CIUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA

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

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA 2021

FÍSICA

O exame consta de 8 preguntas de 2 puntos, das que poderá responder un **MÁXIMO DE 5**, combinadas como queira. Se responde máis preguntas das permitidas, **só se corrixirán as 5 primeiras respondidas.**

PREGUNTA 1. Responda indicando e xustificando a opción correcta:
1.1. Dado un planeta esférico de masa M, con raio a metade do raio terrestre e igual densidade que a Terra, a relación entre a velocidade de escape dun obxecto desde a superficie do planeta respecto á velocidade de escape do devandito obxecto desde a superficie da Terra é: A) 0,5. B) 0,7. C) 4.
1.2. A ecuación de Einstein $E = m \cdot c^2$ implica que: A) Unha masa m necesita unha enerxía E para poñerse en movemento. B) A enerxía E é a que ten unha masa m cando vai á velocidade da luz. C) E é a enerxía equivalente a unha masa m.

PREGUNTA 2. Responda indicando e xustificando a opción correcta:
2.1. A unha esfera metálica comunícaselle unha carga positiva. O campo eléctrico: A) Aumenta linealmente desde o centro da esfera ata a superficie. B) É nulo no interior e constante no exterior da esfera. C) É máximo na superficie da esfera e nulo no interior.
2.2. Obsérvase que o número de núcleos N_0 inicialmente presentes nunha mostra de isótopo radioactivo queda reducida a $N_0/16$ ao cabo de 24 horas. O período de semidesintegración é: A) 4 h. B) 6 h. C) 8,6 h.

PREGUNTA 3. Responda indicando e xustificando a opción correcta:
3.1. Dúas partículas con cargas, respectivamente, Q_1 e Q_2, describen traxectorias circulares de igual raio nunha rexión na que hai un campo magnético estacionario e uniforme. Ambas as partículas: A) Deben ter a mesma masa. B) Deben ter a mesma velocidade. C) Non é necesario que teñan a mesma masa nin velocidade.
3.2. No fondo dun recipiente cheo de auga atópase un tesouro. A distancia aparente entre o tesouro e a superficie é de 30 cm. Cal é a profundidade do recipiente?: A) 30 cm. B) Maior de 30 cm. C) Menor de 30 cm. DATOS: n(aire) = 1; n(auga) = 1,33.

PREGUNTA 4. Desenvolva esta práctica:
Nunha experiencia para medir h, ao iluminar unha superficie metálica cunha radiación de lonxitude de onda $\lambda = 200\times10^{-9}$ m, o potencial de freado para os electróns é de 1,00 V. Se $\lambda = 175\times10^{-9}$ m, o potencial de freado é 1,86 V. a) Determine o traballo de extracción do metal. b) Represente o valor absoluto do potencial de freado fronte á frecuencia e obteña da dita representación o valor da constante de Planck.
Datos: $|q_e| = 1{,}6\times10^{-19}$ C; $c = 3\times10^8$ m·s^{-1}.

PREGUNTA 5. Resolva este problema:
En 1969 a nave Apolo 11 orbitou arredor da Lúa a unha distancia media do centro da Lúa de 1850 km. Se a masa da Lúa é de $7{,}36\times10^{22}$ kg e supoñendo que a órbita foi circular, calcule: a) A velocidade orbital do Apolo 11. b) O período con que a nave describe a órbita. Dato: $G = 6{,}67\times10^{-11}$ N·m²·kg^{-2}.

PREGUNTA 6. Resolva este problema:
Por un fío condutor rectilíneo e infinitamente longo, situado sobre o eixe X circula unha corrente eléctrica no sentido positivo do eixe. O valor do campo magnético producido pola devandita corrente é de 6×10^{-5} T no punto A(0, $-y_A$, 0), e de 8×10^{-5} T no punto B(0, $+y_B$, 0). Sabendo que $y_A + y_B = 21$ cm, determine: a) A intensidade que circula polo fío condutor. b) O módulo e a dirección do campo magnético producido pola devandita corrente no punto de coordenadas (0, 8, 0) cm. Dato: $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ T·m·A^{-1}.

PREGUNTA 7. Resolva este problema:
Unha onda harmónica transversal de frecuencia 2 Hz, lonxitude de onda 20 cm e amplitude 4 cm, propágase por unha corda no sentido positivo do eixe X. No intre $t = 0$, a elongación no punto $x = 0$ é y = 2,83 cm. a) Expese matematicamente a onda e represéntea graficamente en ($t = 0$; $0 < x < 40$ cm). b) Calcule a velocidade de propagación da onda e determine, en función do tempo, a velocidade de oscilación transversal da partícula situada en $x = 5$ cm.

