Proba de Avaliación do Bacharelato para o Acceso á Universidade

Código: 23

ord. 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. As respostas han de ser razoadas.
O/A alumno/a elixirá unha das dúas opcións.

OPCIÓN A

C.1. Para as ondas sonoras, cal das seguintes afirmacións é certa?: A) Propáganse no baleiro. B) Non se poden polarizar. C) Non se poden reflectir.

C.2. Se a masa dun planeta é o dobre da masa da Terra e o raio é catro veces maior que o da Terra, a aceleración da gravidade nese planeta con respecto á da Terra é: A) 1/4. B) 1/8. C) 1/16.

C.3. Se unha partícula cargada de masa desprezable penetra nun campo magnético uniforme cunha velocidade que forma un ángulo de 180° coas liñas do campo, a traxectoria que describe a partícula é: A) Rectilínea. B) Circular. C) Parabólica.

C.4. Fai un esquema da montaxe experimental necesaria para medir a lonxitude de onda dunha luz monocromática e describe o procedemento. Explica que sucede se cambias a rede de difracción por outra co dobre número de liñas por milímetro.

P.1. Unha esfera condutora de raio 4 cm ten unha carga de +8 μC en equilibrio electrostático. Calcula canto valen en puntos que distan 0, 2 e 6 cm do centro da esfera: a) O módulo da intensidade do campo electrostático. b) O potencial electrostático. c) Representa as magnitudes anteriores en función da distancia ao centro da esfera.
DATO: $K = 9 \times 10^9$ N·m²·C⁻².

P.2. O ^{131}I é un isótopo radioactivo que se utiliza en medicina para o tratamento do hipertiroidismo. O seu período de semidesintegración é de 8 días. Se inicialmente se dispón dunha mostra de 20 mg de ^{131}I: a) Calcula a masa que queda sen desintegrar despois de estar almacenada nun hospital 50 días. b) Representa nunha gráfica, de forma cualitativa, a variación da masa en función do tempo. c) Cal é a actividade inicial de 2 mg de ^{131}I?
DATO: $N_A = 6{,}022 \times 10^{23}$ mol⁻¹.

OPCIÓN B

C.1. Se aplicamos o teorema de Gauss ao campo electrostático, o fluxo do campo a través dunha superficie pechada depende: A) Da localización das cargas dentro da superficie gaussiana. B) Da carga neta encerrada pola superficie gaussiana. C) Da carga neta situada tanto dentro como fóra da superficie gaussiana.

C.2. Un satélite describe unha órbita elíptica arredor da Terra. Considerando a súa posición en dous puntos da órbita, cúmprese: A) A velocidade orbital do satélite é a mesma en ambos os puntos. B) A enerxía mecánica do satélite é a mesma en ambos os puntos. C) O momento angular do satélite respecto ao centro da Terra é distinto en ambos os puntos.

C.3. Unha onda incide sobre a superficie de separación de dous medios. As velocidades de propagación da onda no primeiro e segundo medio son, respectivamente, 1750 m·s⁻¹ e 2300 m·s⁻¹. Se o ángulo de reflexión é 45°, o de refracción será: A) 68°. B) 22°. C) 45°. DATO: $c = 3 \times 10^8$ m·s⁻¹.

C.4. Medíronse no laboratorio os seguintes valores para as distancias obxecto e imaxe dunha lente converxente:
Determina o valor da potencia da lente. Estima a súa incerteza.

N.° exp,	1	2	3	4
s(cm)	33,9	39,0	41,9	49,3
s'(cm)	84,7	64,3	58,6	48,0

P.1. Unha radiación monocromática que ten unha lonxitude de onda de 600 nm penetra nunha célula fotoeléctrica de cátodo de cesio cuxo traballo de extracción é $3{,}2 \times 10^{-19}$ J. Calcula: a) A lonxitude de onda limiar para o cesio. b) A enerxía cinética máxima dos electróns emitidos. c) O potencial de freado.
DATOS: $h = 6{,}62 \times 10^{-34}$ J·s; $c = 3 \times 10^8$m·s⁻¹; $q_e = -1{,}6 \times 10^{-19}$ C; 1 nm = 10^{-9} m

P.2. Dous fíos condutores moi longos, rectilíneos e paralelos, dispóñense verticalmente separados 8 cm. Polo condutor situado á esquerda circula unha corrente de intensidade 30 A, e polo situado á dereita, outra de 20 A, ambas cara arriba. Calcula: a) O campo de indución magnética no punto medio entre os dous condutores; b) A forza por unidade de lonxitude exercida sobre un terceiro condutor vertical situado entre os dous condutores iniciais, a 3 cm do condutor da esquerda, polo que circula unha corrente de 10 A dirixida cara abaixo. c) É conservativo o campo magnético creado polo condutor? Xustifícao. DATO: $\mu_0 = 4\,\pi \times 10^{-7}$ T·m·A⁻¹.

Solucións

OPCIÓN A

C.1. Para as ondas sonoras, cal das seguintes afirmacións é certa?:
A) Propáganse no baleiro.
B) Non se poden polarizar.
C) Non se poden reflectir.

