Proba de Avaliación do Bacharelato para o Acceso á Universidade **Código: 23**

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 eV = $1,6\times10^{-19}$ 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 μC, 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 μC desde o punto no que se anula o campo ata o infinito. Dato: $K = 9\cdot10^9$ N·m²·C⁻²

P.2. Para o núcleo de uranio, ${}^{238}_{92}U$, calcula: a) O defecto de masa. b) A enerxía de enlace nuclear. c) A enerxía de enlace por nucleón. Datos: $m({}^{238}_{92}U)$ = 238,051 u; 1 g = $6,02\times10^{23}$ u; $c = 3\times10^8$ m·s⁻¹; m(p) = 1,007277 u; m(n) = 1,008665 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 m·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 disponse 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 $1,00\cdot10^7$ m·s⁻¹. b) O potencial de freado. c) A lonxitude de onda de DeBroglie asociada aos electróns emitidos polo metal con velocidade máxima. Datos: $h = 6,63\times10^{-34}$ J·s; $c = 3\times10^8$ m·s⁻¹; $|q(e)| = 1,6\times10^{-19}$ C; 1 nm = 10^{-9} m; m(e) = $9,1\times10^{-31}$ kg.

P.2. Un espello ten 1,5 de aumento lateral cando a cara dunha persoa está a 20 cm dese espello. a) Razoa 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 λ 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, ΔE, 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 tómase 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, a súa enerxía cinética considérase desprezable[1].
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 ΔE necesaria para situalo no infinito.

$$\Delta E = ½\ m \cdot v_e^2 = (E_c + E_p)_\infty - (E_c + E_p)_s$$
$$\frac{1}{2} m\, v_e^2 = 0 - \left(-G\frac{M \cdot m}{R}\right) = G\frac{M \cdot m}{R}$$

1 Aínda que se atopa en repouso nun sistema de referencia local, o certo é que posúe unha velocidade debido á rotación do astro. Por exemplo, un obxecto en repouso no ecuador da Terra móvese cunha velocidade de uns 460 m/s.

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

$$\overline{\boldsymbol{F}}_B = q\,(\overline{\boldsymbol{v}} \times \overline{\boldsymbol{B}})$$

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 eV = $1{,}6\times10^{-19}$ 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:

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

Lendo os valores na gráfica:

$f_1 = 1{,}0\cdot10^{15}$ Hz $\qquad E_{c1} = 0$ eV $= 0$ J
$f_2 = 1{,}3\cdot10^{15}$ Hz $\qquad E_{c1} = 2$ eV $= 3{,}2\cdot10^{-19}$ J

$$h = \frac{\Delta E_c}{\Delta f} = \frac{(3{,}2\cdot10^{-19} - 0)\ \text{J}}{(1{,}3\cdot10^{15} - 1{,}0\cdot10^{15})\ \text{s}^{-1}} = \frac{(3{,}2\cdot10^{-19} - 0)\ \text{J}}{3\cdot10^{14}\ \text{s}^{-1}} = 1\cdot10^{-33}\ \text{J·s}$$

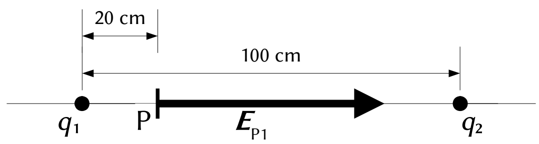
Análise: O resultado do noso cálculo ten unha soa cifra significativa porque o denominador só ten unha cifra significativa. O valor da constante de Planck é h = 6,63·10⁻³⁴ J·s *como pode verse nos datos do problema 1 da opción B. É da mesma orde de magnitude.*

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 μC, 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 μC desde o punto no que se anula o campo ata o infinito.
Dato: $K = 9·10^9$ N·m²·C⁻². *(A.B.A.U. extr. 18)*
Rta.: a) q_2 = 32 μC; b) $V = 4{,}5·10^5$ V; c) W = −1,4 J.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Distancia entre as cargas q_1 e q_2	r_{12} = 1,00 m
Distancia do punto P, no que se anula o campo, á carga q_1	r_{P1} = 20,0 cm = 0,200 m
Valor da carga situada no punto 1	q_1 = 2,00 μC = $2{,}00·10^{-6}$ C
Valor da carga situada no punto P	q = −3,00 μC = $-3{,}00·10^{-6}$ C
Campo eléctrico no punto P	$\vec{E}_P = \vec{0}$
Constante de Coulomb	$K = 9{,}00·10^9$ N·m²·C⁻²
Incógnitas	
Valor da carga q_2	q_2
Potencial eléctrico no punto P	V_P
Traballo para trasladar unha carga de −3 μC desde P ata o infinito	$W_{P→∞}$
Ecuacións	
Campo eléctrico nun punto a unha distancia, r, dunha carga puntual, Q	$\vec{E} = K \dfrac{Q}{r^2} \vec{u}_r$
Principio de superposición	$\vec{E}_A = \sum \vec{E}_{A\,i}$
Potencial eléctrico nun punto a unha distancia, r, dunha carga puntual, Q	$V = K \dfrac{Q}{r}$
Potencial eléctrico nun punto debido a varias cargas	$V = \sum V_i$
Traballo da forza eléctrica ao mover unha carga desde A ata B	$W_{A→B} = q\,(V_A - V_B)$