PREGUNTA 8. Resolva este problema:
Un obxecto de 4,0 cm de altura está situado a 20,0 cm dunha lente diverxente de 20,0 cm de distancia focal. a) Calcule a potencia da lente e a altura da imaxe. b) Realice o diagrama de raios e indique as características da imaxe.

Solucións

1.1. Dado un planeta esférico de masa M, con raio a metade do raio terrestre e igual densidade que a Terra, a relación entre a velocidade de escape dun obxecto desde a superficie do planeta respecto á velocidade de escape do devandito obxecto desde a superficie da Terra é:
A) 0,5.
B) 0,7.
C) 4.

(A.B.A.U. extr. 21)

Solución: A

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:

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

A densidade é a masa da unidade de volume dun corpo. Como o volume dunha esfera de raio R é $V = 4/3\ \pi\ R^3$, a masa, M, dunha esfera de raio R e densidade ρ é:

$$M = V \cdot \rho = 4/3\ \pi\ R^3 \cdot \rho$$

Substituíndo esta expresión na velocidade de escape da Terra:

$$v_{eT} = \sqrt{2\, G \frac{M_T}{R_T}} = \sqrt{2\, G \frac{4/3 \pi R_T^3 \cdot \rho}{R_T}} = \sqrt{8/3 \pi\, G\, R_T^2 \cdot \rho}$$

A expresión semellante para o planeta P de masa M sería:

$$v_{eP} = \sqrt{8/3 \pi\, G\, R_P^2 \cdot \rho}$$

Dividindo a segunda expresión entre a primeira, quedaría:

$$\frac{v_{eP}}{v_{eT}}=\sqrt{\frac{\cancel{8/3\pi G\rho}\cdot R_P^2}{\cancel{8/3\pi G\rho}\cdot R_T^2}}=\frac{R_P}{R_T}$$

Como $R_P = ½\ R_T$

$$\frac{v_{eP}}{v_{eT}}=\frac{R_P}{R_T}=\frac{1/2\ \cancel{R_T}}{\cancel{R_T}}=\frac{1}{2}=0{,}5$$

1.2. A ecuación de Einstein $E = m \cdot c^2$ implica que:
A) Unha masa *m* necesita unha enerxía *E* para poñerse en movemento.
B) A enerxía *E* é a que ten unha masa *m* cando vai á velocidade da luz.
C) *E* é a enerxía equivalente a unha masa *m*.

(A.B.A.U. extr. 21)

Solución: C

A ecuación de Einstein establece a relación entre masa e enerxía.

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

E representa a enerxía dunha partícula e *m* é a súa masa. Masa e enerxía son aspectos equivalentes. Pódese dicir que *E* é a enerxía que se pode obter dunha masa *m* se se desintegrase.

2.1. Unha esfera metálica cárgase positivamente atopándose en equilibrio electrostático. O campo eléctrico será:
A) Nulo no interior e constante no exterior da esfera.
B) Máximo na superficie e nulo no interior.
C) Aumenta linealmente dende o centro da esfera.

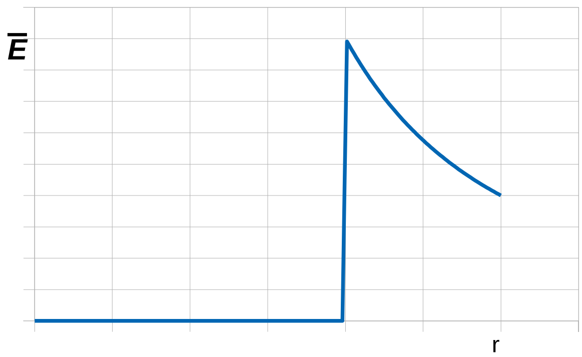
(A.B.A.U. extr. 21)

Solución: B

A intensidade, $\overline{\boldsymbol{E}}$, de campo eléctrico no interior dun condutor metálico en equilibrio é nula. Se non fose así, as cargas desprazaríanse debido á forza do campo.
O campo eléctrico no exterior é igual que o campo creado por unha carga puntual situada no centro da esfera, o seu valor diminúe co cadrado da distancia ao centro:

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

Como a carga é positiva, o valor é máximo na superficie.



2.2. Obsérvase que o número de núcleos N_0 inicialmente presentes nunha mostra de isótopo radioactivo queda reducida a $N_0/16$ ao cabo de 24 horas. O período de semidesintegración é:
A) 4 h.
B) 6 h.
C) 8,6 h.

