CIUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA

PAU **CÓDIGO 23**

Convocatoria ordinaria 2026

FÍSICA

O exame consta de **4 preguntas de resposta obrigatoria**, puntuadas cada unha con 2,5 puntos. A primeira, máis competencial, sen apartados optativos. As outras tres cun primeiro apartado de resposta única e un segundo apartado con dous problemas a elixir un.

PREGUNTA 1. INTERACCIÓN GRAVITATORIA. (2,5 puntos)

TEXTO: Misión Proba-3

A misión Proba-3 da Axencia Espacial Europea (ESA) ten como obxectivo crear eclipses solares artificiais no espazo. Para iso utilízanse dous satélites, chamados Occulter e Coronagraph, que se desprazan moi ben aliñados entre si. Grazas a esta precisión, os científicos poden observar con gran detalle a coroa solar, a parte máis externa do Sol, onde partículas cargadas interactúan intensamente co campo gravitacional do Sol. Para que o experimento funcione correctamente, é fundamental calcular con alta precisión as órbitas dos satélites.

Os enxeñeiros responsables da Misión sitúan os satélites nunha órbita elíptica arredor da Terra cun apoxeo a uns 60000 km de distancia e un perixeo a 600 km (medidos ambos dende a superficie terrestre). Esta configuración permite reducir a influencia doutros corpos celestes e crear as condicións ideais para estudar a coroa solar sen interferencias.

1.1. Responda estes apartados. (1 punto)

Se vostede é un estudante en prácticas e forma parte do equipo da ESA que ten que monitorizar o movemento dos satélites, debe realizar as seguintes tarefas:

1. Debuxar un esquema da órbita dun destes satélites indicando apoxeo e perixeo.
2. Indicar no esquema a forza gravitacional que a Terra exerce sobre o satélite
3 Calcular a aceleración gravitacional que experimenta o satélite no apoxeo e no perixeo.

1.2. Indique e xustifique a resposta correcta. (0,5 puntos)

A velocidade no apoxeo será:

a) Maior que no perixeo
b) Menor que no perixeo
c) Igual á do perixeo.

1.3. Responda estes dous apartados. (1 punto)

O equipo da ESA decide facer un novo experimento e por tanto debe substituír o satélite Occulter. Para isto, en primeiro lugar, deben actuar para modificar a órbita do satélite para que sexa unha órbita circular ao redor da Terra a unha altura constante de 600 km.

a) Calcule a enerxía mecánica do satélite na nova órbita.
b) O satélite caerá posteriormente desde esa altura no medio do océano Pacífico, cal será a velocidade co que o satélite impactará na auga?

DATOS: $G = 6{,}67\times10^{-11}$ N·m^2·kg^{-2}; $R_T = 6{,}37\times10^6$ m; $M_T = 5{,}98\times10^{24}$ kg, masa do Occulter = 230 kg.

PREGUNTA 2. INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA. (2,5 puntos)

2.1. Indique e xustifique a resposta correcta. (1 punto)

Un fío condutor transporta unha corrente e crea, por tanto, un campo magnético de intensidade B nun punto situado a unha distancia perpendicular, r, do condutor. A unha distancia 2r do fío, a intensidade de campo magnético é:

a) 2B,
b)B/2,
c) B/4,
d) B

2.2. Resolva un destes dous problemas: (1,5 puntos)

2.2.1. Un electrón acelérase desde o repouso mediante unha diferenza de potencial de 1000 V; a continuación entra cunha velocidade $v\vec{j}$ nun campo magnético estacionario e uniforme $\vec{B} = -0.24\vec{k}(T)$. Calcule:

a) o módulo v da velocidade coa que entra o electrón no campo magnético
b) o radio da traxectoria do electrón no seo do campo magnético.

2.2.2. Dúas cargas puntuais Q_1 = +5 μC e Q_2 =+ 2 μC están situadas no baleiro nos puntos A(0,0) e B(0,10) respectivamente (distancias en m).

a) Calcule o campo electrostático creado por estas cargas no punto medio do segmento que une as cargas.

b) Calcule o traballo necesario para desprazar un protón dende ese punto medio ata o punto (5, 5)

DATOS: $K = 9\times10^9$ N·m^2·C^{-2}; $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg

PREGUNTA 3. ONDAS E ÓPTICA XEOMÉTRICA. (2,5 puntos)

3.1. Indique e xustifique a resposta correcta. (1 punto)

Para obter unha imaxe virtual e dereita cunha lente delgada converxente de potencia 10 D, o obxecto debe estar colocado, con respecto á lente a:

a) Unha distancia menor de 10 cm
b) Unha distancia maior que 10 e menor que 20 cm
c) Unha distancia maior que 20 cm
d) Non é posible obter unha imaxe virtual e dereita neste caso.

3.2. Resolva un destes dous problemas: (1,5 puntos)

3.2.1 Un raio de luz incide desde un medio A de índice de refracción n_A a outro B de índice de refracción n_B. Os índices de refracción de ámbolos dous medios verifican a relación $n_A + n_B = 3$. Se o ángulo de incidencia desde A a B é superior ou igual a 49,88º observaríase reflexión total.

a) Calcule os valores dos índices de refracción dos dous medios.
b) En cal dos dous medios a luz se propaga a maior velocidade? Razoe a resposta.

3.2.2 Unha onda harmónica unidimensional vén dada pola ecuación: $y(t,x) = 4\,\mathrm{sen}\left[2\pi\left(50\,t - 0{,}20\,x\right)\right]$, en unidades do SI. Calcule:

a) a velocidade de propagación;
b) a velocidade máxima dunha partícula do medio no que se propaga a onda.