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 presencia de varias cargas, é a suma vectorial dos campos producidos nese punto por cada carga, coma se o resto das cargas non estivese 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:

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

A distancia entre a carga q_1 e o punto P é: r_{P1} = 20,0 cm = 0,200 m.
O vector unitario do punto P, tomando como orixe o punto 1, é $\bar{\mathbf{i}}$, o vector unitario do eixe X.
Calcúlase o campo no punto P, debido á carga de 2 μC situada no punto 1:

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

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.

$$\overline{\boldsymbol{E}}_{P2} = -4{,}50\cdot 10^5\ \bar{\mathbf{i}}\ \mathrm{N/C}$$

A distancia de q_2 ao punto P é: r_{P2} = 1,00 [m] – 0,200 [m] = 0,80 m
Escríbese a expresión do módulo do campo creado pola carga q_2 no punto P, e substitúense os datos:

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

O valor da carga obtense despexando q_2:

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

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 presencia 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:

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

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

O potencial eléctrico no punto P é a suma:

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

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:

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

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 μC desde o punto P ata o infinito é:

$$W_{P\to\infty} = q\,(V_P - V_\infty) = -3{,}00\cdot10^{-6}\ [\text{C}] \cdot (4{,}5\cdot10^{5} - 0)\ [\text{V}] = -1{,}4\ \text{J}$$

P.2. Para o núcleo de uranio, $^{238}{}_{92}U$, calcula:
a) O defecto de masa.
b) A enerxía de enlace nuclear.
c) A enerxía de enlace por nucleón.
Datos: $m(^{238}{}_{92}U)$ = 238,051 u; 1 g = 6,02×10²³ u; c = 3×10⁸ m·s⁻¹; m(p) = 1,007277 u; m(n) = 1,008665 u.

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

Rta.: a) Δm =1,883 u = 3,128·10⁻²⁷ kg; b) E_e = 2,81·10⁻¹⁰ J/átomo; c) E_{en} = 1,18·10⁻¹² J/nucleón.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Masa: uranio-238	$m(^{238}_{92}U)$ = 238,051 u
protón	$m(^{1}_{1}H)$ = 1,007277 u
neutrón	$m(^{1}_{0}n)$ = 1,008665 u
Unidade de masa atómica	1 g = 6,02·10²³ u
Velocidade da luz no baleiro	c = 3,00·10⁸ m/s
Incógnitas	
Defecto de masa	Δm
Enerxía de enlace	E_e
Enerxía de enlace por nucleón	$E_{e\ n}$
Ecuacións	
Equivalencia masa enerxía de Einstein	$E = m \cdot c^2$

Solución:

a) O defecto de masa é a diferencia 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 diferencia entre o número másico 238 e o número de protóns 92.

$$\Delta m = m(^{238}_{92}U) - 92 \cdot m(^{1}_{1}H) - 146 \cdot m(^{1}_{0}n) = 238{,}051\ [\text{u}] - 92 \cdot 1{,}0073\ [\text{u}] - 146 \cdot 1{,}008665\ [\text{u}] = -1{,}883\ \text{u}$$

$$\Delta m = -1{,}883\ [\text{u}] \cdot \frac{1\ [\text{g}]}{6{,}02\times10^{23}\ [\text{u}]} \cdot \frac{1\ [\text{kg}]}{10^3\ [\text{g}]} = -3{,}13\cdot10^{-27}\ \text{kg}$$

b) A enerxía equivalente calcúlase coa ecuación de Einstein

$$E_e = m \cdot c^2 = 3{,}13\cdot10^{-27}\ [\text{kg}] \cdot (3{,}00\cdot10^{8}\ [\text{m/s}])^2 = 2{,}81\cdot10^{-10}\ \text{J/átomo U}$$

c) A enerxía de enlace por nucleón calcúlase dividindo entre o número de nucleóns

$$E_{en} = \frac{2{,}81\cdot10^{-10}\ [\text{J/átomo U}]}{238\ [\text{nucleóns/átomo U}]} = 1{,}18\cdot10^{-12}\ \text{J/nucleón}$$

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 τ é a esperanza de vida dunha substancia radioactiva. É o valor medio dos tempos que tardarían en desintegrarse todos os núclidos dunha mostra.

$$\tau=\frac{\int_{N_0}^{0} t\cdot dN}{N_0}=\frac{\int_{0}^{\infty} t\cdot(-\lambda N)\,dt}{N_0}$$