(A.B.A.U. extr. 21)

Solución: B

O período de semidesintegración dunha sustancia radioactiva é o tempo que transcorre ata que só queda a metade da mostra orixinal. É un valor constante.
A lei de desintegración radioactiva pode resumirse na ecuación:

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

Sendo λ a constante de desintegración.
Para atopar a relación co período $T_{½}$ de semidesintegración sacamos logaritmos:

$$-\ln (N / N_0) = \lambda \cdot t$$

$$-\ln \frac{(N_0/16)}{N_0} = -\ln \frac{1}{16} = \ln 16 = 2{,}77 = \lambda \cdot 24[\text{h}]$$

$$\lambda = \frac{2{,}77}{24[\text{h}]} = 0{,}116 \text{ h}^{-1}$$

Para $t = T_{½}$, $N = N_0 / 2$,

$$-\ln \frac{(N_0/2)}{N_0} = \lambda\, T_{1/2}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0{,}693}{0{,}116\,[\text{h}^{-1}]} = 6 \text{ h}$$

Análise: Se o período de semidesintegración é de 6 *horas, ao cabo de* 24 / 6 = 4 *períodos de semidesintegración quedarán* $N_0 \cdot (1 / 2)^4 = 1 / 16\ N_0$.

3.1. Dúas partículas con cargas, respectivamente, Q_1 e Q_2, describen traxectorias circulares de igual raio nunha rexión na que hai un campo magnético estacionario e uniforme. Ambas as partículas:
A) Deben ter a mesma masa.
B) Deben ter a mesma velocidade.
C) Non é necesario que teñan a mesma masa nin velocidade.

(A.B.A.U. extr. 21)

Solución: C

Se só actúa a forza magnética:

$$\Sigma \overline{\boldsymbol{F}} = \overline{\boldsymbol{F}}_B$$

Aplicando a 2.ª lei de Newton:

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

$$F_B = m \cdot a = m \cdot a_{\text{N}} = m \frac{v^2}{R}$$

Usando a expresión da lei de Lorentz (en módulos) para a forza magnética:

$$|q| \cdot B \cdot v \cdot \operatorname{sen} \varphi = m \frac{v^2}{R}$$

Como as partículas entran perpendicularmente ao campo, sen $\varphi = 1$.
Despexando o raio, *R:*

$$R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$$

Se as cargas son distintas, para que o raio sexa o mesmo, deber ter momentos lineais, m · v, proporcionais ás cargas. Pero non é necesario que teñan a mesma masa ou velocidade.

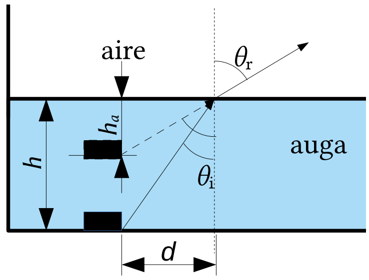
$$\frac{m_1 \cdot v_1}{Q_q} = \frac{m_2 \cdot v_2}{Q_2} = R \cdot B = \text{constante}$$

3.2. No fondo dun recipiente cheo de auga atópase un tesouro. A distancia aparente entre o tesouro e a superficie é de 30 cm. Cal é a profundidade do recipiente?:
A) 30 cm.
B) Maior de 30 cm.
C) Menor de 30 cm.

Datos: n(aire) = 1; n(auga) = 1,33. *(A.B.A.U. extr. 21)*

Solución: B

Aplicando a lei de Snell da refracción:



$$1,33 \cdot \text{sen}\ \theta_i = 1,00 \cdot \text{sen}\ \theta_r$$

Por tanto:

$$\text{sen}\ \theta_i < \text{sen}\ \theta_r$$

$$\theta_i < \theta_r$$

Á vista do debuxo debe cumprirse que: $h > h_a$

4. Nunha experiencia para medir h, ao iluminar unha superficie metálica cunha radiación de lonxitude de onda $\lambda = 200 \times 10^{-9}$ m, o potencial de freado para os electróns é de 1,00 V. Se $\lambda = 175 \times 10^{-9}$ m, o potencial de freado é 1,86 V.
   a) Determina o traballo de extracción do metal.
   b) Representa o valor absoluto do potencial de freado fronte á frecuencia e obtén da dita representación o valor da constante de Planck.
   Datos: $|q_e| = 1,6 \times 10^{-19}$ C; $c = 3 \times 10^8$ m·s⁻¹. *(A.B.A.U. extr. 21)*