PREGUNTA 4. FÍSICA DO SÉCULO XX. (2,5 puntos)

4.1. Indique e xustifique a resposta correcta. (1 punto)

A lonxitude de onda no baleiro da luz emitida por un LED azul é 450 nm. Cal é a enerxía dos seus fotóns?

a) 1,24 eV
b) 2,76 eV
c) 4,50 eV
d) 450 eV

4.2. Resolva un destes dous problemas: (1,5 puntos)

4.2.1 O iodo-131 utilízase en medicina nuclear e ten un período de semidesintegración de 8 días. Un paciente recibe unha dose que contén $2\text{x}10^{15}$ núcleos de Iodo-131.

a) Cal é a actividade inicial da mostra en Bq?
b) Cantos núcleos quedarán sen desintegrar pasados 24 días?

4.2.2. Considere unha superficie metálica de Níquel, perfectamente pulida, para a que o traballo de extracción é 5,35 eV. Ilumínase esta superficie cunha luz monocromática e obsérvase que a velocidade máxima dos electróns emitidos é de $5\cdot10^6$ m/s. Calcule:

a) A frecuencia limiar e a frecuencia da luz monocromática incidente.
b) A lonxitude de onda de De Broglie dos electróns emitidos coa velocidade máxima.

DATOS: $c = 3\times10^8$ m·s^{-1}; $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J·s; $q_e = -1{,}60\times10^{-19}$ C, $m_e = 9{,}11\times10^{-31}$kg; 1eV = $1{,}60\times10^{-19}$ J.

CIUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA

PAU **CÓDIGO 23**

Convocatoria ordinaria 2026

FÍSICA

El examen consta de **4 preguntas de respuesta obligatoria**, puntuadas cada una con 2,5 puntos. La primera, más competencial, sin apartados optativos. Las otras tres con un primer apartado de respuesta única y un segundo apartado con dos problemas a elegir uno.

PREGUNTA 1. INTERACCIÓN GRAVITATORIA. (2,5 puntos)

TEXTO: Misión Proba-3

La misión Prueba-3 de la Agencia Espacial Europea (ESA) tiene como objetivo crear eclipses solares artificiales en el espacio. Para eso se utilizan dos satélites, llamados Occulter y Coronagraph, que se desplazan muy bien alineados entre sí. Gracias a esta precisión, los científicos pueden observar con gran detalle la corona solar, la parte más externa del Sol, donde partículas cargadas interactúan intensamente con el campo gravitacional del Sol. Para que el experimento funcione correctamente, es fundamental calcular con alta precisión las órbitas de los satélites. Los ingenieros responsables de la Misión sitúan los satélites en una órbita elíptica alrededor de la Tierra con un apogeo a unos 60000 km de distancia y un perigeo a 600 km (medidos ambos desde la superficie terrestre). Esta configuración permite reducir la influencia de otros cuerpos celestes y crear las condiciones ideales para estudiar la corona solar sin interferencias.

1.1. Responda a estos apartados. (1 punto)

Si usted es un estudiante en prácticas y forma parte del equipo de la ESA que tiene que monitorizar el movimiento de estos satélites, debe realizar las siguientes tareas:

1. Dibujar un esquema de la órbita de uno de estos satélites indicando apogeo y perigeo.
2. Indicar en este esquema la fuerza gravitatoria que la Tierra ejerce sobre el satélite
3. Calcular la aceleración gravitatoria que experimenta el satélite en el apogeo y en el perigeo.

1.2. Indique y justifique la respuesta correcta. (0,5 puntos)

La velocidad en el apogeo será:

1. Mayor que en el perigeo
2. Menor que en el perigeo
3. Igual a la del perigeo.

1.3. Responda a estos dos apartados. (1 punto)

El equipo de la ESA decide hacer un nuevo experimento y por tanto debe sustituir el satélite Occulter. Para ello, en primer lugar, deben actuar para modificar la órbita del satélite para que sea una órbita circular alrededor de la Tierra a una altura constante de 600 km.

a) Calcule la energía mecánica del satélite en la nueva órbita.
b) El satélite caerá posteriormente desde esa altura en el medio do océano Pacífico, ¿cuál será la velocidad con la que el satélite impactará en el agua?

DATOS: $G = 6{,}67\times10^{-11}$ N·m^2·kg^{-2}; $R_T = 6{,}37\times10^6$ m; $M_T = 5{,}98\times10^{24}$ kg, masa do Occulter = 230 kg.

PREGUNTA 2. INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA. (2,5 puntos)

2.1. Indique y justifique la respuesta correcta. (1 punto)

Un hilo conductor transporta una corriente y crea, por tanto, un campo magnético de intensidad B en un punto situado a una distancia perpendicular, r, del conductor. A una distancia 2r del hilo, la intensidad de campo magnético es:

a) 2B,
b) B/2,
c) B/4,
d) B

2.2. Resuelva uno de estos dos problemas. (1,5 puntos)

2.2.1. Un electrón se acelera desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 1000 V; a continuación entra con una velocidad $v\vec{j}$ en un campo magnético estacionario y uniforme $\vec{B} = -0.24\vec{k}(T)$. Calcule:

a) el módulo v de la velocidad con la que entra el electrón en el campo magnético
b) el radio de la trayectoria del electrón en el seno del campo magnético

2.2.2. Dos cargas puntuales Q_1 = +5 µC y Q_2 =+ 2 µC están situadas en el vacío en los puntos A(0,0) e B(0,10) respectivamente (distancias en m).