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

Solución: B

As ondas sonoras son lonxitudinais porque a dirección na que se propaga o son é a mesma que a dirección na que oscilan as partículas do medio.
Se pensamos no son producido por unha superficie plana (a pel dun tambor, a pantalla dun altofalante), a vibración da superficie empuxa ás partículas do medio (moléculas de aire) que se desprazan ata chocar con outras veciñas e rebotar, na dirección na que oscila a superficie e na que se despraza o son.
A polarización é unha característica das ondas transversais. Unha onda é transversal cando a dirección de oscilación é perpendicular á dirección de propagación da onda. A polarización consiste en que a oscilación da onda ocorre nun único plano.
As ondas sonoras, ao ser lonxitudinais e non transversais, non poden polarizarse.

As outras opcións:
A. Falsa. Non se propagan no baleiro. Un dispositivo que o confirma é un espertador colocado dentro dun recipiente no que se fai o baleiro. Faise soar e vai facéndose o baleiro no recipiente. Vese como o timbre do espertador segue golpeando a campá, pero o son vaise facendo máis débil ata desaparecer.
C. Falsa. Un exemplo é o eco, que consiste no son que ouvimos con atraso respecto ao emitido, porque as ondas sonoras reflectiuse nunha parede ou muro.

C.2. Se a masa dun planeta é o dobre da masa da Terra e o raio é catro veces maior que o da Terra, a aceleración da gravidade nese planeta con respecto á da Terra é:
A) 1/4.
B) 1/8.
C) 1/16.

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

Solución: B

A forza gravitacional, $\overline{\boldsymbol{F}}_G$, que exerce un obxecto de masa M, sobre outro obxecto de masa m que se atopa a unha distancia r, réxese pola lei de Newton da gravitación universal:

$$\vec{\boldsymbol{F}}_G=-G\frac{M\cdot m}{r^2}\vec{\boldsymbol{u}}_r$$

Nesta expresión, G é a constante da gravitación universal, e $\overline{\boldsymbol{u}}_r$, o vector unitario na dirección da liña que une os dous obxectos.
Para un planeta de masa M, e raio R, a expresión, en módulos, da forza gravitacional nun punto da súa superficie é:

$$F_G=G\frac{M\cdot m}{R^2}$$

Se a única forza é a gravitacional, a aceleración da gravidade obtense da segunda lei de Newton, que di que a forza resultante sobre un obxecto produce unha aceleración directamente proporcional á forza, sendo a masa, m, do obxecto a constante de proporcionalidade.

$$\Sigma\overline{\boldsymbol{F}} = m \cdot \overline{\boldsymbol{a}}$$

Expresada para os módulos, queda:

$$\left|\sum\vec{\boldsymbol{F}}\right|=m\cdot|\vec{\boldsymbol{a}}| \Rightarrow F_G=m\cdot g$$

Substituíndo a expresión do módulo F_G, da forza gravitacional, queda:

$$g=\frac{F_G}{m}=\frac{G\frac{M\cdot \cancel{m}}{R^2}}{\cancel{m}}=G\frac{M}{R^2}$$

A aceleración da gravidade, g, nun punto da superficie dun planeta de masa M, e raio R, é directamente proporcional á masa do planeta e inversamente proporcional ao cadrado do seu raio.
Se a masa dun planeta é o dobre da masa da Terra e o raio é catro veces maior que o da Terra, a aceleración, g, da gravidade na súa superficie será a oitava parte da gravidade na Terra.

$$g_P=G\frac{M_P}{R_P^2}=G\frac{2\cdot M_T}{(4\cdot R_T)^2}=\frac{2}{16}G\frac{M_T}{R_T^2}=\frac{g_T}{8}$$

C.3. Se unha partícula cargada de masa desprezable penetra nun campo magnético uniforme cunha velocidade que forma un ángulo de 180° coas liñas do campo, a traxectoria que describe a partícula é:
A) Rectilínea.
B) Circular.
C) Parabólica.

(A.B.A.U. ord. 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:

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

O módulo do produto vectorial dos vectores velocidade e indución magnética é:

$$|\overline{\boldsymbol{v}} \times \overline{\boldsymbol{B}}| = |\overline{\boldsymbol{v}}|\cdot|\overline{\boldsymbol{B}}|\cdot \text{sen}\ \varphi$$

Onde φ é o ángulo que forman eses vectores. Se φ = 180°, entón sen φ = 0 e a forza é nula, polo que a partícula non se desvía. A traxectoria será rectilínea.

C.4. Fai un esquema da montaxe experimental necesaria para medir a lonxitude de onda dunha luz monocromática e describe o procedemento. Explica que sucede se cambias a rede de difracción por outra co dobre número de liñas por milímetro.

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

Solución:

INTERFERENCIA E DIFRACCIÓN en Prácticas: Orientacións xerais do *Grupo de Traballo.*
A separación entre máximos faise o dobre.

