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.

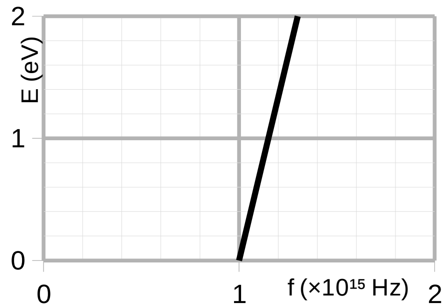
OPCIÓN A

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, 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 ΔE necesaria para situalo no infinito.

$$\Delta E = ½\ m \cdot v_e^2 = (E_c + E_p)_\infty - (E_c + E_p)_s$$

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

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

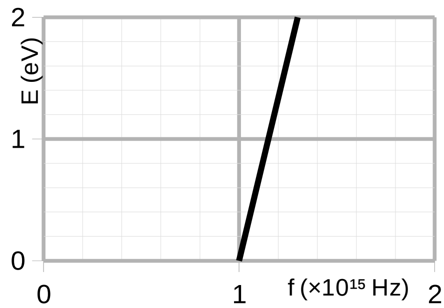
A forza magnética, $\overline{\boldsymbol{F}}_B$, sobre unha carga, q, que se despraza no interior dun campo magnético, $\overline{\boldsymbol{B}}$, cunha velocidade, $\overline{\boldsymbol{v}}$, vén dada pola lei de Lorentz:

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

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:

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

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

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 = $6{,}63\cdot10^{-34}$ 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.

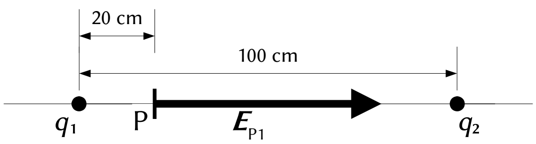
Dato: $K = 9·10^9$ N·m²·C⁻². *(A.B.A.U. extr. 18)*

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	$\vec{E}=K\frac{Q}{r^2}\vec{u}_r$
Principio de superposición	$\vec{E}_A=\sum \vec{E}_{A\,i}$
Potencial eléctrico nun punto a unha distancia, r, dunha carga puntual, Q	$V=K\frac{Q}{r}$
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:

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

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 $\vec{\mathbf{i}}$, o vector unitario do eixe X.

Calcúlase o campo no punto P, debido á carga de 2 μC situada no punto 1:

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

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.

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

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:

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

P.2. Para o núcleo de uranio, $^{238}_{92}\mathrm{U}$, 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.
(A.B.A.U. extr. 18)

Rta.: a) Δm =1,883 u = $3,128\cdot10^{-27}$ kg; b) $E_e = 2,81\cdot10^{-10}$ J/átomo; c) $E_{en} = 1,18\cdot10^{-12}$ J/nucleón.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Masa: uranio-238	$m(^{238}_{92}U)$ = 238,051 u
protón	$m(^1_1H)$ = 1,007277 u
neutrón	$m(^1_0n)$ = 1,008665 u
Unidade de masa atómica	1 g = $6,02\cdot10^{23}$ u
Velocidade da luz no baleiro	$c = 3,00\cdot10^8$ 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.

$$\Delta m = m(^{238}_{92}U) - 92 \cdot m(^1_1H) - 146 \cdot m(^1_0n) = 238,051\ [u] - 92 \cdot 1,0073\ [u] - 146 \cdot 1,008665\ [u] = -1,883\ u$$

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

b) A enerxía equivalente calcúlase coa ecuación de Einstein:

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

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

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

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 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:

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

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

(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	$v = 1{,}00 \cdot 10^7$ m/s
Constante de Planck	$h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s
Velocidade da luz no baleiro	$c = 3{,}00 \cdot 10^8$ m/s
Masa do electrón	$m_e = 9{,}10 \cdot 10^{-31}$ kg
Carga do electrón	$\lvert q_e \rvert = 1{,}60 \cdot 10^{-19}$ C
Incógnitas	
Lonxitude de onda incidente para que a velocidade dos electróns emitidos sexa $1{,}00 \cdot 10^7$ 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 súa lonxitude de onda	$c = f \cdot \lambda$
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:

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

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:

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

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

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

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

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

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 λ 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:

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

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 cm = −0,20 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	$A_{\mathrm{L}}=\frac{y'}{y}=\frac{-s'}{s}$
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':

$$A_{\mathrm{L}}=\frac{y'}{y}=\frac{-s'}{s}=1{,}5$$

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

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

Substitúense os datos na ecuación dos espellos:

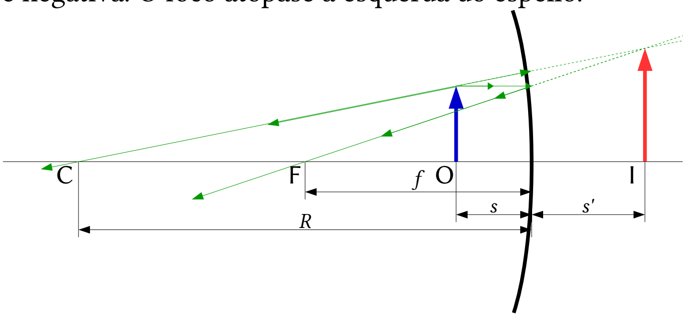
$$\frac{1}{s'}+\frac{1}{s}=\frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{0{,}30\ [\mathrm{m}]}+\frac{1}{-0{,}20\ [\mathrm{m}]}=\frac{1}{f}$$

A distancia focal calcúlase despexando:

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

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*, e de o tradutor da CIXUG.

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: 16/07/24