CIUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA

Proba de Avaliación do Bacharelato para o Acceso á Universidade

Código: 23

Convocatoria ordinaria 2022

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. Unha partícula cargada móvese espontaneamente cara a puntos nos que o potencial electrostático aumenta. O signo da carga eléctrica será: A) Negativo. B) Positivo. C) Non se pode saber.
1.2. Cando unha onda harmónica esférica se propaga no espazo, a súa enerxía é: A) Inversamente proporcional á frecuencia. B) Proporcional ao cadrado da amplitude. C) Inversamente proporcional ao cadrado da distancia ao foco emisor.

PREGUNTA 2. Responda indicando e xustificando a opción correcta:
2.1. A imaxe que se obtén ao situar un obxecto diante dunha lente diverxente a unha distancia igual ao dobre da distancia focal é: A) Virtual, dereita, igual. B) Real, dereita, menor. C) Virtual, dereita, menor.
2.2. Na reacción $^{235}_{92}\mathrm{U} + ^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow ^{141}_{56}\mathrm{Ba} + ^{A}_{Z}\mathrm{X} + 3\,^{1}_{0}\mathrm{n}$, cúmprese que: A) É unha fusión nuclear. B) Ponse en xogo unha gran cantidade de enerxía correspondente ao defecto de masa. C) Ao elemento X correspóndelle o número atómico 36 e o número másico 94.

PREGUNTA 3. Responda indicando e xustificando a opción correcta:
3.1. A forza electromotriz inducida nun circuíto tende: A) A diminuír o fluxo magnético que atravesa o circuíto. B) A aumentar o fluxo magnético que atravesa o circuíto. C) Poden ser correctas as dúas opcións anteriores.
3.2. Un astronauta viaxa nunha nave espacial con velocidade constante $\overline{\boldsymbol{v}}$ respecto a un observador que está en repouso na Terra. O astronauta mide a lonxitude l (que coincide coa dirección de $\overline{\boldsymbol{v}}$) e a altura h da nave. As medidas da lonxitude l' e altura h' que fai o terrícola serán: A) $l'<l$ e $h'<h$. B) $l'<l$ e $h'=h$. C) $l'>l$ e $h'>h$.

PREGUNTA 4. Desenvolva esta práctica:
No laboratorio de física móntase un experimento para determinar o índice de refracción dunha lámina de vidro facendo incidir raios de luz con distintos ángulos de incidencia θ_1 e medindo en cada caso o ángulo de refracción θ_2.

θ_1(°)	18	24	32	40	50
θ_2(°)	12	15	20	25	30

a) En que lei física nos basearemos para facelo?
b) Determine o índice de refracción da lámina a partir dos datos experimentais amosados na táboa.

PREGUNTA 5. Resolva este problema:
O período de Xúpiter na súa órbita ao redor do Sol é aproximadamente 12 veces maior que o da Terra na súa correspondente órbita. Considerando circulares as órbitas dos dous planetas, determine: a) A relación entre os radios das devanditas órbitas. b) A relación entre as aceleracións dos dous planetas nas súas respectivas órbitas.

PREGUNTA 6. Resolva este problema:
Unha partícula de masa 8 ng e carga eléctrica −2 μC entra nunha rexión do espazo na que hai un campo magnético $\overline{\boldsymbol{B}} = 3\,\overline{\mathbf{j}}$ T, cunha velocidade $\overline{\boldsymbol{v}} = 6\,\overline{\mathbf{i}}$ km·s⁻¹. Calcule: a) A velocidade angular con que se move. b) A intensidade de campo eléctrico (vector) que se debe aplicar para que a partícula siga unha traxectoria rectilínea.

PREGUNTA 7. Resolva este problema:
Nunha célula fotoeléctrica, o cátodo ilumínase cunha radiación de lonxitude de onda $\lambda = 3\times10^{-7}$ m. a) Estude se a radiación produce efecto fotoeléctrico, considerando que o traballo de extracción corresponde a unha frecuencia de $7{,}0\times10^{14}$ Hz. b) Calcule a velocidade máxima dos electróns arrancados e a diferenza de potencial que hai que aplicar entre ánodo e cátodo para que se anule a corrente fotoeléctrica.
DATOS: $|q_e| = 1{,}6\times10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}1\times10^{-31}$ kg; $c = 3\times10^{8}$ m·s^{-1}; $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J·s.