a) Calcule el campo electrostático creado por estas cargas en el punto medio del segmento que une las cargas.

b) Calcule el trabajo necesario para desplazar un protón dende ese punto medio hasta el punto (5, 5)

DATOS: $K = 9\times10^9$ N·m^2·C^{-2}; $q_e = -1{,}6\cdot10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ kg

PREGUNTA 3. ONDAS Y ÓPTICA GEOMÉTRICA. (2,5 puntos)

3.1. Indique y justifique la respuesta correcta. (1 punto)

Para obtener una imagen virtual y derecha con una lente delgada convergente de potencia 10 D, el objecto debe estar colocado, con respecto a la lente a:

a) una distancia menor de 10 cm
b) una distancia mayor que 10 y menor que 20 cm
c) una distancia mayor que 20 cm
d) No es posible obtener una imagen virtual y derecha en este caso

3.2. Resuelva uno de estos dos problemas. (1,5 puntos)

3.2.1 Un rayo de luz incide desde un medio A de índice de refracción n_A a otro B de índice de refracción n_B. Los índices de refracción de los dos medios verifican la relación $n_A + n_B = 3$. Si el ángulo de incidencia desde A hacia B es superior o igual a 49,88º se observaría reflexión total.

a) Calcule los valores de los índices de refracción de los medios.
b) ¿En cuál de los dos medios la luz se propaga a mayor velocidad? Razone la respuesta

3.2.2 Una onda armónica unidimensional viene dada pola ecuación: $y(t,x) = 4\,\mathrm{sen}\left[2\pi\left(50\,t - 0{,}20\,x\right)\right]$, en unidades del SI. Calcule:

a) la velocidad de propagación;
b) la velocidad máxima de una partícula del medio en el que se propaga la onda.

PREGUNTA 4. FÍSICA DEL SIGLO XX. (2,5 puntos)

4.1. Indique y justifique la respuesta correcta. (1 punto)

La longitud de onda en el vacío de la luz emitida por un LED azul es 450 nm. ¿Cuál es la energía de sus fotones?

a) 1,24 eV
b) 2,76 eV
c) 4,50 eV
d) 450 eV

4.2. Resuelva uno de estos dos problemas (1,5 puntos)

4.2.1 El yodo-131 se utiliza en medicina nuclear y tiene un período de semidesintegración de 8 días. Un paciente recibe una dosis que contiene 2×10^{15} núcleos de yodo-131.

a) ¿Cuál es la actividad inicial de la muestra en Bq?
b) ¿Cuántos núcleos quedarán sin desintegrar pasados 24 días?

4.2.2. Considere una superficie metálica de Níquel, perfectamente pulida, para la que el trabajo de extracción es 5,35 eV. Esta superficie se ilumina con una luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de $5\cdot10^6$ m/s. Calcule:

a) la frecuencia umbral y la frecuencia de la luz monocromática incidente.
b) la longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con velocidad máxima.

DATOS: $c = 3\times10^8$ m·s^{-1}; $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J·s; $q_e = -1{,}60\times10^{-19}$ C, $m_e = 9{,}11\times10^{-31}$kg; 1eV = $1{,}60\times10^{-19}$ J.

CIUG COMISIÓN INTERUNIVERSITARIA DE GALICIA

PAU
Convocatoria ordinaria 2026
FÍSICA

CÓDIGO 23

O exame consta de **4 preguntas de resposta obrigatoria**, puntuadas cada unha con 2,5 puntos. A primeira, máis competencial, sen apartados optativos. As outras tres cun primeiro apartado de resposta única e un segundo apartado con dous problemas a elixir un.

PREGUNTA 1. INTERACCIÓN GRAVITATORIA. (2,5 puntos)

TEXTO: Misión Proba-3

A misión Proba-3 da Axencia Espacial Europea (ESA) ten como obxectivo crear eclipses solares artificiais no espazo. Para iso utilízanse dous satélites, chamados Occulter e Coronagraph, que se desprazan moi ben aliñados entre si. Grazas a esta precisión, os científicos poden observar con gran detalle a coroa solar, a parte máis externa do Sol, onde partículas cargadas interactúan intensamente co campo gravitacional do Sol. Para que o experimento funcione correctamente, é fundamental calcular con alta precisión as órbitas dos satélites.

Os enxeñeiros responsables da Misión sitúan os satélites nunha órbita elíptica arredor da Terra cun apoxeo a uns 60000 km de distancia e un perixeo a 600 km (medidos ambos dende a superficie terrestre). Esta configuración permite reducir a influencia doutros corpos celestes e crear as condicións ideais para estudar a coroa solar sen interferencias.

1.1. Responda a estes apartados. (1 punto)

Se vostede é un estudante en prácticas e forma parte do equipo da ESA que ten que monitorizar o movemento dos satélites, debe realizar as seguintes tarefas:

1. Debuxar un esquema da órbita dun destes satélites indicando apoxeo e perixeo.
2. Indicar no esquema a forza gravitacional que a Terra exerce sobre o satélite
3 Calcular a aceleración gravitacional que experimenta o satélite no apoxeo e no perixeo.

1.2. Indique e xustifique a resposta correcta. (0,5 puntos)

A velocidade no apoxeo será:

a) Maior que no perixeo
b) Menor que no perixeo
c) Igual a do perixeo.

1.3. Responda a estes dous apartados. (1 punto)

O equipo da ESA decide facer un novo experimento e por tanto debe substituir o satélite Occulter. Para isto, en primeiro lugar, deben actuar para modificar a órbita do satélite para que sexa unha órbita circular ao redor da Terra a unha altura constante de 600 km.