P.1. Unha esfera condutora de raio 4 cm ten unha carga de +8 µC en equilibrio electrostático. Calcula canto valen en puntos que distan 0, 2 e 6 cm do centro da esfera:
a) O módulo da intensidade do campo electrostático.
b) O potencial electrostático.
c) Representa as magnitudes anteriores en función da distancia ao centro da esfera.
DATO: $K = 9\cdot10^9$ N·m²·C⁻². *(A.B.A.U. ord. 18)*
Rta.: a) $|\overline{\boldsymbol{E}}_1| = |\overline{\boldsymbol{E}}_2| = 0$; $|\overline{\boldsymbol{E}}_3| = 2{,}00\cdot10^7$ N/C; b) $V_1 = V_2 = 1{,}80\cdot10^6$ V; $V_3 = 1{,}20\cdot10^6$ V.

Datos		***Cifras significativas: 3***
Carga da esfera		Q = 8,00 µC = $8{,}00\cdot10^{-6}$ C
Radio da esfera		R = 4,00 cm = 0,0400 m
Distancias ao centro da esfera:	punto interior 1	r_1 = 0 cm = 0 m
	punto interior 2	r_2 = 2,00 cm = 0,0200 m
	punto exterior	r_3 = 6,00 cm = 0,0600 m
Constante de Coulomb		$K = 9{,}00\cdot10^9$ N·m²·C⁻²

Datos ***Cifras significativas: 3***

Incógnitas

Intensidade do campo eléctrico nos puntos 1, 2 e 3 $\overline{\boldsymbol{E}}_1, \overline{\boldsymbol{E}}_2, \overline{\boldsymbol{E}}_3$

Potencial eléctrico nos puntos 1, 2 e 3 V_1, V_2, V_3

Ecuacións

Campo eléctrico nun punto a unha distancia, *r*, dunha carga puntual, *Q* $\vec{E} = K \dfrac{Q}{r^2} \vec{u}_r$

Potencial eléctrico nun punto a unha distancia, *r*, dunha carga puntual, *Q* $V = K \dfrac{Q}{r}$

Solución:

a) O módulo da intensidade de campo eléctrico nos puntos 1 e 2, que se atopan no interior a 0 e 2 cm do centro da esfera, é nulo porque o condutor atópase en equilibrio e todas as cargas atópanse na superficie da esfera.
O módulo da intensidade de campo eléctrico no punto 3, a 6 cm do centro da esfera, é o mesmo que se a carga fose puntual.
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 $\overline{\boldsymbol{u}}_r$ 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:

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

$$|\vec{E}_3| = 9{,}00 \cdot 10^9 \,[\text{N·m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{8{,}00 \cdot 10^{-6}\,[\text{C}]}{(0{,}0600\,[\text{m}])^2} = 2{,}00 \cdot 10^7 \text{ N/C}$$

b) O potencial eléctrico nos puntos 1 e 2 é o mesmo que o potencial na superficie da esfera, que vale o mesmo que o creado por unha carga puntual, *Q*, situada no centro da esfera:
A ecuación do potencial eléctrico, *V*, nun punto situado a unha distancia, *r*, dunha carga puntual, *Q*, é:

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

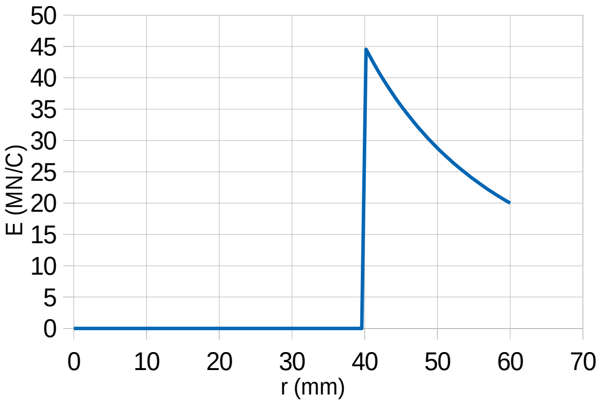
K é a constante de Coulomb.

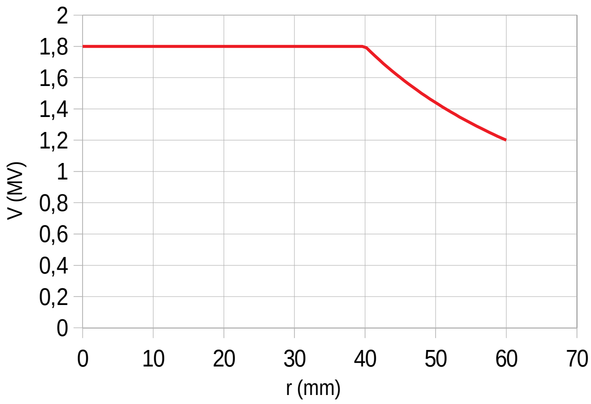
$$V_1 = V_2 = 9{,}00 \cdot 10^9 \,[\text{N·m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{8{,}00 \cdot 10^{-6}\,[\text{C}]}{(0{,}0400\,[\text{m}])} = 1{,}80 \cdot 10^6 \text{ V}$$

O potencial eléctrico no punto 3 é o mesmo que se a carga fose puntual.

$$V_3 = 9{,}00 \cdot 10^9 \,[\text{N·m}^2 \cdot \text{C}^{-2}] \frac{8{,}00 \cdot 10^{-6}\,[\text{C}]}{(0{,}0600\,[\text{m}])} = 1{,}20 \cdot 10^6 \text{ V}$$

c) A gráfica da esquerda representa a variación do valor do campo eléctrico coa distancia ao centro da esfera. O campo vale cero para distancias inferiores ao raio da esfera, é máxima para o raio, e diminúe de forma inversamente proporcional ao cadrado da distancia para valores maiores.
A gráfica da dereita representa a variación do potencial eléctrico coa distancia ao centro da esfera. O potencial é constante para distancias inferiores ou iguais ao raio da esfera, e diminúe de forma inversamente proporcional á distancia para valores maiores.





