do campo, cando unha carga se move entre dous puntos, é independente do camiño seguido e depende só dos puntos inicial e final. Defínese unha función escalar chamada enerxía potencial,  $E_p$ , asociada ao campo vectorial de forzas, de tal xeito que o traballo realizado pola forza do campo ao mover unha carga entre dous puntos é igual á variación da enerxía potencial entre estes dous puntos, cambiada de signo.

$$W = -\Delta E_p$$

Tamén se define outra magnitude escalar, chamada potencial eléctrico, que é igual á enerxía potencial da unidade de carga.

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

O traballo realizado pola forza de campo, cando unha carga se move do punto A ao punto B, é:

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

c) O potencial no infinito é cero, porque se toma como orixe. O traballo que fai a forza de campo cando se traslada unha carga de  $-3 \text{ } \mu\text{C}$  desde o punto P ata o infinito é:

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

P.2. Para o núcleo de uranio,  $^{238}_{92}\text{U}$ , calcula:

- a) O defecto de masa.  
b) A enerxía de enlace nuclear.  
c) A enerxía de enlace por nucleón.

Datos:  $m(^{238}_{92}\text{U}) = 238,051 \text{ u}$ ;  $1 \text{ g} = 6,02 \times 10^{23} \text{ u}$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ;  $m(\text{p}) = 1,007277 \text{ u}$ ;  $m(\text{n}) = 1,008665 \text{ u}$ .  
(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)  $E_{\text{en}} = 1,18 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$ .

### Datos

Masa: uranio-238

protón

neutrón

Unidade de masa atómica

Velocidade da luz no baleiro

### Incógnitas

Defecto de masa

Enerxía de enlace

Enerxía de enlace por nucleón

### Ecuacións

Equivalencia masa enerxía de Einstein

### Cifras significativas: 3

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

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

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

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

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

$\Delta m$

$E_e$

$E_{\text{e n}}$

$E = m \cdot c^2$

### Solución:

a) O defecto de masa é a diferenza entre a masa do núcleo de uranio-238 e a suma das masas dos protóns e neutróns que o forman. O número de protóns é o número atómico, 92, e o de neutróns é 146, a diferenza entre o número másico 238 e o número de protóns 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) A enerxía equivalente calcúlase coa 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) A enerxía de enlace por nucleón calcúlase dividindo entre o número de nucleóns:

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

## OPCIÓN B

C.1. Cando se aproximan dúas cargas do mesmo signo, a enerxía potencial electrostática:

- A) Aumenta.  
B) Diminúe.  
C) Non varía.

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

### Solución: A

A enerxía potencial electrostática de dúas cargas é:

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

Se as cargas son do mesmo signo, a enerxía é positiva. Canto máis pequena sexa a distancia entre as cargas maior será a enerxía.

C.2. A vida media dun núclido radioactivo e o período de semidesintegración son:

- A) Conceptualmente iguais.

- B) Conceptualmente diferentes pero valen o mesmo.  
C) Diferentes, a vida media é maior.

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

**Solución:** C

A vida media  $\tau$  é a esperanza de vida dunha substancia radioactiva. É o valor medio dos tempos que tardarían en desintegrarse todos os núclidos dunha mostra.

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

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 unha integración por partes:

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

Chamando:

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

queda

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

O período de semidesintegración dunha substancia radioactiva é o tempo que transcorre ata que só queda a metade da mostra orixinal. Cando  $t = T_{1/2}$ ,  $N = N_0 / 2$ .

Poñendo na ecuación logarítmica:  $(2 N)$  en lugar de  $N_0$ , e  $T_{1/2}$  en vez de  $t$ , queda:

$$\ln (2 N / N) = \lambda \cdot T_{1/2} \quad \Rightarrow \quad \lambda \cdot T_{1/2} = \ln 2$$

Como  $\ln 2 = 0,693 < 1$ :

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

C.3. Unha onda harmónica de frecuencia 100 Hz propágase a unha velocidade de 300 m·s<sup>-1</sup>. A distancia mínima entre dous puntos que se atopan en fase é:

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

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

**Solución:** B

A lonxitude de onde  $\lambda$  é a distancia mínima entre dous puntos dunha onda que se atopan en fase.