PREGUNTA 8. Resolva este problema:
A expresión matemática dunha onda harmónica transversal que se propaga por unha corda tensa orientada segundo o eixe x é: $y = 0{,}5$ sen $[2\pi\,(3t - x)]$ (unidades no SI). Determine: a) Os valores da lonxitude de onda, velocidade de propagación, velocidade e aceleración máximas de vibración dos puntos da corda. b) A distancia mínima que separa dous puntos da corda que nun mesmo instante vibran desfasados 2π radiáns.

Solucións

1.1. Unha partícula cargada móvese espontaneamente cara a puntos nos que o potencial electrostático aumenta. O signo da carga eléctrica será:
A) Negativo.
B) Positivo.
C) Non se pode saber.

(A.B.A.U. ord. 22)

Solución: A

Unha carga eléctrica móvese no interior dun campo electrostático no sentido de diminuír a súa enerxía potencial.
A enerxía potencial electrostática dunha carga q nun punto A é:

$$E_{pA} = q \cdot V_A$$

Se o potencial electrostático aumenta, para que a enerxía potencial electrostática diminúa, a carga ten que ser negativa.
Se a carga fose positiva, a súa enerxía potencial aumentaría cando aumenta o potencial eléctrico.

$$\Delta E_p = q \cdot \Delta V$$

O campo eléctrico está dirixido no sentido dos potenciais decrecentes. Por exemplo, entre as placas dun condensador, o campo eléctrico vai dirixido dende a placa positiva cara á a placa negativa, que é a que ten o potencial máis baixo.
Unha carga negativa moveríase cara á placa positiva, que é a que ten o potencial eléctrico máis alto.

1.2. Cando unha onda harmónica esférica se propaga no espazo, a súa enerxía é:
A) Inversamente proporcional á frecuencia.
B) Proporcional ao cadrado da amplitude.
C) Inversamente proporcional ao cadrado da distancia ao foco emisor.

(A.B.A.U. ord. 22)

Solución: B

A enerxía que transporta unha onda material harmónica unidimensional é a suma da cinética e de potencial:

$$E = (E_c + E_p) = ½\ m \cdot v^2 + ½\ k \cdot x^2 = ½\ m \cdot v^2_m = ½\ k \cdot A^2$$

A ecuación da onda harmónica unidimensional é: $y = A \cdot \cos(\omega \cdot t \pm k \cdot x)$
Derivando con respecto ao tempo: $v = d\ y / d\ t = -A \cdot \omega \cdot \text{sen}(\omega \cdot t \pm k \cdot x)$
É máxima cando $-\text{sen}(\omega \cdot t \pm k \cdot x) = 1$, $v_m = A \cdot \omega$
Substituíndo na ecuación da enerxía: $E = ½\ m \cdot v^2_m = ½\ m \cdot A^2 \cdot \omega^2$
Como a pulsación ω ou frecuencia angular é proporcional á frecuencia f: $\omega = 2\ \pi \cdot f$

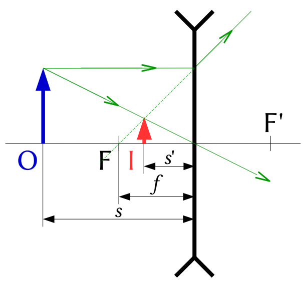
$$E = ½\ m \cdot A^2 \cdot \omega^2 = ½\ m \cdot A^2\ (2\ \pi \cdot f)^2 = 2\ \pi^2\ m \cdot A^2 \cdot f^2$$

A enerxía que transporta unha onda é proporcional aos cadrados da frecuencia e da amplitude.

2.1. A imaxe que se obtén ao situar un obxecto diante dunha lente diverxente a unha distancia igual ao dobre da distancia focal é:
A) Virtual, dereita, igual.
B) Real, dereita, menor.
C) Virtual, dereita, menor.

(A.B.A.U. ord. 22)

Solución: C



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: A imaxe é virtual xa que se forma á esquerda da lente que é a zona onde se forman as imaxes virtuais nas lentes. É dereita e máis pequena que o obxecto.