P.2. O ^{131}I é un isótopo radioactivo que se utiliza en medicina para o tratamento do hipertiroidismo. O seu período de semidesintegración é de 8 días. Se inicialmente se dispón dunha mostra de 20 mg de ^{131}I:

a) Calcula a masa que queda sen desintegrar despois de estar almacenada nun hospital 50 días.

b) Representa nunha gráfica, de forma cualitativa, a variación da masa en función do tempo.

c) Cal é a actividade inicial de 2 mg de ^{131}I?

DATO: $N_A = 6{,}022 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹. *(A.B.A.U. ord. 18)*

Rta.: a) m = 0,263 mg; c) A = 9,22·10¹² Bq.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Período de semidesintegración	$T_{½}$ = 8,00 días = 6,91·10⁵ s
Masa da mostra	m_0 = 20,0 mg
Número de Avogadro	N_A = 6,02·10²³ mol⁻¹
Masa atómica do iodo	M = 131 g/mol
Tempo transcorrido	t = 50 días = 4,32·10⁶ s
Incógnitas	
Masa que queda sen desintegrar despois de 50 días	m
Actividade inicial de 2 mg de ^{131}I	A
Outros símbolos	
Constante de desintegración radioactiva	λ
Ecuacións	
Lei da desintegración radioactiva	$N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$
Relación entre o período de semidesintegración e a constante de desintegración	$T_{½} = \ln 2 / \lambda$
Actividade radioactiva	$A = -\mathrm{d}N / \mathrm{d}t = \lambda \cdot N$

Solución:

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:

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

a) Calcúlase o período de semidesintegración en segundos:

$$T_{1/2} = 8{,}00\ [\text{días}]\ \frac{24{,}0\ [\text{h}]}{1\ [\text{día}]}\ \frac{3600\ [\text{s}]}{1\ [\text{h}]} = 6{,}91 \cdot 10^5\ \text{s}$$

Calcúlase a constante radioactiva a partir do período de semidesintegración:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0{,}693}{6{,}91 \cdot 10^5\ [\text{s}]} = 1{,}00 \cdot 10^{-6}\ \text{s}^{-1}$$

Como a masa, m, é proporcional á cantidade de átomos, N: $(m = N \cdot M / N_A)$, pódese obter unha expresión similar á lei da desintegración radioactiva, $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$, multiplicando ambos os membros por (M / N_A):

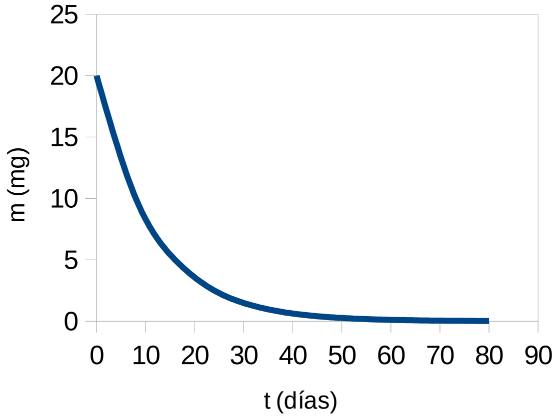
$$N \cdot \frac{M}{N_A} = N_0 \cdot \frac{M}{N_A} e^{-\lambda\ t} \Rightarrow m = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$$

N_A é o número de Avogadro e M é a masa atómica do elemento.

Calcúlase a masa que queda sen desintegrar despois de estar almacenada nun hospital 50 días:

$$m = m_0 e^{-\lambda\, t} = 20{,}0\ [\text{mg}] \cdot e^{-1{,}00 \cdot 10^{-6}\ [\text{s}^{-1}] \cdot 4{,}32 \cdot 10^{6}\ [\text{s}]} = 0{,}263\ \text{mg}$$

b) A gráfica é unha función exponencial decrecente.



c) Para calcular a actividade calcúlase primeiro o número de átomos que hai en 2 mg de ^{131}I.

$$N = 2{,}00 \cdot 10^{-3}\ \text{g}\ ^{131}\text{I} \frac{1\ \text{mol}\ ^{131}\text{I}}{131\ \text{g}\ ^{131}\text{I}} \frac{6{,}02 \cdot 10^{23}\ \text{átomos}\ ^{131}\text{I}}{1\ \text{mol}\ ^{131}\text{I}} \frac{1\ \text{núcleo}\ ^{131}\text{I}}{1\ \text{átomo}\ ^{131}\text{I}} = 9{,}19 \cdot 10^{18}\ \text{núcleos}\ ^{131}\text{I}$$

Calcúlase agora a actividade:

$$A = \lambda \cdot N = 1{,}00 \cdot 10^{-6}\ [\text{s}^{-1}] \cdot 9{,}19 \cdot 10^{18}\ [\text{núcleos}] = 9{,}22 \cdot 10^{12}\ \text{Bq}$$

OPCIÓN B

C.1. Se aplicamos o teorema de Gauss ao campo electrostático, o fluxo do campo a través dunha superficie pechada depende:
A) Da localización das cargas dentro da superficie gaussiana.
B) Da carga neta encerrada pola superficie gaussiana.
C) Da carga neta situada tanto dentro como fóra da superficie gaussiana.