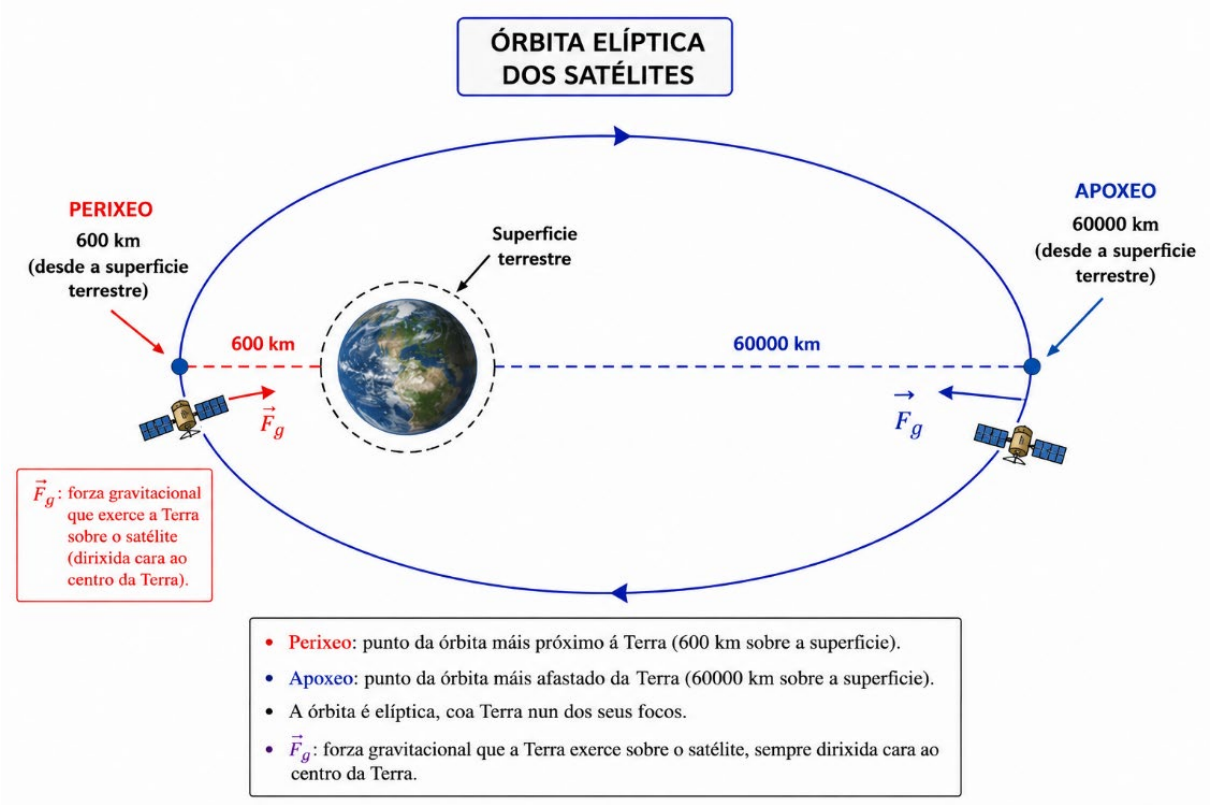
a) Calcule a enerxía mecánica do satélite na nova órbita.
b) O satélite caerá posteriormente desde esa altura no medio do océano Pacífico, ¿cal será a velocidade co que o satélite impactará na auga?

DATOS: $G = 6{,}67\times10^{-11}$ N·m^2·kg^{-2}; $R_T = 6{,}37\times10^6$ m; $M_T = 5{,}98\times10^{24}$ kg, masa do Occulter = 230 kg.

Solución:

1.1.

1.-Debe quedar claro no debuxo que a órbita é elíptica, a Terra está nun dos focos da elipse, o apoxeo é o punto máis afastado da Terra e o perixeo é o punto máis próximo.



2.-Débese indicar claramente que a forza é dirixida cara a Terra sobre a recta que une cada un destes puntos e a Terra

3.-Para calcular a aceleración no perixeo e apoxeo empregamos:

$$g = \frac{GM_T}{r^2}$$

No perixeo ($r=R_T+6\cdot10^5=6{,}97\times10^6\ m$)

$$g_p = \frac{(6{,}67\times10^{-11})(5{,}98\times10^{24})}{(6{,}97\times10^6)^2}$$

$$\boldsymbol{g_p = 8{,}21\ \mathrm{m/s^2}}$$

No apoxeo ($r=R_T+6\cdot 10^7=6{,}64\times10^7\ m$)

$$g_a = \frac{(6{,}67\times10^{-11})(5{,}98\times10^{24})}{(6{,}64\times10^7)^2}$$

$$\boldsymbol{g_a = 9{,}05.10^{-2}\ m/s^2}\ .$$

1.2.

A resposta correcta é: **b) Menor que no perixeo.**

Xustificacións posibles:

a) Por ser a interacción gravitacional unha forza central, verifícase que se conserva o momento angular $\vec{L} = \vec{r}x\vec{p} = cte$.