A lonxitude de onde  $\lambda$  está relacionada coa frecuencia  $f$  e coa velocidade de propagación  $v_p$  da onda pola 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. No laboratorio dispónse de: unha bobina, un núcleo de ferro doce, un imán rectangular, un miliamperímetro e cables de conexión. Explica como se pode inducir corrente na bobina e como se pode aumentar a intensidade desa corrente. Fai un esquema da montaxe.

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

### Solución:

Ver: [Prácticas: Orientacións xerais](#) na páxina do Grupo de Traballo de Física.

P.1. O traballo de extracción para o sodio é de 2,50 eV. Calcula:

- A lonxitude de onda da radiación que debemos usar para que a velocidade máxima dos electróns emitidos sexa de  $1,00 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- O potencial de freado.
- A lonxitude de onda de DeBroglie asociada aos electróns emitidos polo metal con velocidade máxima.

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

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

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

### Datos

Traballo de extracción do sodio  
Velocidade dos electróns emitidos  
Constante de Planck  
Velocidade da luz no baleiro  
Masa do electrón  
Carga do electrón

### Cifras significativas: 3

$W_e = 2,50 \text{ eV}$   
 $v = 1,00 \cdot 10^7 \text{ m/s}$   
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$   
 $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m/s}$   
 $m_e = 9,10 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$   
 $|q_e| = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

### Incógnitas

Lonxitude de onda incidente para que a velocidade dos electróns emitidos sexa  $1,00 \cdot 10^7 \text{ m/s}$   
Potencial de freado  
Lonxitude de onda de De Broglie asociada aos electróns

$\lambda$   
 $V$   
 $\lambda_B$

### Outros símbolos

Energía do fotón

$E_f$

### Ecuacións

Ecuación de Planck (energía do fotón)  
Ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico  
Relación entre a frecuencia limiar e o traballo de extracción  
Relación entre a frecuencia dunha onda luminosa e a súa lonxitude de onda  
Energía cinética

$E_f = h \cdot f$   
 $E_f = W_e + E_c$   
 $W_e = h \cdot f_0$   
 $c = f \cdot \lambda$   
 $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$   
 $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$

Lonxitude de onda de De Broglie

### Solución:

a) Calcúlase o traballo de extracción en unidades do S.I.:

$$W_e = 2,50 \text{ [eV]} \cdot \frac{1,60 \cdot 10^{-19} \text{ [C]}}{1 \text{ [e]}} = 4,00 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \text{V} = 4,00 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Calcúlase a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos:

$$E_c = m \cdot v^2 / 2 = 9,10 \cdot 10^{-31} \text{ [kg]} \cdot (1,00 \cdot 10^7 \text{ [m/s]})^2 / 2 = 4,55 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

Calcúlase a enerxía da radiación empregando a [ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico](#):

$$E_f = W_e + E_c = 4,00 \cdot 10^{-19} \text{ [J]} + 4,55 \cdot 10^{-17} \text{ [J]} = 4,59 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

Calcúlase a frecuencia dos fotóns incidentes empregando a ecuación de Planck:

$$E_f = h \cdot f \Rightarrow f = \frac{E_f}{h} = \frac{4,59 \cdot 10^{-17} \text{ [J]}}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ [J} \cdot \text{s]}} = 6,93 \cdot 10^{16} \text{ s}^{-1} = 6,93 \cdot 10^{16} \text{ Hz}$$



Calcúlase a lonxitude de onda dos fotóns empregando a relación entre a frecuencia e a lonxitude de onda:

$$f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8 \text{ [m/s]}}{6,93 \cdot 10^{16} \text{ [s}^{-1}\text{]}} = 4,32 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 4,32 \text{ nm}$$

b) Calcúlase o potencial de freado na ecuación que o relaciona coa enerxía cinética:

$$E_c = |e| \cdot V \Rightarrow V = \frac{E_c}{|e|} = \frac{4,55 \cdot 10^{-17} \text{ [J]}}{1,60 \cdot 10^{-19} \text{ [C]}} = 284 \text{ V}$$

c) Calcúlase a lonxitude de onda asociada aos electróns empregando a ecuación de De Broglie.