2.2. Na reacción ${}^{235}_{92}\text{U} + {}^{1}_{0}\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{A}_{Z}\text{X} + 3\,{}^{1}_{0}\text{n}$, cúmprese que:
A) É unha fusión nuclear.
B) Ponse en xogo unha gran cantidade de enerxía correspondente ao defecto de masa.
C) Ao elemento X correspóndelle o número atómico 36 e o número másico 94.

(A.B.A.U. ord. 22)

Solución: B

Nas reaccións nucleares libérase moita enerxía que é equivalente ao defecto de masa, segundo a ecuación de Einstein:

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

As reaccións de fisión prodúcense ao bombardear un núcleo pesado, uranio ou plutonio, con neutróns térmicos, que se moven á velocidade adecuada para producir a fragmentación do núcleo en dous núcleos máis pequenos e a emisión de dous ou tres neutróns que producen unha reacción en cadea (se non se controla).

As outras opcións.
A) Falsa. É unha reacción de fisión. O núcleo de uranio rómpese en outros máis pequenos ao ser bombardeado con neutróns. Os neutróns que se desprenden provoca unha reacción en cadea.
C) Falsa.

$${}^{235}_{92}\text{U} + {}^{1}_{0}\text{n} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{A}_{Z}\text{X} + 3\,{}^{1}_{0}\text{n}$$

Aplicando os principios de conservación do número bariónico (ou número másico) e da carga, queda:

$$235 + 1 = 141 + A + 3 \Rightarrow A = 92$$

$$92 = 56 + Z \Rightarrow Z = 36$$

O número atómico coincide, pero non o número másico.

3.1. A forza electromotriz inducida nun circuíto tende:
A) A diminuír o fluxo magnético que atravesa o circuíto.
B) A aumentar o fluxo magnético que atravesa o circuíto.
C) Poden ser correctas as dúas opcións anteriores.

(A.B.A.U. ord. 22)

Solución: C

A lei de Faraday-Lenz di que se inducirá unha corrente que se opoña á variación de fluxo a través da espira.
A f.e.m. desa corrente será igual á variación de fluxo magnético respecto ao tempo.

$$\varepsilon = \frac{-\mathrm{d}\,\Phi}{\mathrm{d}\,t}$$

Se inducimos unha corrente diminuíndo o número de liñas de campo magnético que atravesan o circuíto, a corrente inducida circulará no sentido de opoñerse a iso, aumentando o fluxo.
Se o que facemos é aumentar o fluxo magnético, a corrente inducida circulará no sentido de opoñerse a iso, diminuíndo o fluxo.
En ámbolos dous casos producirase corrente inducida.

3.2. Un astronauta viaxa nunha nave espacial con velocidade constante $\overline{\boldsymbol{v}}$ respecto a un observador que está en repouso na Terra. O astronauta mide a lonxitude l (que coincide coa dirección de $\overline{\boldsymbol{v}}$) e a altura h da nave. As medidas da lonxitude l' e altura h' que fai o terrícola serán:
A) $l'<l$ e $h'<h$.
B) $l'<l$ e $h'=h$.
C) $l'>l$ e $h'>h$.

(A.B.A.U. ord. 22)

Solución: B

A teoría da relatividade especial di que a lonxitude dun obxecto que se move a velocidades próximas as da luz, medida desde outro sistema en repouso, é menor que a que mediría un observador situado nese obxecto que se move. A lonxitude l' medida desde o sistema en repouso vén dada pola expresión:

$$l' = l \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$$

Como o factor que contén a raíz cadrada é menor que 1, a lonxitude $l' < l$.
A contracción da lonxitude afecta só á medida da lonxitude que se move na mesma dirección, pero non á da altura, que é perpendicular á dirección do movemento.

4. No laboratorio de física móntase un experimento para determinar o índice de refracción dunha lámina de vidro facendo incidir raios de luz con distintos ángulos de incidencia θ_1 e medindo en cada caso o ángulo de refracción θ_2.

θ_1(°)	18	24	32	40	50
θ_2(°)	12	15	20	25	30

a) En que lei física nos basearemos para facelo?
b) Determina o índice de refracción da lámina a partir dos datos experimentais amosados na táboa.