Solución:

a) 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.
O potencial de freado V é a diferencia de potencial que detén o paso de electróns, sendo unha medida da súa enerxía cinética máxima E_c, sendo q a carga do electrón en valor absoluto:

$$E_c = q \cdot V$$

A ecuación de Einstein quedaría:

$$h \cdot f = W_e + q \cdot V$$

O traballo de extracción e a constante de Planck poden calcularse resolvendo un sistema de dúas ecuacións con dúas incógnitas:

$$h \cdot f_1 = W_e + q \cdot V_1$$
$$h \cdot f_2 = W_e + q \cdot V_2$$

Se expresamos a frecuencia f en función da lonxitude de onda λ: $f = c / \lambda$ e substituímos os datos, supoñendo tres cifras significativas, quedaría:

$$\begin{cases} \dfrac{h \cdot 3 \cdot 10^8}{200 \cdot 10^{-9}} = W_e + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,00 \\ \dfrac{h \cdot 3 \cdot 10^8}{175 \cdot 10^{-9}} = W_e + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,86 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1,50 \cdot 10^{15} \cdot h = W_e + 1,60 \cdot 10^{-19} \\ 1,71 \cdot 10^{15} \cdot h = W_e + 2,98 \cdot 10^{-19} \end{cases}$$

Restando obteríamos o valor de h:

$$0,21 \cdot 10^{15} \cdot h = 1,38 \cdot 10^{-19}$$

$$h = \frac{1,38 \cdot 10^{-19}}{0,21 \cdot 10^{15}} = 6,6 \cdot 10^{-34}\ \text{J·s}$$

Substituíndo na primeira ecuación calcularíamos o valor de W_e:

$$1{,}5·10^{15} · 6{,}6·10^{-34} = W_e + 1{,}6·10^{-19}$$

$$W_e = 1{,}5·10^{15} · 6{,}6·10^{-34} - 1{,}6·10^{-19} = 8{,}3·10^{-19} \text{ J}$$

b) Cunha folla de cálculo pódese debuxar a gráfica e obter a ecuación da liña de tendencia.
Ordenamos a ecuación de Einstein para que se axuste á gráfica do potencial de freado fronte a frecuencia.

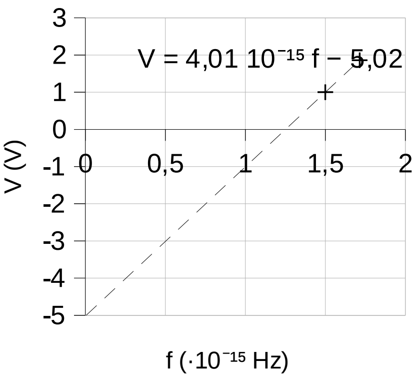
$$V = (h / q) · f - W_e / q$$

Esta é a ecuación dunha recta:

$$y = m · x + b$$

Nela, V é a variable dependente (y), f é a variable independente (x), (h / q) sería a pendente m e (-W_e / q) a ordenada b na orixe.

$$V = 4{,}01·10^{-15} f - 5{,}02$$



O traballo de extracción W_e pode calcularse da ordenada na orixe b:

$$b = -5{,}02 = -W_e / q$$

$$W_e = 5{,}02 · q = 5{,}02 \text{ [V]} · 1{,}6·10^{-19} \text{ [C]} = 8{,}0·10^{-19} \text{ J}$$

A constante de Planck h obtense da pendente m:

$$h = q · m = 1{,}6·10^{-19} \text{ [C]} · 4{,}01·10^{-15} \text{ [V/s}^{-1}\text{]} = 6{,}4·10^{-34} \text{ J·s}$$

5. En 1969 a nave Apolo 11 orbitou arredor da Lúa a unha distancia media do centro da Lúa de 1850 km. Se a masa da Lúa é de 7,36×10²² kg e supoñendo que a órbita foi circular, calcula:
   a) A velocidade orbital do Apolo 11.
   b) O período con que a nave describe a órbita.
   Dato: G = 6,67×10 ⁻¹¹ N·m²·kg⁻². *(A.B.A.U. extr. 21)*
   Rta.: a) v = 1630 m/s; b) T = 7,15·10³ s.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Masa da Lúa	$M = 7{,}36·10^{22}$ kg
Raio da órbita	r = 1850 km = $1{,}85·10^6$ m
Constante da gravitación universal	$G = 6{,}67·10^{-11}$ N·m²·kg⁻²
Incógnitas	
Valor da velocidade lineal do satélite	v
Período da órbita	T
Outros símbolos	
Masa do satélite	m
Ecuacións	
Lei de Newton da gravitación universal (forza que exerce un planeta esférico sobre un corpo puntual)	$\vec{F}_G = -G \frac{M \cdot m}{r^2} \vec{u}_r$
2.ª lei de Newton da Dinámica	$\Sigma \vec{F} = m · \vec{a}$
Velocidade lineal nun movemento circular uniforme de raio r e período T	$v = \frac{2\pi \cdot r}{T}$
Aceleración normal dun obxecto que se move cunha velocidade lineal, v, nunha traxectoria circular de radio r	$a_N = \frac{v^2}{r}$