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

Solución: B

O fluxo do vector campo eléctrico, $\overline{\boldsymbol{E}}$, que atravesa unha superficie pechada é:

$$\Phi = \oint\!\!\oint_S \vec{\boldsymbol{E}} \cdot \text{d}\vec{\boldsymbol{S}}$$

O teorema de Gauss di que o fluxo do campo a través dunha superficie pechada é proporcional á carga encerrada:

$$\Phi = \frac{Q_{\text{encerrada}}}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

C.2. Un satélite describe unha órbita elíptica arredor da Terra. Considerando a súa posición en dous puntos da órbita, cúmprese:
A) A velocidade orbital do satélite é a mesma en ambos os puntos.
B) A enerxía mecánica do satélite é a mesma en ambos os puntos.
C) O momento angular do satélite respecto ao centro da Terra é distinto en ambos os puntos.

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

Solución: B

O campo gravitacional é un campo de forzas conservativo. O traballo da forza gravitacional, cando unha masa se despraza dun punto 1 a un punto 2, é independente do camiño seguido e só depende dos puntos inicial e final.

Defínese unha magnitude chamada enerxía potencial, E_p, de forma que o traballo, W, da forza gravitacional é igual á variación (cambiada de signo) da enerxía potencial.

$$W_{1\rightarrow 2} = E_{p1} - E_{p2} = -\Delta E_p$$

O traballo da forza resultante é, polo principio da enerxía cinética, igual á variación da enerxía cinética:

$$W(\text{resultante}) = E_{c2} - E_{c1} = \Delta E_c$$

Se a única forza que realiza traballo é a forza gravitacional, ámbolos dous traballos son iguais:

$$W_{1\rightarrow 2} = W(\text{resultante})$$

$$E_{p1} - E_{p2} = E_{c2} - E_{c1}$$

Agrupando termos:

$$E_{p1} + E_{c1} = E_{p2} + E_{c2}$$

Consérvase a enerxía mecánica (suma das enerxías cinética e potencial).

As outras opcións:
A e C. Falsas. O momento angular do satélite respecto da Terra é constante.
Como o momento angular é constante, ao variar a distancia, $\overline{\boldsymbol{r}}$, do satélite á Terra, tamén variará a súa velocidade, $\overline{\boldsymbol{v}}$.

C.3. Unha onda incide sobre a superficie de separación de dous medios. As velocidades de propagación da onda no primeiro e segundo medio son, respectivamente, 1750 m·s⁻¹ e 2300 m·s⁻¹. Se o ángulo de reflexión é 45°, o de refracción será:
A) 68°.
B) 22°.
C) 45°.

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

Solución: A

Datos	***Cifras significativas: 3***
Velocidade da onda no primeiro medio	$v_1 = 1750 \text{ m·s}^{-1}$
Velocidade da onda no segundo medio	$v_2 = 2300 \text{ m·s}^{-1}$
Ángulo de reflexión	$\theta_{rx} = 45{,}0°$
Incógnitas	
Ángulo de refracción	θ_r
Ecuacións	
Índice de refracción dun medio i no que a luz se despraza á velocidade v_i	$n_i = \dfrac{c}{v_i}$
Lei de Snell da refracción	$n_i \cdot \text{sen } \theta_i = n_r \cdot \text{sen } \theta_r$

Solución:

Para calcular o ángulo de refracción haberá que aplicar a lei de Snell da refracción:

$$n_i \cdot \text{sen } \theta_i = n_r \cdot \text{sen } \theta_r$$

Como os datos son as velocidades de propagación da onda en ambos os medios, reescribimos esta ecuación en función das velocidades, tendo en conta que:

$$n_i = \frac{c}{v_i}$$

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{v_1} = \frac{\text{sen } \theta_2}{v_2}$$

A lei de Snell da reflexión di que os ángulos de incidencia e de reflexión son iguais. Por tanto o ángulo de incidencia vale $\theta_i = 45{,}0°$.

A ecuación anterior queda:

$$\frac{\text{sen } 45{,}0°}{1750}=\frac{\text{sen } \theta_2}{2300}$$

$$\text{sen } \theta_r = 0{,}929$$

$$\theta_i = \text{arcsen } 0{,}929 = 68{,}3°$$

C.4. Medíronse no laboratorio os seguintes valores para as distancias obxecto e imaxe dunha lente converxente:

N.° exp,	1	2	3	4
s(cm)	33,9	39,0	41,9	49,3
s'(cm)	84,7	64,3	58,6	48,0

Determina o valor da potencia da lente. Estima a súa incerteza.