(A.B.A.U. ord. 22)

Solución:

DETERMINACIÓN DO ÍNDICE DE REFRACCIÓN DUN MEDIO en Prácticas: Orientacións xerais do *Grupo de Traballo.*

a) A lei de Snell pode resumirse na ecuación:

$$n_i \cdot \text{sen } \varphi_i = n_r \cdot \text{sen } \varphi_r$$

Se o medio de incidencia é o aire, $n_i = 1$, o índice de refracción do vidro será

$$n_r = \frac{\text{sen } \varphi_i}{\text{sen } \varphi_r}$$

b) Faise unha táboa calculando os senos dos ángulos de incidencia e refracción.

N.º exp.	φ_i/°	φ_r/°	sen φ_i	sen φ_r	$n_r = \frac{\text{sen } \varphi_i}{\text{sen } \varphi_r}$
1	18	12	0,309	0,208	1,49
2	24	15	0,407	0,259	1,57
3	32	20	0,530	0,342	1,55
4	40	25	0,643	0,423	1,52
5	50	30	0,766	0,500	1,53

O valor medio dos índices de refracción é:

$$n_r = 1,53$$

5. O período de Xúpiter na súa órbita ao redor do Sol é aproximadamente 12 veces maior que o da Terra na súa correspondente órbita. Considerando circulares as órbitas dos dous planetas, determina:
   a) A relación entre os radios das devanditas órbitas.
   b) A relación entre as aceleracións dos dous planetas nas súas respectivas órbitas.

(A.B.A.U. ord. 22)

Rta.: a) $r_2 / r_1 = 5{,}2$; b) $a_2 / a_1 = 0{,}036$.

Datos	***Cifras significativas: 2***
Período de Xúpiter na súa órbita arredor do Sol	$T_2 = 12\ T_1$
Incógnitas	
Relación entre os raios das órbitas de Xúpiter e da Tierra	r_2 / r_1
Relación entre as aceleracións nas súas respectivas órbitas.	a_2 / a_1
Outros símbolos	
Período da Terra arredor do Sol	T_1
Masa do Sol	M
Distancias de Xúpiter (2) e da Terra (1) ao Sol	r_2, r_1
Aceleracións de Xúpiter (2) e dea Tierra (1) nas súas respectivas órbitas.	a_2, a_1
Constante da gravitación universal	G
Ecuacións	
Lei de Newton da gravitación universal (forza que exerce un planeta esférico sobre un corpo puntual)	$\vec{F}_G = -G \dfrac{M \cdot m}{r^2} \vec{u}_r$
2.ª lei de Newton da Dinámica	$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$
Velocidade lineal nun movemento circular uniforme de raio r e período T	$v = \dfrac{2\pi \cdot r}{T}$
Aceleración normal dun obxecto que se move cunha velocidade lineal, v, nunha traxectoria circular de radio r	$a_N = \dfrac{v^2}{r}$

Solución:

A terceira lei de Kepler di que os cadrados dos períodos, T, dos planetas no seu movemento arredor do Sol, son directamente proporcionais aos cubos dos semieixes maiores das súas órbitas elípticas.
Se se fai a aproximación de que as órbitas son practicamente circulares de raio r, a expresión matemática desta lei sería:

$$\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$$

Isto pódese demostrar para órbitas circulares.
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 velocidade nun movemento circular uniforme de raio *r* e período *T* é:

$$v = \frac{2\pi\cdot r}{T}$$

Igualando esta expresión coa anterior e elevando ao cadrado queda:

$$\left(\frac{2\pi\cdot r}{T}\right)^2 = \frac{G\cdot M}{r}$$

Agrupando termos:

$$4\,\pi^2 \cdot r^3 = G \cdot M \cdot T^2$$

Para dous planetas, 1 e 2, dividimos as expresións correspondentes:

$$\frac{\cancel{4\pi^2}\cdot r_1^3}{\cancel{4\pi^2}\cdot r_2^3} = \frac{\cancel{G\cdot M}\cdot T_1^2}{\cancel{G\cdot M}\cdot T_2^2}$$

a) Substitúese o dato:

$$\frac{r_2^3}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{T_1^2} = \frac{(12\,T_1)^2}{T_1^2} = \frac{144\,\cancel{T_1^2}}{\cancel{T_1^2}} = 144$$

$$\frac{r_2}{r_1} = \sqrt[3]{144} = 5{,}2$$

Análise: O raio da órbita de Xúpiter é maior que o da Terra, como era de esperar.

b) Da lei da gravitación universal e da 2.ª lei de dinámica, ambas de Newton, pódese establecer unha relación entre a aceleración, *a*, dun planeta na súa órbita e a súa distancia, *r*, ao Sol.