Como no perixeo e no apoxeo $\vec{r}$ e $\vec{v}$ son perpendiculares verifícase:

$$r_{perixeo}\cdot m\cdot v_{perixeo} = r_{apoxeo}\cdot m\cdot v_{apoxeo}$$

Polo tanto: $\boxed{v_{apoxeo} < v_{perixeo}}$

b) Tamén pode xustificarse coa **segunda lei de Kepler**: o raio vector que une a Terra co satélite varre áreas iguais en tempos iguais. Para cumprir esta lei, o satélite debe moverse máis rápido cando está preto da Terra e máis lento cando está lonxe.

c) Usando a conservación da enerxía mecánica que establece, $E_m = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{r} = \text{cte}$, polo que se r é máximo (apoxeo) a velocidade deberá ser mínima e viceversa. É dicir: $\boxed{v_{apoxeo} < v_{perixeo}}$

Nota importante: Debe terse en conta que nunha órbita elíptica a velocidade do satélite non vai a ser constante, polo que NON é válido usar a expresión de velocidade orbital circular seguinte para xustificar a resposta.

$$v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$$

1.3.

a) Agora si que se trata dunha órbita circular:

$$E_m = Ec + Ep = -\frac{GM_Tm}{r} + \frac{1}{2}mv^2$$

Usando:

$$F_N = m\frac{v^2}{r} = \frac{GM_Tm}{r^2}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{GM_Tm}{2r}$$

e polo tanto:

$$E_m = -\frac{GM_Tm}{r} + \frac{1}{2}\left(\frac{GM_Tm}{r}\right) = -\frac{GM_Tm}{2r}$$

onde:

m é a masa do satélite

$$r = R_T + h = 6{,}97 \times 10^6 \text{ m}$$

Substituíndo:

$$E_m = -\frac{(6{,}67\times10^{-11}\times5{,}98\times10^{24})(230)}{2(6{,}97\times10^{6})} = -6{,}58 \times 10^9 \text{ J} = \text{Cte}$$

b) **Velocidade de impacto na auga.**

Imos aplicar a conservación da enerxía mecánica, pero temos 2 posibilidades (igual de válidas aínda que leven a respostas diferentes):

I. O satélite vaise acercando á Terra perdendo altura sen modificar a súa enerxía mecánica

II. O satélite cae por efecto da interacción coa Terra e para iso párase previamente (a velocidade é perpendicular á forza de interacción satélite-Terra).

Hipótese I)

A enerxía mecánica total é a calculada no apartado anterior.

$$E_i = -\frac{GM_Tm}{2r} = -6{,}58 \times 10^9 J$$

Ao chegar á superficie:

$$E_f = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{GM_Tm}{R_T}$$

Igualando ambas expresións e despexando v:

$$\boxed{v = 8{,}24 \text{ km/s}}$$

Hipótese II)

A enerxía cinética inicial (do proceso de caída sobre a Terra) é nula, polo que a ecuación de conservación da enerxía neste caso queda:

$$-\frac{GM_T m}{r_{órbita}} = -\frac{GM_T m}{R_{Terra}} + \frac{1}{2}mv_{impacto}^2$$

$$v = \sqrt{2GM_T(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{r_{órb}})}$$

$$\boxed{v = 3{,}28\ \text{km/s}}$$

PREGUNTA 2. INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA. (2,5 puntos)

2.1. Indique e xustifique a resposta correcta. (1 punto)

Un fío condutor transporta unha corrente e crea, por tanto, un campo magnético de intensidade B nun punto situado a unha distancia perpendicular, r, do condutor. A unha distancia 2r do fío, a intensidade de campo magnético é:

a) 2B,
b)B/2,
c) B/4,
d) B

A intensidade do campo magnético creado por un fío rectilíneo moi longo polo que circula unha intensidade de corrente I a unha distancia r ven dada por:

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

Obsérvase que o campo magnético é **inversamente proporcional á distancia** ao fío:

$$B \propto \frac{1}{r}$$

Se nos afastamos ata unha distancia $2r$ a intensidade de campo magnético, B', virá dado por:

$$B' = \frac{\mu_0 I}{2\pi(2r)}$$

$$B' = \frac{1}{2}\,\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$B' = \frac{B}{2}$$

Resposta correcta: $\boxed{\text{b) } \frac{B}{2}}$

2.2. Resolva un destes dous problemas: (1,5 puntos)

2.2.1. Un electrón acelérase desde o repouso mediante unha diferenza de potencial de 1000 V; a continuación entra cunha velocidade $v\vec{j}$ nun campo magnético estacionario e uniforme $\vec{B} = -0{,}24\vec{k}(T)$. Calcule:

a) o módulo v da velocidade coa que entra o electrón no campo magnético
b) o radio da traxectoria do electrón no seo do campo magnético.

a) O electrón parte do repouso, polo que a enerxía potencial eléctrica transfórmase integramente en enerxía cinética:

$$|W| = |q|\,\Delta V = \frac{1}{2}mv^2$$

despexamos v:

$$v = \sqrt{\frac{2q\Delta V}{m}}$$

Substituíndo:

$$v = \sqrt{\frac{2(1{,}60 \times 10^{-19})(1000)}{9{,}11 \times 10^{-31}}} = 1{,}87 \times 10^{7}\,\text{m/s}$$

b) Para calcular o radio, usamos que a forza que actúa sobre unha partícula cargada que se move nun campo magnético ven dada por:

$$\vec{F} = q(\vec{v} \times \overrightarrow{B})$$

como a velocidade é perpendicular ao campo magnético ($\vec{v} = v\,\hat{\jmath}$ e $\overrightarrow{B} = -0{,}24\,\hat{k}$) o módulo da forza pódese escribir:

$$\mathrm{F} = e\,v\,B$$

Sendo esta forza tamén perpendicular á velocidade, resulta:

$$e\,v\,B = m \cdot a_N = \frac{mv^2}{r}$$

Despexando o radio:

$$r = \frac{mv}{eB}$$

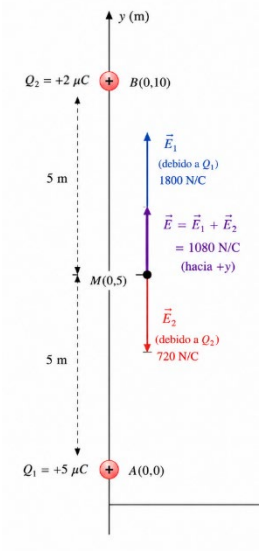
Substituíndo datos:

$$r = \frac{(9{,}11 \times 10^{-31})(1{,}88 \times 10^{7})}{(1{,}60 \times 10^{-19})(0{,}24)} = 4{,}46 \times 10^{-4}\ \text{m} = 0{,}446\ \text{mm}$$