Solución:

A forza gravitacional, $\vec{F}_G$, que exerce un astro de masa M sobre un satélite de masa m que xira arredor del nunha órbita de radio r, é unha forza central, está dirixida cara ao astro, e réxese pola lei de Newton da gravitación universal:

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

Nesta expresión, G é a constante da gravitación universal, e $\vec{u}_r$, o vector unitario na dirección da liña que une o astro co satélite. En módulos:

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

En moitos casos a traxectoria do satélite é practicamente circular arredor do centro do astro. Como a forza gravitacional é unha forza central, a aceleración só ten compoñente normal, a_N. Ao non ter aceleración tanxencial, o módulo, v, da velocidade lineal é constante e o movemento é circular uniforme.
A aceleración normal, nun movemento circular uniforme de raio r, obtense da expresión:

$$a_N = \frac{v^2}{r}$$

Como a forza gravitacional que exerce o astro sobre o satélite é moito maior que calquera outra, pódese considerar que é a única forza que actúa.

$$\Sigma \overline{\boldsymbol{F}} = \overline{\boldsymbol{F}}_G$$

A 2.ª lei de Newton di que a forza resultante sobre un obxecto produce unha aceleración directamente proporcional á forza, sendo a súa masa, m, a constante de proporcionalidade.

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

Expresada para os módulos, queda:

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

$$F_G = m \cdot a_N$$

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

$$G\frac{M \cdot \cancel{m}}{r^{\cancel{2}}} = \cancel{m}\frac{v^2}{\cancel{r}}$$

Despexando a velocidade orbital do satélite, queda:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$$

a) Calcúlase a velocidade orbital substituíndo os valores dos datos:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{6{,}67 \cdot 10^{-11}\ [\text{N·m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}] \cdot 7{,}36 \cdot 10^{22}\ [\text{kg}]}{1{,}85 \cdot 10^6\ [\text{m}]}} = 1{,}63 \cdot 10^3\ \text{m/s} = 1{,}63\ \text{km/s}$$

b) O período calcúlase a partir da expresión da velocidade lineal no movemento circular uniforme:

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi \cdot r}{v} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 1{,}85 \cdot 10^6\ [\text{m}]}{1{,}63 \cdot 10^3\ [\text{m/s}]} = 7{,}15 \cdot 10^3\ \text{s} = 1\ \text{h}\ 59\ \text{min}$$

6. Por un fío condutor rectilíneo e infinitamente longo, situado sobre o eixe X circula unha corrente eléctrica no sentido positivo do eixe. O valor do campo magnético producido pola devandita corrente é de 6×10^{-5} T no punto A(0, $-y_A$, 0), e de 8×10^{-5} T no punto B(0, $+y_B$, 0). Sabendo que yA + yB = 21 cm, determina:
   a) A intensidade que circula polo fío condutor.
   b) O módulo e a dirección do campo magnético producido pola devandita corrente no punto de coordenadas (0, 8, 0) cm.
   Dato: $\mu_0 = 4\,\pi \times 10^{-7}$ T·m·A⁻¹. *(A.B.A.U. extr. 21)*
   Rta.: a) I = 36 A; b) $\overline{\boldsymbol{B}} = 9 \cdot 10^{-5}\ \overline{\mathbf{k}}$ T.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Campo magnético no punto A	$\overline{\boldsymbol{B}}_A = 6{,}00 \cdot 10^{-5}$ T
Campo magnético no punto B	$\overline{\boldsymbol{B}}_B = 8{,}00 \cdot 10^{-5}$ T
Posición do punto A	$\overline{\boldsymbol{r}}_A$ (0, $-y_A$, 0) cm
Posición do punto B	$\overline{\boldsymbol{r}}_B$ (0, $+y_B$, 0) cm
Distancia entre os puntos A e B	$y_A + y_B = 21{,}0$ cm
Posición do punto C	$\boldsymbol{r}_C$ (0, 8,00, 0) cm