A interpretación de Einstein do efecto fotoeléctrico demostrou que a luz se comporta como un chorro de partículas, chamadas fotóns, cuxa enerxía é proporcional á frecuencia:

$$E = h \cdot f$$

No efecto Compton, o fotón compórtase como unha partícula de momento lineal:

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h \cdot f}{c} = \frac{h \cdot f}{\lambda \cdot f} = \frac{h}{\lambda}$$

Como xa estaba establecido que a luz se propaga como unha onda, propúxose que o comportamento era dual: nalgúns experimentos o comportamento da luz parece ser corpuscular e noutros, ondulatorio. De Broglie propuxo que este comportamento dual tamén afecto a calquera partícula. Nalgúns casos o comportamento de certas partículas podería interpretarse como o de ondas cuxa lonxitude de onda asociada  $\lambda$  vén dada pola expresión:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m \cdot v}$$

$h$  é a constante de Planck,  $m$  é a masa da partícula e  $v$  é a súa velocidade.

Calcúlase a lonxitude de onda de De Broglie:

$$\lambda_B = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ [J} \cdot \text{s]}}{9,10 \cdot 10^{-31} \text{ [kg]} \cdot 1,00 \cdot 10^7 \text{ [m/s]}} = 7,29 \cdot 10^{-11} \text{ m} = 72,9 \text{ pm}$$

P.2. Un espello ten 1,5 de aumento lateral cando a cara dunha persoa está a 20 cm dese espello.

- Razoa se ese espello é plano, cóncavo ou convexo.
- Debuxa o diagrama de raios.
- Calcula a distancia focal do espello.

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

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

### Datos (convenio de signos DIN)

Posición do obxecto

Aumento lateral

### Incógnitas

Distancia focal do espello

### Ecuacións

Relación entre a posición da imaxe e a do obxecto nos espellos

Aumento lateral nos espellos

Relación entre a distancia focal e o 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 se o espello é plano, cóncavo ou convexo, calcúlase a distancia focal.

Emprégase a ecuación do aumento lateral para establecer a relación entre a distancia obxecto  $s$  e a distancia imaxe  $s'$ :

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

Polo convenio de signos, os puntos situados á esquerda do espello teñen signo negativo.

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

Substitúense os datos na ecuación dos espellos:

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

A distancia focal calcúlase desdexando:

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

a) O espello é cóncavo, posto que a distancia focal é negativa. O foco atópase á esquerda do espello.

b)

Debúxase un esquema de espello cóncavo (un arco de circunferencia vertical cóncavo cara á esquerda), e sitúase o foco F á esquerda do espello, á metade da distancia entre o espello e o seu centro C.

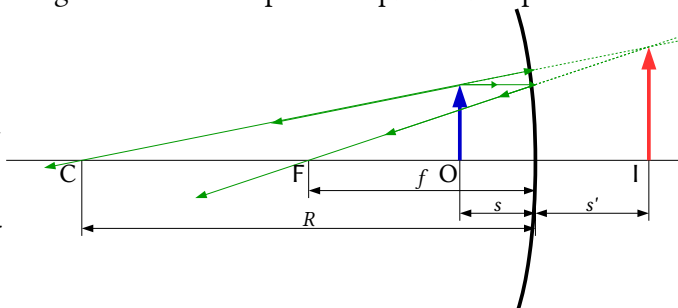
Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto O.

Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:

- Un, horizontal cara ao espello, que se reflicte de maneira que o raio reflectido pasa polo foco F.
- Outro, cara ao espello, que se reflicte sen desviarse pasando polo centro C de curvatura do espello.

Como os raios non se cortan, prológanse alén do espello ata que as súas prolongacións se corten.

O punto de corte é o correspondente á punta da imaxe I. Debúxase unha frecha vertical nese punto.



Cuestións e problemas das [Probas de avaliación de Bacharelato para o acceso á Universidade](#) (A.B.A.U. e P.A.U.) en Galiza.

[Respostas](#) e composición de [Alfonso J. Barbadillo Marán](#).

Algúns cálculos fixéronse cunha [folla de cálculo](#) de [LibreOffice](#) do mesmo autor.

Algunhas ecuacións e as fórmulas orgánicas construíronse coa extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

A tradución ao/desde o galego realizouse coa axuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Procurouse seguir as [recomendacións](#) do Centro Español de Metrología (CEM).

Consultouse ao Copilot de Microsoft Edge e tivéronse en conta algunhas das súas respostas nas cuestións.

Actualizado: 22/03/24