2.2.2. Dúas cargas puntuais Q_1 = +5 μC e Q_2 =+ 2 μC están situadas no baleiro nos puntos A(0,0) e B(0,10) respectivamente (distancias en m).

a) Calcule o campo electrostático creado por estas cargas no punto medio do segmento que une as cargas.
b) Calcule o traballo necesario para desprazar un protón dende ese punto medio ata o punto (5, 5)

DATOS: $K = 9\times10^{9}$ N·m²·C⁻²; $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_e = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg



a) Módulo do campo debido a Q_1

$$E_1 = \frac{(9 \times 10^{9})(5 \times 10^{-6})}{5^2} = 1{,}8 \cdot 10^{3}\ N/C$$

Como Q_1 é positiva, o campo apunta afastándose dela, é dicir, cara arriba $(+y)$.

$$\vec{E}_1 = 1{,}80 \cdot 10^{3}\ \hat{\jmath}\ N/C$$

Módulo do campo debido a Q_2

$$E_2 = \frac{(9 \times 10^{9})(2 \times 10^{-6})}{5^2} = 0{,}72 \cdot 10^{3}\ N/C$$

Ao ser tamén carga positiva, no punto medio o campo apunta afastándose de Q_2, é dicir, cara abaixo $(-y)$.

$$\vec{E}_2 = -0{,}72 \cdot 10^{3}\ \hat{\jmath}\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$$

O vector campo eléctrico resultante

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$$

$$\vec{E} = (1{,}80 - 0{,}72) \cdot 10^3 \, \hat{\jmath} = 1{,}08 \, 10^3 \, \hat{\jmath} \; N/C$$

b) Para calcular o traballo realizado polo campo para o desprazamento do protón usamos:

$$W = -q_p(V_P - V_M)$$

Procedemos a calcular o potencial creado polas dúas cargas en cada un dos puntos, aplicando o principio de superposición:

Potencial no punto medio M(0,5)

$r_{1M} = r_{2M} = 5 \, m$:

$$V_M = K\left(\frac{Q_1}{r_{1M}} + \frac{Q_2}{r_{2M}}\right) = 9 \times 10^9 \left(\frac{5 \times 10^{-6}}{5} + \frac{2 \times 10^{-6}}{5}\right) = 12{,}6 \cdot 10^3 \; V$$

Potencial no punto P(5,5)

As distancias deste punto a ambas cargas son iguais e valen:

$$r_{1P} = r_{2P} = \sqrt{5^2 + 5^2} = \sqrt{50} = 7{,}07m$$

$$V_P = 9 \times 10^9 \left(\frac{5 \times 10^{-6}}{7{,}07} + \frac{2 \times 10^{-6}}{7{,}07}\right) = 8{,}9 \cdot 10^3 \; V$$

A carga do protón é positiva e igual á do electrón $q_p = +1{,}6 \times 10^{-19} \; C$

Polo tanto, substituindo na ecuación anterior, o traballo realizado polo campo é:

$$W = -(+1{,}6 \times 10^{-19}) \cdot (8{,}9 \cdot 10^3 - 12{,}6 \cdot 10^3) = 5{,}90 \times 10^{-16} \; J$$

Se se calculase o traballo realizado por unha forza externa para este desprazamento, sería igual pero de signo oposto.

Danse por boas ambas opcións ao non especificarse no enunciado.

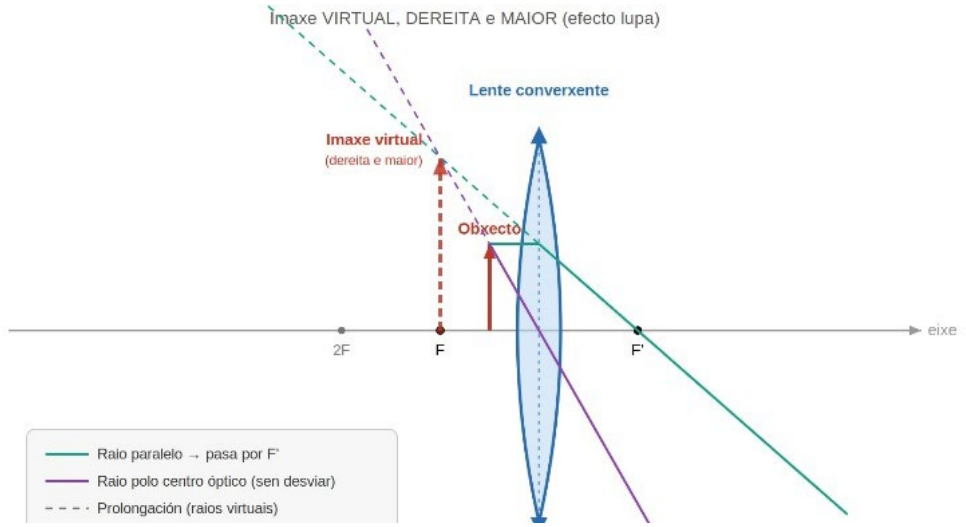
PREGUNTA 3. ONDAS E ÓPTICA XEOMÉTRICA. (2,5 puntos)

3.1. Indique e xustifique a resposta correcta. (1 punto)

Para obter unha imaxe virtual e dereita cunha lente delgada converxente de potencia 10 D, o obxecto debe estar colocado, con respecto á lente a:

a) Unha distancia menor de 10 cm
b) Unha distancia maior que 10 e menor que 20 cm
c) Unha distancia maior que 20 cm
d) Non é posible obter unha imaxe virtual e dereita neste caso.