Datos | ***Cifras significativas: 3***

Permeabilidade magnética do baleiro $\mu_0 = 4\ \pi \cdot 10^{-7}\ \mathrm{T{\cdot}m{\cdot}A^{-1}}$

Incógnitas

Intensidade de corrente polo condutor I

Módulo e dirección do campo magnético no punto C $\boldsymbol{\overline{B}}_C$

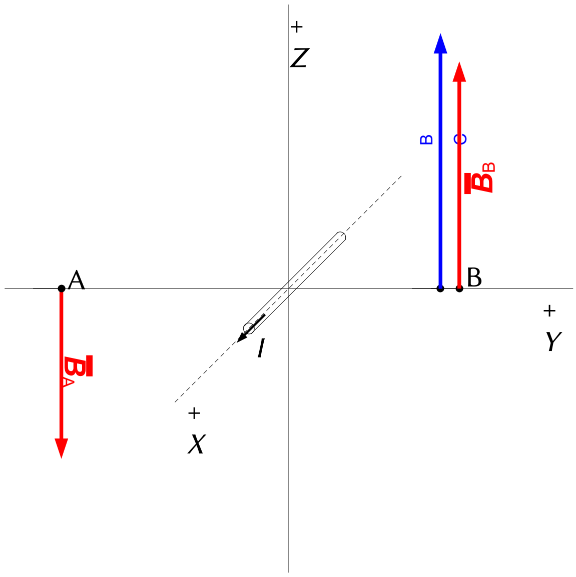
Ecuacións

Lei de Biot-Savart: campo magnético, $\boldsymbol{\overline{B}}$, creado a unha distanciar *r*, por un condutor recto polo que circula unha intensidade de corrente, *I* $\quad B=\dfrac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}$

Solución:

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

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



Substituíndo valores na ecuación do campo magnético creado polo condutor no punto A(0, -y_A, 0) cm:

$$|\vec{\boldsymbol{B}}_A|=6{,}00 \cdot 10^{-5}\ [\mathrm{T}]=\frac{4\ \pi \cdot 10^{-7}\ [\mathrm{T{\cdot}m{\cdot}A^{-1}}] \cdot I}{2\ \pi \cdot y_A \cdot 10^{-2}\ [\mathrm{m}]}$$

$$I = 3{,}00 \cdot y_A$$

Analogamente para o punto B(0, y_B, 0) cm:

$$|\vec{\boldsymbol{B}}_B|=8{,}00 \cdot 10^{-5}\ [\mathrm{T}]=\frac{4\ \pi \cdot 10^{-7}\ [\mathrm{T{\cdot}m{\cdot}A^{-1}}] \cdot I}{2\ \pi \cdot y_B \cdot 10^{-2}\ [\mathrm{m}]}$$

$$I = 4{,}00 \cdot y_B$$

Empregando o dato:

$$y_A + y_B = 21{,}0$$

Despexando y_A e y_B nas ecuacións anteriores, pódese escribir:

$$\frac{I}{3{,}00}+\frac{I}{4{,}00}=21{,}0 \ \Rightarrow \frac{4{,}00\ I+3{,}00\ I}{12{,}0}=21{,}0$$

$$I=\frac{21{,}0 \cdot 12{,}0}{7{,}00}=36{,}0\ \mathrm{A}$$

$$y_A = 12{,}0\ \mathrm{cm}$$

$$y_B = 9{,}00\ \mathrm{cm}$$

b) O campo magnético creado polo condutor no punto C(0, 8, 0) cm é:

$$\vec{\boldsymbol{B}}_C=\frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}(\vec{\mathbf{k}})=\frac{4\ \pi \cdot 10^{-7}\ [\mathrm{T{\cdot}m{\cdot}A^{-1}}] \cdot 36{,}0\ [\mathrm{A}]}{2\ \pi \cdot 0{,}0800\ [\mathrm{m}]}(\vec{\mathbf{k}})=9{,}00 \cdot 10^{-5}\ \vec{\mathbf{k}}\ \mathrm{T}$$

7. Unha onda harmónica transversal de frecuencia 2 Hz, lonxitude de onda 20 cm e amplitude 4 cm, propágase por unha corda no sentido positivo do eixe *X*. No intre *t* = 0, a elongación no punto *x* = 0 é *y* = 2,83 cm.
   a) Expresa matematicamente a onda e represéntaa graficamente en (*t* = 0; 0 < *x* < 40 cm).
   b) Calcula a velocidade de propagación da onda e determina, en función do tempo, a velocidade de oscilación transversal da partícula situada en *x* = 5 cm.