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

Despéxase a aceleración:

$$a = \frac{F_G}{m} = \frac{G\dfrac{M\,\cancel{m}}{r^2}}{\cancel{m}} = \frac{G\,M}{r^2}$$

Divídense as expresións de Xúpiter (2) e da Terra (1):

$$\frac{a_2}{a_1}=\frac{\frac{\cancel{G M}}{r_2^2}}{\frac{\cancel{G M}}{r_1^2}}=\frac{r_1^2}{r_2^2}$$

Substitúese o resultado do apartado anterior:

$$\frac{a_2}{a_1}=\frac{r_1^2}{r_2^2}=\frac{1}{5{,}2^2}=0{,}036$$

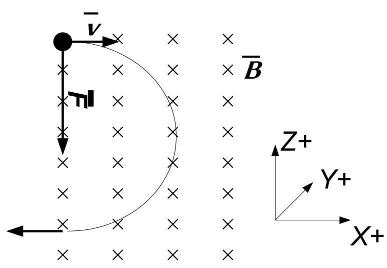
6. Unha partícula de masa 8 ng e carga eléctrica −2 µC entra nunha rexión do espazo na que hai un campo magnético $\overline{\boldsymbol{B}}$ = 3 $\overline{\mathbf{j}}$ T, cunha velocidade $\overline{\boldsymbol{v}}$ = 6 $\overline{\mathbf{i}}$ km·s⁻¹. Calcula:
   a) A velocidade angular con que se move.
   b) A intensidade de campo eléctrico (vector) que se debe aplicar para que a partícula siga unha traxectoria rectilínea.

(A.B.A.U. ord. 22)

Rta.: a) ω = 7,5·10⁵ rad/s; b) $\overline{\boldsymbol{E}}$ = −1,80·10⁴ $\overline{\mathbf{k}}$ N/C.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Masa da partícula	m = 8,00 ng = 8,00·10⁻¹² kg
Carga da partícula	q = −2,00 µ C = −2,00·10⁻⁶ C
Intensidade do campo magnético	$\overline{\boldsymbol{B}}$ = 3,00 $\overline{\mathbf{j}}$ T
Velocidade da partícula	$\overline{\boldsymbol{v}}$ = 6,00·10³ $\overline{\mathbf{i}}$ m/s
Radio da traxectoria circular	R = 1,00·10⁻⁷ m
Incógnitas	
Velocidade angular	ω
Vector campo eléctrico para que a partícula siga unha traxectoria rectilínea	$\overline{\boldsymbol{E}}$
Outros símbolos	
Radio da traxectoria circular	R
Valor da forza magnética sobre a partícula	F_B
Vector forza eléctrica sobre a partícula	$\overline{\boldsymbol{F}}_E$
Ecuacións	
Lei de Lorentz: forza magnética sobre unha carga, q, que se despraza polo interior dun campo magnético, $\overline{\boldsymbol{B}}$, cunha velocidade, $\overline{\boldsymbol{v}}$	$\overline{\boldsymbol{F}}_B = q\,(\overline{\boldsymbol{v}} \times \overline{\boldsymbol{B}})$
Aceleración normal (nun movemento circular de raio R)	$a_N=\frac{v^2}{R}$
2.ª lei de Newton da Dinámica	$\Sigma\overline{\boldsymbol{F}} = m \cdot \overline{\boldsymbol{a}}$
Velocidade nun movemento circular uniforme de raio R	$v=\frac{2\pi \cdot R}{T}$
Forza, $\overline{\boldsymbol{F}}_E$, exercida por un campo electrostático, $\overline{\boldsymbol{E}}$, sobre unha carga, q	$\overline{\boldsymbol{F}}_E = q \cdot \overline{\boldsymbol{E}}$
Relación entre a velocidade lineal v e a velocidade angular ω nun movemento circular de raio R.	$v = \omega \cdot R$