A distancia focal (f') da lente é 10 cm (P=1/f'(m)). Para que unha lente converxente forme unha imaxe virtual, dereita e aumentada, o obxecto debe ir colocado entre a lente e o foco obxecto, como se mostra no esquema seguinte.



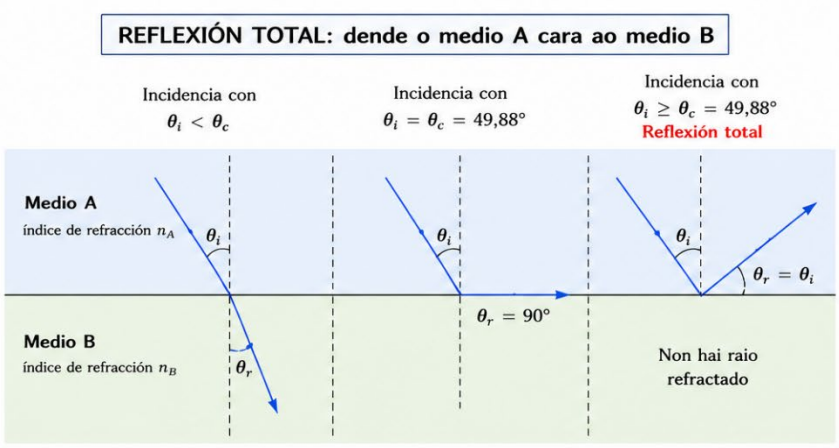
Resposta correcta **a) Unha distancia menor de 10 cm**

3.2. Resolva un destes dous problemas: (1,5 puntos)

3.2.1 Un raio de luz incide desde un medio A de índice de refracción n_A a outro B de índice de refracción n_B. Os índices de refracción de ámbolos dous medios verifican a relación $n_A + n_B = 3$. Se o ángulo de incidencia desde A hacia B es superior o igual a 49,88º observaríase reflexión total.

a) Calcule os valores dos índices de refracción dos dous medios.

b) ¿En cal dos dous medios a luz se propaga a maior velocidade? Razoe a resposta.



Para que exista reflexión total debe cumprirse: $n_A > n_B$ (a luz pasa do medio máis denso ao menos denso)

a) Cálculo dos índices de refracción

Para o ángulo crítico (θ_c):

$$\sin \theta_c = \frac{n_B}{n_A}$$

Dado: $\theta_c = 49{,}88°$

$\sin 49{,}88° \approx 0{,}765$

Así, $n_B = 0{,}765\, n_A$ … (1)

Ademais, $n_A + n_B = 3$ … (2)

Substituíndo (1) en (2):

$$n_A + 0{,}765\, n_A = 3$$

$$1{,}765\, n_A = 3$$

$$n_A = \frac{3}{1{,}765} \approx 1{,}70$$

$$n_A \approx 1{,}70$$

$$n_B = 3 - 1{,}70 \approx 1{,}30$$

b) ¿En cal dos medios a luz se propaga a maior velocidade?

A velocidade de propagación da luz nun medio vén dada por:

$$n = \frac{c}{v} \quad \Rightarrow \quad v = \frac{c}{n}$$

c = velocidade da luz no baleiro

n = índice de refracción do medio

A velocidade é inversamente proporcional ao índice de refracción.

Como $n_B = 1{,}30 < n_A = 1{,}70 \quad \Rightarrow \quad v_B > v_A$

A luz propágase máis rapidamente no medio B,
porque ten menor índice de refracción.

θ_i : ángulo de incidencia (medido respecto da normal)

θ_r : ángulo de refracción (no medio B)

θ_c : ángulo crítico para o que $\theta_r = 90°$

Se $\theta_i \geq \theta_c \quad \Rightarrow$ **reflexión total**

Datos do problema:

- $n_A + n_B = 3$
- Reflexión total para $\theta_i \geq 49{,}88°$

3.2.2 Unha onda harmónica unidimensional vén dada pola ecuación: $y(t,x) = 4\,\text{sen}\left[2\,\pi\,(50\,t - 0{,}20\,x)\right]$, en unidades do SI. Calcule:

a) a velocidade de propagación;
b) a velocidade máxima dunha partícula do medio no que se propaga a onda.

a) A ecuación da onda é:

$$y(t,x) = 4\ \text{sen}\ [2\pi(50t - 0{,}20x)]$$

Comparando coa ecuación xeral dunha onda harmónica:

$$y = A\ \text{sen}\ \left[2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$$

obtemos:

- Amplitude: $A = 4$ m
- Frecuencia: $f = 50$ Hz
- lonxitude de onda: $\lambda = \frac{1}{0{,}20} = 5$ m

a) A velocidade dunha onda é: $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$

Substituíndo: $\boxed{v = 5m \cdot 50\ s^{-1} = 250\ \text{m/s}}$

b) A velocidade dunha partícula do medio obtense derivando respecto do tempo:

$$v_p = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = A \cdot 2\pi f \cdot \cos\ \left[2\pi\left(ft - \frac{x}{\lambda}\right)\right]$$