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

Solución:

Substitúense os valores de s e s' na ecuación das lentes

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

Calcúlase o inverso da distancia focal (potencia) e o valor da distancia focal para cada par de datos.

s (cm)	s' (cm)		s (m)	s' (m)		$1/s$ (m⁻¹)	$1/s'$ (m⁻¹)		$1/f$ (m⁻¹)	f (m)
−33,9	84,7		−0,339	0,847		−2,95	1,18		4,13	0,242
−39,0	64,3		−0,390	0,643		−2,56	1,56		4,12	0,243
−41,9	58,6		−0,419	0,586		−2,39	1,71		4,09	0,244
−49,3	48,0		−0,493	0,480		−2,03	2,08		4,11	0,243

O valor medio da potencia é: $P = 1 / f = 4{,}11\ \text{m}^{-1} = 4{,}11$ dioptrías.

A estimación das incertezas limítase ao uso apropiado das cifras significativas.

$$P = (4{,}11 \pm 0{,}01) \text{ dioptrías.}$$

P.1. Unha radiación monocromática que ten unha lonxitude de onda de 600 nm penetra nunha célula fotoeléctrica de cátodo de cesio cuxo traballo de extracción é $3{,}2\times10^{-19}$ J. Calcula:

a) A lonxitude de onda limiar para o cesio.
b) A enerxía cinética máxima dos electróns emitidos.
c) O potencial de freado.

DATOS: $h = 6{,}62\times10^{-34}$ J·s; $c = 3\times10^{8}$ m·s⁻¹; $q_e = -1{,}6\times10^{-19}$ C; 1 nm = 10^{-9} m. *(A.B.A.U. ord. 18)*

Rta.: a) $\lambda_0 = 621$ nm; b) $E_c = 1{,}1\cdot10^{-20}$ J; c) $V = 0{,}069$ V.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Lonxitude de onda da radiación	$\lambda = 600\text{ nm} = 6{,}00\cdot10^{-7}\text{ m}$
Traballo de extracción do metal	$W_e = 3{,}20\cdot10^{-19}\text{ J}$
Constante de Planck	$h = 6{,}62\cdot10^{-34}\text{ J·s}$
Velocidade da luz no baleiro	$c = 3{,}00\cdot10^{8}\text{ m/s}$
Carga do electrón	$q_e = -1{,}60\cdot10^{-19}\text{ C}$
Incógnitas	
Lonxitude de onda limiar	λ_0
Enerxía cinética máxima coa que son emitidos os electróns	E_c
Potencial de freado	V

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 dunha onda luminosa e a súa lonxitude de onda	$c = f \cdot \lambda$
Enerxía cinética	$E_c = ½\ m \cdot v^2$
Relación entre a enerxía cinética dos electróns e o potencial de freado	$E_c = \|e\| \cdot V$

Solución:

Cando a luz interactúa co metal da célula fotoeléctrica faino coma se fose un chorro de partículas chamadas fotóns (paquetes de enerxía).
Cada fotón choca cun electrón e transmítelle toda a súa enerxía.
Para que se produza efecto fotoeléctrico, os electróns emitidos deben ter enerxía suficiente para chegar ao anticátodo, o que ocorre cando a enerxía do fotón é maior que o traballo de extracción, que é unha característica do metal.
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:

$$E_f = h \cdot f$$

h é a constante de Planck e ten un valor moi pequeno: $h = 6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s.

a) A lonxitude de onda limiar corresponde a unha radiación coa enerxía mínima para provocar o efecto fotoeléctrico.
Na ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico substitúese a enerxía do fotón polo seu equivalente na ecuación de Planck:

$$\left.\begin{array}{l} E_f = W_e + E_c \\ E_f = h \cdot f \end{array}\right\} h \cdot f = W_e + E_c$$

A radiación que teña a frecuencia limiar terá a enerxía estritamente necesaria para arrincar o electrón, pero non sobrará nada para comunicarlle enerxía cinética.

$$h \cdot f_0 = W_e + 0$$

A relación entre a frecuencia limiar e o traballo de extracción é:

$$W_e = h \cdot f_0$$

Calcúlase a frecuencia, despexándoa da relación anterior:

$$f_0 = \frac{W_e}{h} = \frac{3{,}20 \cdot 10^{-19}\ [\mathrm{J}]}{6{,}62 \cdot 10^{-24}\ [\mathrm{J \cdot s}]} = 4{,}83 \cdot 10^{14}\ \mathrm{s}^{-1}$$

Calcúlase a lonxitude de onda limiar, despexándoa na relación entre frecuencia e lonxitude de onda:

$$\lambda_0 = \frac{c}{f_0} = \frac{3{,}00 \cdot 10^8\ [\mathrm{m \cdot s^{-1}}]}{4{,}83 \cdot 10^{14}\ [\mathrm{s^{-1}}]} = 6{,}21 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{m} = 621\ \mathrm{nm}$$

c) Para calcular a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos emprégase ecuación de Einstein:

$$E_c = E_f - W_e$$

Calcúlase antes a enerxía dos fotóns, despois de substituír a frecuencia pola súa expresión en función da lonxitude de onda:

$$E_f = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = \frac{6{,}62 \cdot 10^{-34}\ [\mathrm{J \cdot s}] \cdot 3{,}00 \cdot 10^8\ [\mathrm{m \cdot s^{-1}}]}{6{,}00 \cdot 10^{-7}\ [\mathrm{m}]} = 3{,}31 \cdot 10^{-19}\ \mathrm{J}$$