(A.B.A.U. extr. 21)

Rta.: a) y = 0,0400 sen(4 π t – 10 π x + π / 4) [m]; b) v_p = 0,400 m/s; v = 0,503 cos(4 π t – π / 4) [m/s].

Datos	***Cifras significativas: 3***
Frecuencia	f = 2,00 Hz = 2,00 s⁻¹
Lonxitude de onda	λ = 20,0 cm = 0,200 m
Amplitude	A = 0,0400 m = 0,0400 m
Elongación en x = 0 para t = 0	y = 2,83 cm = 0,0283 m
Incógnitas	
Ecuación da onda (frecuencia angular e número de onda)	ω, k
Velocidade de propagación	v_p
Velocidade da partícula en x = 5 cm en función do tempo	v
Outros símbolos	
Posición do punto (distancia ao foco)	x
Período	T
Ecuacións	
Ecuación dunha onda harmónica unidimensional	$y = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t \pm k \cdot x + \varphi_0)$
Número de onda	$k = 2\pi / \lambda$
Frecuencia angular	$\omega = 2\pi \cdot f$
Relación entre a lonxitude de onda e a velocidade de propagación	$v_p = \lambda \cdot f$

Solución:

a) Tómase a ecuación dunha onda harmónica en sentido positivo do eixe X:

$$y = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t - k \cdot x + \varphi_0)$$

Calcúlase a frecuencia angular a partir da frecuencia:

$$\omega = 2\pi \cdot f = 2 \cdot 3{,}14 \cdot 2{,}00\ [\text{s}^{-1}] = 4{,}00 \cdot \pi\ [\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}] = 12{,}6\ \text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$$

Calcúlase o número de onda a partir da lonxitude de onda:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2 \cdot 3{,}14\ [\text{rad}]}{0{,}200\ [\text{m}]} = 10\pi\ \text{rad/m} = 31{,}4\ \text{rad/m}$$

Calcúlase a fase inicial a partir da elongación en x = 0 para t = 0.

$$y(x, t) = 0{,}0400 \cdot \text{sen}(12{,}6 \cdot t - 31{,}4 \cdot x + \varphi_0)\ [\text{m}]$$

$$0{,}0283\ [\text{m}] = 0{,}0400 \cdot \text{sen}(12{,}6 \cdot 0 - 31{,}4 \cdot 0 + \varphi_0)\ [\text{m}] = 0{,}0400 \cdot \text{sen}(\varphi_0)$$

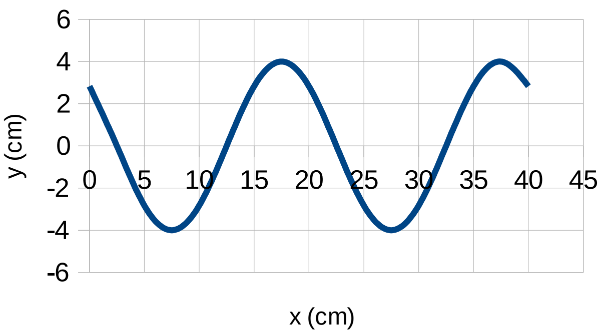
$$\text{sen}(\varphi_0) = 0{,}0283 / 0{,}0400 = 0{,}721$$

$$\varphi_0 = \text{arcsen}\ 0{,}721 = 0{,}786\ \text{rad} = \pi / 4\ \text{rad}$$

A ecuación de onda queda:

$$y(x, t) = 0{,}0400 \cdot \text{sen}(12{,}6 \cdot t - 31{,}4 \cdot x + 0{,}786)\ [\text{m}] = 0{,}0400 \cdot \text{sen}(4\pi \cdot t - 10\pi \cdot x + \pi / 4)\ [\text{m}]$$

A representación gráfica é a da figura:



b) Calcúlase a velocidade de propagación a partir da lonxitude de onda e a frecuencia:

$$v_p = \lambda \cdot f = 0{,}200\ [\text{m}] \cdot 2{,}00\ [\text{s}^{-1}] = 0{,}400\ \text{m/s}$$

A velocidade obtense derivando a ecuación de movemento con respecto ao tempo:

$$v = \frac{\text{d}y}{\text{d}t} = \frac{\text{d}\{0{,}040\ 0\ \text{sen}(12{,}6 \cdot t - 31{,}4 \cdot x + 0{,}786)\}}{\text{d}t} = 0{,}040\ 0\ 12{,}6 \cos(12{,}6 \cdot t - 31{,}4 \cdot x + 0{,}786)\ [\text{m/s}]$$

$$v = 0{,}503 \cdot \cos(12{,}6 \cdot t - 31{,}4 \cdot x + 0{,}786)\ [\text{m/s}]$$