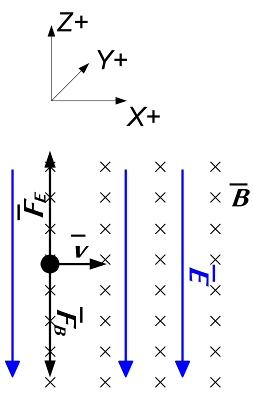
Solución:



a) Como só actúa a forza magnética, que é perpendicular á velocidade, a partícula describe unha traxectoria circular con velocidade de valor constante, polo que a aceleración só ten compoñente normal a_N.

$$F_B=m \cdot a=m \cdot a_N=m\frac{v^2}{R}$$

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



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

Se a partícula entra perpendicularmente ao campo magnético, sen φ = 1.
Despexando o raio:

$$R=\frac{m\cdot v}{|q|\cdot B}=\frac{8{,}00\cdot 10^{-12}\,[\mathrm{kg}]\cdot 6{,}00\cdot 10^{3}\,[\mathrm{m/s}]}{2{,}00\cdot 10^{-6}\,[\mathrm{C}]\cdot 3{,}00\,[\mathrm{T}]}=8{,}00\cdot 10^{-3}\ \mathrm{m}=8{,}00\ \mathrm{mm}$$

Pódese calcular a velocidade angular a partir da velocidade lineal:

$$v=\omega\cdot R\Rightarrow\ \omega=\frac{v}{R}=\frac{6{,}00\cdot 10^{3}\,[\mathrm{m/s}]}{8{,}00\cdot 10^{-3}\,[\mathrm{m}]}=7{,}50\cdot 10^{5}\ \mathrm{rad/s}$$

b) Se a forza eléctrica anula a magnética:

$$\overline{\boldsymbol{F}}_B+\overline{\boldsymbol{F}}_E=q\,(\overline{\boldsymbol{v}}\times\overline{\boldsymbol{B}})+q\cdot\overline{\boldsymbol{E}}=\overline{\mathbf{0}}$$

$$\overline{\boldsymbol{E}}=-(\overline{\boldsymbol{v}}\times\overline{\boldsymbol{B}})=-(6{,}00\cdot 10^{3}\ \overline{\mathbf{i}}\ [\mathrm{m/s}]\times 3{,}00\ \overline{\mathbf{j}}\ [\mathrm{T}])=-1{,}80\cdot 10^{4}\ \overline{\mathbf{k}}\ \mathrm{N/C}$$

7. Nunha célula fotoeléctrica, o cátodo ilumínase cunha radiación de lonxitude de onda $\lambda = 3\times10^{-7}$ m.
   a) Estude se a radiación produce efecto fotoeléctrico, considerando que o traballo de extracción corresponde a unha frecuencia de $7{,}0\times10^{14}$ Hz.
   b) Calcule a velocidade máxima dos electróns arrancados e a diferenza de potencial que hai que aplicar entre ánodo e cátodo para que se anule a corrente fotoeléctrica.
   DATOS: $|q_e| = 1{,}6\times10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}1\times10^{-31}$ kg; $c = 3\times10^{8}$ m·s⁻¹; $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J·s. *(A.B.A.U. ord. 22)*
   Rta.: b) $v = 6{,}6\cdot10^{5}$ m/s; $V = 1{,}24$ V.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Lonxitude de onda da radiación	$\lambda = 3{,}00\cdot10^{-7}$ m
Frecuencia á que corresponde o traballo de extracción do metal	$f = 7{,}00\cdot10^{14}$ Hz
Constante de Planck	$h = 6{,}62\cdot10^{-34}$ J·s
Velocidade da luz no baleiro	$c = 3{,}00\cdot10^{8}$ m/s
Carga do electrón	$q_e = -1{,}60\cdot10^{-19}$ C
Masa do electrón	$m_e = 9{,}10\cdot10^{-31}$ kg
Incógnitas	
Traballo de extracción	W_e
Enerxía da radiación	E_f
Velocidade máxima coa que son emitidos os electróns	v
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:

a) Emprégase a relación entre o traballo de extracción, W_e, e a frecuencia limiar, f_0.
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:

$$W_e = h\cdot f_0$$

$$W_e = h\cdot f_0 = 6{,}62\cdot10^{-34}\ [\mathrm{J\cdot s}]\cdot 7{,}00\cdot10^{14}\ [\mathrm{s^{-1}}] = 4{,}63\cdot10^{-19}\ \mathrm{J}$$