Calcúlase entón a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos:

$$E_c = 3{,}31 \cdot 10^{-19}\ [\mathrm{J}] - 3{,}20 \cdot 10^{-19}\ [\mathrm{J}] = 1{,}1 \cdot 10^{-20}\ \mathrm{J}$$

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

$$E_c = |e| \cdot V \Rightarrow V = \frac{E_c}{|e|} = \frac{1{,}1 \cdot 10^{-20}\ [\text{J}]}{1{,}60 \cdot 10^{-19}\ [\text{C}]} = 0{,}069\ \text{V}$$

P.2. Dous fíos condutores moi longos, rectilíneos e paralelos, disponse verticalmente separados 8 cm. Polo condutor situado á esquerda circula unha corrente de intensidade 30 A, e polo situado á dereita, outra de 20 A, ambas cara arriba. Calcula:

a) O campo de indución magnética no punto medio entre os dous condutores.

b) A forza por unidade de lonxitude exercida sobre un terceiro condutor vertical situado entre os dous condutores iniciais, a 3 cm do condutor da esquerda, polo que circula unha corrente de 10 A dirixida cara abaixo.

c) É conservativo o campo magnético creado polo condutor? Xustifícao.

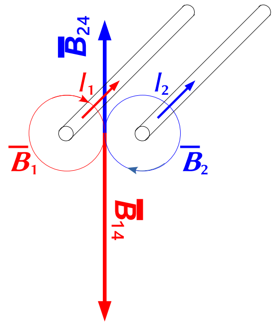
DATO: $\mu_0 = 4\ \pi \times 10^{-7}\ \text{T·m·A}^{-1}$. *(A.B.A.U. ord. 18)*

Rta.: a) $|\overline{\boldsymbol{B}}| = 5{,}00·10^{-5}$ T; b) $\overline{\boldsymbol{F}} / l = 1{,}2·10^{-3}$ N/m cara ao 2º condutor.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Intensidade de corrente polo condutor 1	$I_1 = 30{,}0$ A
Intensidade de corrente polo condutor 2	$I_2 = 20{,}0$ A
Distancia entre os condutores	$d = 8{,}00$ cm $= 0{,}0800$ m
Permeabilidade magnética do baleiro	$\mu_0 = 4\ \pi \cdot 10^{-7}\ \text{T·m·A}^{-1}$
Intensidade de corrente polo condutor 3	$I_C = 10{,}0$ A
Distancia do condutor 3 ao condutor 1	$d_{31} = 3{,}00$ cm $= 0{,}0300$ m
Incógnitas	
Campo magnético no punto medio entre os dous condutores	$\overline{\boldsymbol{B}}$
Forza por unidade de lonxitude exercida sobre un condutor 3 a 3 cm do 1	$\overline{\boldsymbol{F}}_3$
Ecuacións	
Lei de Biot-Savart: campo magnético, $\overline{\boldsymbol{B}}$, creado a unha distanciar r, por un condutor recto polo que circula unha intensidade de corrente, I	$B = \dfrac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}$
Principio de superposición:	$\overline{\boldsymbol{B}} = \Sigma \overline{\boldsymbol{B}}_i$
Lei de Laplace: forza magnética que exerce un campo magnético, $\overline{\boldsymbol{B}}$, sobre un tramo, l, de condutor recto polo que circula unha intensidade de corrente, I	$\overline{\boldsymbol{F}}_B = I\,(\overline{\boldsymbol{l}} \times \overline{\boldsymbol{B}})$

Solución:

a) O valor do campo magnético $\overline{\boldsymbol{B}}$ creado a unha distancia r por un condutor recto polo que circula unha intensidade de corrente I vén dado pola lei de Biot-Savart:



$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}$$

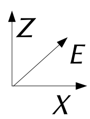
O campo magnético creado por un condutor rectilíneo é circular e o seu sentido vén dado pola regra da man dereita: o sentido do campo magnético é o de peche da man dereita cando o polgar apunta no sentido da corrente.

No diagrama debúxanse os campos magnéticos $\overline{\boldsymbol{B}}_1$ e $\overline{\boldsymbol{B}}_2$ creados por ámbolos dous condutores no punto medio 4.