Para x = 5 cm (=0,05 m), a expresión queda:

$v = 0{,}503 \cdot \cos(12{,}6 \cdot t - 31{,}4 \cdot 0{,}0500 + 0{,}786) = 0{,}503 \cdot \cos(12{,}6 \cdot t - 0{,}786) = 0{,}503 \cdot \cos(4\,\pi \cdot t - \pi / 4)$ [m/s]

8. Un obxecto de 4,0 cm de altura está situado a 20,0 cm dunha lente diverxente de 20,0 cm de distancia focal.
   a) Calcula a potencia da lente e a altura da imaxe.
   b) Realiza o diagrama de raios e indica as características da imaxe.

(A.B.A.U. extr. 21)

Rta.: a) P = −5,00 dioptrías; y' = 2,0 cm.

Datos (convenio de signos DIN)	***Cifras significativas: 3***
Altura do obxecto	y = 4,00 cm = 0,0400 m
Posición do obxecto	s = -20,0 cm = −0,200 m
Distancia focal da lente	f = −20,0 cm = −0,200 m
Incógnitas	
Potencia da lente	P
Altura da imaxe	y'
Ecuacións	
Relación entre a posición da imaxe e a do obxecto nas lentes	$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$
Aumento lateral nas lentes	$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$
Potencia dunha lente	$P = \frac{1}{f}$

Solución:

a) A potencia da lente é a inversa da distancia focal. Como a lente é diverxente, esta é negativa:

$$P = \frac{1}{f'} = \frac{1}{-0{,}200\,[\text{m}]} = -5{,}00 \text{ dioptrías}$$

Polo convenio de signos, os puntos situados á esquerda da lente teñen signo negativo.
Para unha lente diverxente, f = -0,20 m.
Substitúense os datos na ecuación das lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-0{,}200\,[\text{m}]} = \frac{1}{-0{,}200\,[\text{m}]}$$

Calcúlase a posición da imaxe despexando:

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{-0{,}200\,[\text{m}]} - \frac{1}{-0{,}200\,[\text{m}]} = -5{,}00\,[\text{m}]^{-1} - 5{,}00\,[\text{m}]^{-1} = -10{,}00\,[\text{m}]^{-1} \Rightarrow s' = -0{,}100 \text{ m}$$

A imaxe fórmase a 10 cm á esquerda da lente.

Substitúense os datos na ecuación do aumento lateral nas lentes, e calcúlase a altura da imaxe despexando:

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-0{,}100\,[\text{m}]}{-0{,}200\,[\text{m}]} = 0{,}500$$

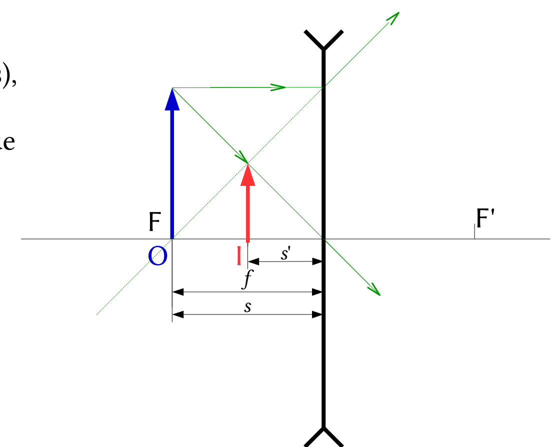
$$y' = A_L \cdot y = 0{,}500 \cdot 0{,}040 \text{ m} = 0{,}020 \text{ m} = 2{,}0 \text{ cm}$$

A imaxe é virtual ($s' < 0$), dereita ($A_L > 0$) e menor ($|A_L| < 1$).

b)

Debúxase un esquema de lente diverxente (unha liña vertical rematada por dous «ángulos» ou puntas de frechas investidas), e sitúase o foco F á esquerda da lente.
Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto O.
Desde o punto superior do obxecto debúxanse dous raios:

- Un, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.



- Outro, horizontal cara á lente, que a atravesa e se refracta.
  Debúxase de forma que a súa prolongación pase polo foco da esquerda, F, un punto simétrico ao foco F′.

Os raios non se cortan. Córtase o raio dirixido ao centro da lente coa prolongación do raio refractado.
O punto de corte é o correspondente á punta da imaxe I. Debúxase unha frecha vertical nese punto.

Análise: Os resultados dos cálculos numéricos están en consonancia co debuxo.

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: 20/02/24