Calcúlase a frecuencia da radiación coa relación entre a lonxitude de onda e a frecuencia:

$$f=\frac{c}{\lambda}=\frac{3{,}00\cdot 10^{8}\,[\mathrm{m\cdot s^{-1}}]}{3{,}00\cdot 10^{-7}\,[\mathrm{m}]}=1{,}00\cdot 10^{15}\ \mathrm{Hz}$$

Coa ecuación de Planck calcúlase a enerxía da radiación incidente:

$$E_f = h \cdot f = 6{,}62 \cdot 10^{-34}\ [\text{J·s}] \cdot 1{,}00 \cdot 10^{15}\ [\text{s}^{-1}] = 6{,}62 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

Vese que é maior que o traballo de extracción, e, polo tanto, produce efecto fotoeléctrico.

b) Para calcular a velocidade máxima dos electróns arrancados hai que calcular antes a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos, a partir da ecuación de Einstein do efecto fotoeléctrico:

$$E_c = E_f - W_e = 6{,}62 \cdot 10^{-19}\ [\text{J}] - 4{,}63 \cdot 10^{-19}\ [\text{J}] = 1{,}99 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

Agora calcúlase a velocidade:

$$E_c = ½\ m \cdot v^2 \Rightarrow\ v = \sqrt{\frac{2\,E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1{,}99 \cdot 10^{-19}\ [\text{J}]}{9{,}1 \cdot 10^{-31}\ [\text{kg}]}} = 6{,}60 \cdot 10^5\ \text{m/s}$$

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

$$E_c = |e| \cdot V \Rightarrow\ V = \frac{E_c}{|e|} = \frac{1{,}99 \cdot 10^{-19}\ [\text{J}]}{1{,}60 \cdot 10^{-19}\ [\text{C}]} = 1{,}24\ \text{V}$$

8. A expresión matemática dunha onda harmónica transversal que se propaga por unha corda tensa orientada segundo o eixe x é: $y = 0{,}5$ sen $[2\pi\ (3t - x)]$ (unidades no SI). Determine:
   a) Os valores da lonxitude de onda, velocidade de propagación, velocidade e aceleración máximas de vibración dos puntos da corda.
   b) A distancia mínima que separa dous puntos da corda que nun mesmo instante vibran desfasados 2π radiáns.

(A.B.A.U. ord. 22)

Rta.: a) $\lambda = 1$ m; $v_p = 3{,}00$ m·s⁻¹; $v_m = 9{,}42$ m/s; $a_m = 177$ m/s²; b) $\Delta x = \lambda = 1$ m.

Datos	***Cifras significativas: 3***
Ecuación da onda	$y = 0{,}500 \cdot \text{sen}[2\ \pi(3{,}00 \cdot t - x)]$ [m]
Incógnitas	
Lonxitude de onda	λ
Velocidade de propagación	v_p
Velocidade máxima	v_m
Aceleración máxima	a_m
Distancia mínima entre dous puntos desfasados 2π radiáns	Δx
Outros símbolos	
Posición do punto (distancia ao foco)	x
Ecuacións	
Ecuación dunha onda harmónica unidimensional	$y = A \cdot \text{sen}(\omega \cdot t \pm k \cdot x)$
Número de onda	$k = 2\ \pi\ /\ \lambda$
Relación entre a frecuencia angular e a frecuencia	$\omega = 2\ \pi \cdot f$
Relación entre a lonxitude de onda e a velocidade de propagación	$v_p = \lambda \cdot f$

Solución:

a) Obtéñense a frecuencia angular e o número de onda comparando a ecuación dunha onda harmónica unidimensional coa ecuación do problema:

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

$$y = 0{,}500 \cdot \text{sen}[2\ \pi(3{,}00 \cdot t - x)] = 0{,}500 \cdot \text{sen}(6{,}00\ \pi \cdot t - 2\ \pi\ x)$$

Frecuencia angular: $\omega = 6{,}00\ \pi = 18{,}8\ \text{rad·s}^{-1}$

Número de onda: $k = 2{,}00\ \pi = 6{,}28\ \text{rad·m}^{-1}$

Calcúlase a lonxitude de onda a partir do número de onda:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow\ \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2 \cdot 3{,}14\ [\text{rad}]}{2{,}00 \cdot 3{,}14\ [\text{rad·m}^{-1}]} = 1{,}00\ \text{m}$$

Calcúlase a frecuencia a partir da frecuencia angular:

$$\omega = 2\pi \cdot f \Rightarrow \quad f = \frac{\omega}{2\pi} \quad = \frac{18{,}8\ [\text{rad·s}^{-1}]}{2 \cdot 3{,}14\ [\text{rad}]} = 0{,}100\ \text{s}^{-1} = 3{,}00\ \text{Hz}$$

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

$$v_p = \lambda \cdot f = 1{,}00\ [\text{m}] \cdot 3{,}00\ [\text{s}^{-1}] = 3{,}00\ \text{m·s}^{-1}$$

O signo oposto dos termos en x e t indica que a onda propágase en sentido positivo do eixe X.

A velocidade de vibración dos puntos da corda obtense derivando a ecuación de movemento con respecto ao tempo:

$$v = \frac{\text{d}\,y}{\text{d}\,t} = \frac{\text{d}\{0{,}0500 \cdot \text{sen}\,2\pi(3{,}00 \cdot t - x)\}}{\text{d}\,t} = 0{,}0500 \cdot 2 \cdot \pi \cdot (3{,}00) \cdot \cos 2\pi(3{,}00 \cdot t - x)\ [\text{m/s}]$$

$$v = 3{,}00 \cdot \pi \cdot \cos 2\ \pi[2\ \pi\ (3{,}00 \cdot t - x)] = 9{,}42 \cdot \cos\ (6{,}00\ \pi \cdot t - 2\ \pi\ x)\ [\text{m/s}]$$

A velocidade é máxima cando $\cos(\varphi) = 1$

$$v_m = 9{,}42\ \text{m/s}$$

A aceleración obtense derivando a velocidade con respecto ao tempo:

$$a = \frac{\text{d}\,v}{\text{d}\,t} = \frac{\text{d}\{3{,}00 \cdot \pi \cdot \cos 2\pi(3{,}00 \cdot t - x)\}}{\text{d}\,t} = 3{,}00 \cdot \pi \cdot (2\pi) \cdot (3{,}00) \cdot (-\text{sen}\,2\pi(3{,}00 \cdot t - x))\ [\text{m/s}^2]$$

$$a = -18{,}00 \cdot \pi^2 \cdot \text{sen}\ [2\ \pi\ (3{,}00 \cdot t - x)] = -177 \cdot \text{sen}\ (6{,}00\ \pi \cdot t - 2\ \pi\ x)\ [\text{m/s}^2]$$

A aceleración é máxima cando $\text{sen}(\varphi) = -1$

$$a_m = 177\ \text{m/s}^2$$

b) Nun instante t, a diferenza de fase entre dous puntos situados en x_1 e x_2 é:

$$\Delta\varphi = (6{,}00\ \pi \cdot t - 2\ \pi \cdot x_2) - (6{,}00\ \pi \cdot t - 2\ \pi \cdot x_1) = 2\ \pi \cdot \Delta x$$

Se a diferenza de fase é 2 π rad

$$2\ \pi\ [\text{rad/m}] \cdot \Delta x = 2\ \pi\ \text{rad}$$

$$\Delta\,x = \frac{2\pi\ [\text{rad}]}{2\pi\ [\text{rad/m}]} = 1{,}00\ \text{m}$$

Análise: Unha diferenza de fase de 2 π rad, corresponde a unha distancia entre os puntos igual á lonxitude de onda λ = 1,00 m.

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

Actualizado: 16/07/24