O seu valor máximo é:

$$v_{p,\max} = A \cdot 2\pi f = A\omega$$

onde

$$\omega = 2\pi(50) = 100\pi\ \text{rad/s}$$

Polo tanto:

$$v_{p,\max} = 400\pi\ \text{m/s} = 1{,}26 \times 10^3\ \text{m/s} = 1{,}26\ \text{km/s}$$

PREGUNTA 4. FÍSICA DO SÉCULO XX. (2,5 puntos)

4.1. Indique e xustifique a resposta correcta. (1 punto)

A lonxitude de onda no baleiro da luz emitida por un LED azul é 450 nm. ¿Cal é a enerxía dos seus fotóns?

a) 1,24 eV
b) 2,76 eV
c) 4,50 eV
d) 450 eV

A enerxía dos fotóns é inversamente proporcional á lonxitude de onda. Para unha luz azul de 450 nm, a enerxía resulta ser:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6{,}63\times10^{-34}\cdot 3{,}0\times10^{8}}{450\times10^{-9}} = 4{,}42 \cdot 10^{-19}\text{J}$$

Para pasar a eV dividimos por $1{,}60\times10^{-19}$ J/eV

Resposta correcta $\boxed{\text{b) 2,76 eV}}$

4.2. Resolva un destes dous problemas: (1,5 puntos)

4.2.1 O iodo-131 utilízase en medicina nuclear e ten un período de semidesintegración de 8 días. Un paciente recibe unha dose que contén $2\text{x}10^{15}$ núcleos de Iodo-131.

a) ¿Cal é a actividade inicial da mostra en Bq?
b) ¿Cantos núcleos quedarán sen desintegrar pasados 24 días?

a) Actividade inicial ven dada por

$$A=\lambda N_0$$

Onde N_0 é o número inicial de núcleos e λ a constante de desintegración que se calcula como.

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{ln2}{8 \cdot 24 \cdot 3600} = 1{,}0 \cdot 10^{-6}\, s^{-1}$$

Actividade inicial é, por tanto:

$$A=\lambda \cdot N_0 = 1{,}0 \cdot 10^{-6} \cdot 2 \cdot 10^{15} = \mathbf{2{,}0 \cdot 10^{9}\ Bq}$$

b) Recordamos (só a modo orientador):

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N$$

$$\frac{dN}{N} = -\lambda dt$$

integrando obtemos

$$\ln N = -Nt + C$$

Considerando que en t=0 $N=N_0$ deducimos que

$$ln\frac{N}{N_0} = -\lambda t \quad e\ por\ tanto \quad N = N_0 e^{-\lambda t}$$

Substituíndo os datos do enunciado nesta expresión obtemos:

$$N = 2 \cdot 10^{15} e^{-\cdot 10^{-6}\,(24 \cdot 24 \cdot 3600)} = 2.5 \cdot 10^{14}\ núcleos$$

4.2.2. Considere unha superficie metálica de níquel, perfectamente pulida, para a que o traballo de extracción é 5,35 eV. Ilumínase esta superficie cunha luz monocromática e obsérvase que a velocidade máxima dos electróns emitidos é de $5 \cdot 10^6$ m/s. Calcule:

a) A frecuencia limiar e a frecuencia da luz monocromática incidente.

b) A lonxitude de onda de De Broglie dos electróns emitidos coa velocidade máxima.

DATOS: $c = 3 \times 10^8$ m·s^{-1}; $h = 6{,}63 \times 10^{-34}$ J·s; $q_e = -1{,}60 \times 10^{-19}$ C, $m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$kg; 1eV = $1{,}60 \times 10^{-19}$ J.

a) A frecuencia limiar obtense a partir da ecuación:

$$W_0 = h\, f_0$$

Primeiro pasamos o traballo de extracción ao sistema internacional de unidades:

$$W_0 = (5{,}35)(1{,}60 \times 10^{-19}) = 8{,}56 \times 10^{-19}\text{J}$$

Logo:

$$f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{8{,}56 \times 10^{-19}}{6{,}63 \times 10^{-34}} = 1{,}29 \times 10^{15}\ \text{Hz}$$

Esta sería a frecuencia da onda incidente que corresponde coa mínima enerxía para arrancar un electrón, é dicir, para que este saíra cunha enerxía cinética nula.

En calquera outra situación a enerxía incidente vai ser maior que o traballo de extracción e a diferencia corresponde á enerxía cinética dos electróns saíntes. É dicir:

$$hf = W_0 + E_c$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

Calculamos a enerxía cinética dos electróns arrincados:

$$E_c = \frac{1}{2}(9{,}11 \times 10^{-31})(5 \times 10^6)^2 = 1{,}14 \times 10^{-17}\ \text{J}$$

Entón:

$$hf = 8{,}56 \times 10^{-19} + 1{,}14 \times 10^{-17} = 1{,}23 \times 10^{-17}\ \text{J}$$

Despexando:

$$\boldsymbol{f = \frac{1{,}23 \times 10^{-17}}{6{,}63 \times 10^{-34}} = 1{,}86 \times 10^{16}\ \text{Hz}}$$

c) A lonxitude de onda de De Broglie é:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$$

Substituíndo:

$$\lambda = \frac{6{,}63 \times 10^{-34}}{(9{,}11 \times 10^{-31})(5 \times 10^6)} = 1{,}46 \times 10^{-10}\ \text{m} = 0{,}146\ \text{nm}$$

$$\boldsymbol{\lambda = 1{,}46 \times 10^{-10}\ \text{m}}$$