O campo magnético creado polo condutor 1 no punto 4 equidistante de ámbolos dous condutores é:

$$\vec{\boldsymbol{B}}_{1\to 4} = \frac{\mu_0 \cdot I_1}{2\pi \cdot r_{14}}(-\vec{\mathbf{k}}) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}\ [\text{T·m·A}^{-1}] \cdot 30{,}0\ [\text{A}]}{2\pi \cdot 0{,}0400\ [\text{m}]}(-\vec{\mathbf{k}}) = -1{,}50 \cdot 10^{-4}\ \vec{\mathbf{k}}\ \text{T}$$

O campo magnético creado polo condutor 2 no punto 4 equidistante de ámbolos dous condutores é:

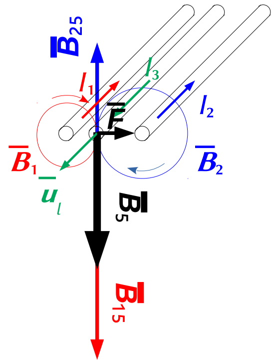


$$\vec{\boldsymbol{B}}_{2\to 4} = \frac{\mu_0 \cdot I_B}{2\pi \cdot r_{24}}\vec{\mathbf{k}} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}\ [\text{T·m·A}^{-1}] \cdot 20{,}0\ [\text{A}]}{2\pi \cdot 0{,}0400\ [\text{m}]}\vec{\mathbf{k}} = 1{,}00 \cdot 10^{-4}\ \vec{\mathbf{k}}\ \text{T}$$

O campo magnético resultante é a suma vectorial de ambos:

$$\overline{\boldsymbol{B}} = \overline{\boldsymbol{B}}_{1\to 4} + \overline{\boldsymbol{B}}_{2\to 4} = -1{,}50·10^{-4}\ \overline{\mathbf{k}}\ [\text{T}] + 1{,}00·10^{-4}\ \overline{\mathbf{k}}\ [\text{T}] = -5{,}00·10^{-5}\ \overline{\mathbf{k}}\ \text{T}$$

b) No diagrama debúxanse os campos magnéticos $\overline{\boldsymbol{B}}_1$ e $\overline{\boldsymbol{B}}_2$ creados por ambos os condutores no punto 5, situado a 3 cm do condutor da esquerda.



O campo magnético creado polo condutor 1 no punto 5, a 3 cm del é:

$$\vec{B}_{1\to5}=\frac{\mu_0\cdot I_1}{2\pi\cdot r_{15}}(-\vec{\mathbf{k}})=\frac{4\pi\cdot10^{-7}\,[\mathrm{T{\cdot}m{\cdot}A^{-1}}]\cdot30{,}0\,[\mathrm{A}]}{2\pi\cdot0{,}0300\,[\mathrm{m}]}(-\vec{\mathbf{k}})=-2{,}00\cdot10^{-4}\,\vec{\mathbf{k}}\ \mathrm{T}$$

O campo magnético creado polo condutor 2 no punto 5, a 5 cm del é:

$$\vec{B}_{2\to5}=\frac{\mu_0\cdot I_B}{2\pi\cdot r_{25}}\vec{\mathbf{k}}=\frac{4\pi\cdot10^{-7}\,[\mathrm{T{\cdot}m{\cdot}A^{-1}}]\cdot20{,}0\,[\mathrm{A}]}{2\pi\cdot0{,}0500\,[\mathrm{m}]}\vec{\mathbf{k}}=8{,}00\cdot10^{-5}\,\vec{\mathbf{k}}\ \mathrm{T}$$

O campo magnético resultante é a suma vectorial de ambos:

$$\overline{\boldsymbol{B}}_5=\overline{\boldsymbol{B}}_{1\to5}+\overline{\boldsymbol{B}}_{2\to5}=-2{,}00\cdot10^{-4}\,\overline{\mathbf{k}}\,[\mathrm{T}]+8{,}00\cdot10^{-5}\,\overline{\mathbf{k}}\,[\mathrm{T}]=-1{,}20\cdot10^{-4}\,\overline{\mathbf{k}}\ \mathrm{T}$$

A forza por unidade de lonxitude que se exerce sobre un condutor 3 situado no punto 5 é:

$$\frac{\vec{F}}{l}=\frac{I\,(\vec{l}\times\vec{B}_5)}{l}=I\,(\vec{u}_l\times\vec{B}_5)=10{,}0\,[\mathrm{A}]\,(-\vec{\mathbf{j}}\times(-1{,}2\cdot10^{-4}\,\vec{\mathbf{k}}\,[\mathrm{T}]))=1{,}2\cdot10^{-3}\,\vec{\mathbf{i}}\ \mathrm{N/m}$$

Está dirixida cara ao condutor 2 porque o sentido da corrente é o contrario que o dos outros condutores.
Análise: Os condutores que transportan a corrente no mesmo sentido atráense e os que o fan en sentido oposto repélense. Aínda que sufre a repulsión de ambos os dous condutores, a forza maior é a do condutor polo que circula maior intensidade e se atopa mais cerca, ou sexa o 1.

c) Non. Para que un campo vectorial sexa conservativo, a circulación do campo ao longo dunha liña pechada debe ser nula, o que é equivalente a dicir que a circulación entre dous puntos A e B é independente do camiño seguido, só dependería dos puntos A e B.
O campo magnético, $\overline{\boldsymbol{B}}$, non é conservativo. A circulación do vector $\overline{\boldsymbol{B}}$ ao longo dunha liña l pechada non é nula. Pola lei de Ampère.

$$\oint\vec{B}\,\mathrm{d}\,\vec{l}=\mu_0\sum I$$

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