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

$$\tau=\frac{\int_{0}^{\infty} t\cdot N_0\cdot e^{-\lambda}t\,dt}{N_0}=\int_0^{\infty} t\cdot e^{-\lambda}t\,dt$$

Debemos realizar unha integración por partes.

$$\int u\,dv=u\cdot v-\int v\,d\,u$$

Chamando: $u = t \Rightarrow \mathrm{d}u = 1$

$\mathrm{d}\,v=e^{-\lambda t}\mathrm{d}\,t \Rightarrow v=-\frac{1}{\lambda}e^{-\lambda t}$

queda

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

O período de semidesintegración é o tempo que tarda en reducirse á metade a cantidade de mostra. Poñendo na ecuación de desintegración N_0 / 2 no lugar de N_0, e $T_{1/2}$ en vez de t, queda:

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

Aplicando logaritmos

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

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

C.3. Unha onda harmónica de frecuencia 100 Hz propágase a unha velocidade de 300 m·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.

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

Solución: B

A lonxitude de onde λ é a distancia mínima entre dous puntos dunha onda que se atopan en fase.
A lonxitude de onde λ está relacionada coa frecuencia f e coa velocidade de propagación v_p da onda pola relación

$$v_p = \lambda \cdot f$$

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

C.4. No laboratorio disponse 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) A lonxitude de onda da radiación que debemos usar para que a velocidade máxima dos electróns emitidos sexa de $1{,}00·10^7$ m·s⁻¹.
b) O potencial de freado.
c) A lonxitude de onda de DeBroglie asociada aos electróns emitidos polo metal con velocidade máxima.
Datos: $h = 6{,}63×10^{-34}$ J·s; $c = 3×10^8$ m·s^{-1}; $|q(e)| = 1{,}6×10^{-19}$ C; 1 nm = 10^{-9} m ; $m(e) = 9{,}1×10^{-31}$.

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

Rta.: a) λ = 4,33 nm; b) V = 284 V; c) λ_B = 72,9 pm.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Traballo de extracción do sodio	W_e = 2,50 eV
Velocidade dos electróns emitidos	$v = 1{,}00·10^7$ m/s
Constante de Planck	$h = 6{,}63·10^{-34}$ J·s
Velocidade da luz no baleiro	$c = 3{,}00·10^8$ m/s
Masa do electrón	$m_e = 9{,}10·10^{-31}$ kg
Carga do electrón	$\|q_e\| = 1{,}60·10^{-19}$ C
Incógnitas	
Lonxitude de onda incidente para que a velocidade dos electróns emitidos sexa $1{,}00·10^7$ m/s	λ
Potencial de freado	V
Lonxitude de onda de De Broglie asociada aos electróns	λ_B
Outros símbolos	
Enerxía do fotón	E_f
Ecuacións	
Ecuación de Planck (enerxía do fotón)	$E_f = h \cdot f$
Ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico	$E_f = W_e + E_c$
Relación entre a frecuencia limiar e o traballo de extracción	$W_e = h \cdot f_0$
Relación entre a frecuencia dunha onda luminosa e a lonxitude de onda	$f = c / \lambda$
Enerxía cinética	$E_c = ½\, m \cdot v^2$
Lonxitude de onda de De Broglie	$\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$

Solución:

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

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

Calcúlase a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos:

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

Calcúlase a enerxía da radiación empregando a ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico

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

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

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

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

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

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 usando a ecuación de De Broglie

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

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

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

Rta.: c) $f = -60$ cm.

Datos (convenio de signos DIN)	***Cifras significativas: 2***
Posición do obxecto	$s = -20\text{ cm} = -0{,}20\text{ m}$
Aumento lateral	$A_L = 1{,}5$
Incógnitas	
Distancia focal do espello	f
Ecuacións	
Relación entre a posición da imaxe e a do obxecto nos espellos	$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$
Aumento lateral nos espellos	$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{-s'}{s}$
Relación entre a distancia focal e o radio de curvatura	$f = R / 2$

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:

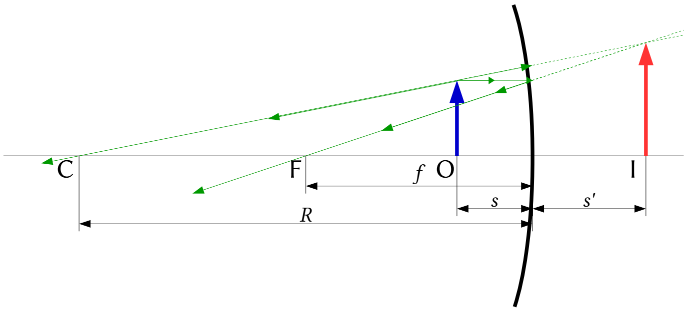
$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{0{,}30\text{ [m]}} + \frac{1}{-0{,}20\text{ [m]}} = \frac{1}{f}$$

A distancia focal calcúlase despexando:

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

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 debúxanse 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, prolónganse 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 Metroloxía (CEM).

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

Actualizado: 20/02/24