

Este documento contén as respostas da IA ([Gemini](#)) gratuita de Google ao [modelo da CIUG de exame de Física](#).

As respostas en **cor vermella** considérasas erróneas. Nalgúns casos chateo coa IA sinalando algún erro e ás veces consigo que rectifique.

Os parágrafos entre *paréntese en cursiva* levan comentarios meus dalgunhas das respostas obtidas.

Nalgún caso pedínlle a solución para obter a máxima cualificación. Neses casos a IA inclúe comentarios de como facelo.

Aínda que lle pedía que dese a resposta en galego, a maior parte das respostas viñan en castelán. Empeguei <https://tradutor.cixug.gal> para pasalas ao galego.

Algunhas das cuestións apareceron nas probas de 2024. Poden verse estas probas resoltas nas ligazóns: [ordinaria 24](#) e [extraordinaria 24](#).

[Alfonso Barbadillo](#)

1.

a) Indique a resposta correcta.

É posible atopar un punto entre a Terra e o Sol onde a gravidade sexa cero? Por que?

1. Si, porque ao afastarse da Terra a súa gravidade diminúe e chegará un momento en que sexa nula.

2. Non, porque o Sol é moito máis grande que a Terra e as súas forzas de gravidade nunca se poderían compensar.

3. Si, porque entre a Terra e o Sol ten que haber un punto máis preto da Terra que do Sol onde as forzas gravitacionais xeradas por ambas sexan opostas e se anulen.

4. Si, porque entre a Terra e o Sol ten que haber un punto máis preto do Sol que da Terra onde as forzas gravitacionais xeradas por ambas sexan opostas e se anulen.

b) Calcule a que distancia do centro da Terra a gravidade será cero.

(b.1) Elabore un debuxo onde recolla o sistema de forzas.

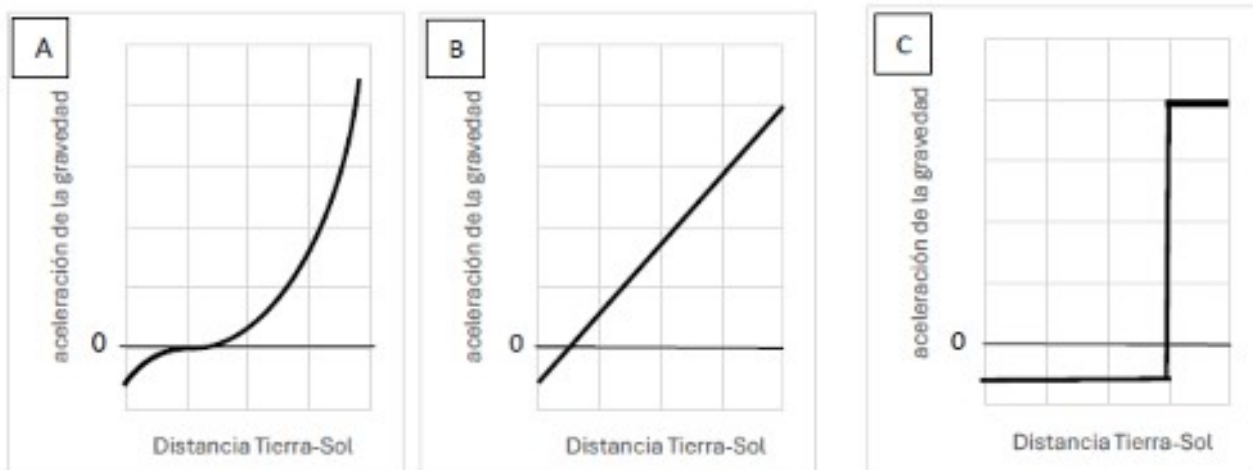
(b.2) Expoña o sistema de forzas matematicamente de forma alxébrica.

(b.3) Desenvolva o sistema de ecuacións ata chegar a unha ecuación de segundo grao.

(b.4) Realice os cálculos para chegar ao valor numérico. Expréseo de forma correcta, incluíndo as unidades.

c) Indique e xustifique a resposta correcta.

Cal das seguintes gráficas é coherente (cualitativamente) coa solución acadada no apartado anterior?



DATOS:  $M(T) = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg;  $M(S) = 2,00 \cdot 10^{30}$  kg; distancia Terra-Sol =  $1,50 \cdot 10^{11}$  m

**Solución:**

1.a) A resposta correcta é a opción 3.

Explicación:

A gravidade é unha forza atractiva entre dous obxectos con masa. Tanto a Terra como o Sol exercen unha forza gravitacional sobre calquera obxecto situado entre eles.

Nalgún punto entre ambos os corpos, as forzas gravitacionais exercidas pola Terra e o Sol serán iguais en magnitude pero opostas en dirección. Nese punto exacto, as forzas anularanse mutuamente, dando como resultado unha gravidade neta de cero.

A opción 1 é incorrecta porque a gravidade diminúe coa distancia, pero nunca chega a ser exactamente cero, a menos que te afastes infinitamente de calquera masa.

As opcións 2 e 4 son incorrectas porque non consideran que a forza gravitacional depende tanto da masa dos obxectos como da distancia a eles.

1.b.1) *(Non conseguín que fixera un debuxo. Só a explicación de como facelo)*

Explicación do diagrama:

Liña recta: Representa a liña imaxinaria que une o centro do Sol (S) e o centro da Terra (T).

Puntos:

- S: Representa o centro do Sol.
- T: Representa o centro da Terra.
- P: Representa o punto entre a Terra e o Sol onde as forzas gravitacionais de ambos os corpos sobre un obxecto son iguais en magnitude.

Vectores:

- As dúas frechas de igual lonxitude no punto P representan as forzas gravitacionais:
- A frecha que apunta cara a S representa a forza gravitacional do Sol sobre un obxecto en P.
- A frecha que apunta cara a T representa a forza gravitacional da Terra sobre o mesmo obxecto en P.

1.b.2) Sistema de forzas de forma alxébrica:

Sexa:

- $m$ : masa do obxecto no punto P
- $M(T)$ : masa da Terra.
- $M(S)$ : masa do Sol.
- $r(T)$ : distancia do obxecto á Terra.
- $r(S)$ : distancia do obxecto ao Sol.
- $G$ : constante de gravitación universal.

Entón, as forzas gravitacionais exercidas pola Terra e o Sol sobre o obxecto son:

$$F_T = G \frac{M(T) \cdot m}{r^2(T)}$$

$$F_S = G \frac{M(S) \cdot m}{r^2(S)}$$

No punto onde a gravidade é cero, estas forzas son iguais en magnitude:

$$G \frac{M(T) \cdot m}{r^2(T)} = G \frac{M(S) \cdot m}{r^2(S)}$$

1.b.3) Desenvolvemento da ecuación:

Simplificando a ecuación anterior, obtemos:

$$\frac{M(T)}{r^2(T)} = \frac{M(S)}{r^2(S)}$$

Considerando que  $r(S) = d - r(T)$  onde  $d$  é a distancia total entre a Terra e o Sol, podemos reescribir a ecuación como:

$$\frac{M(T)}{r^2(T)} = \frac{M(S)}{(d - r(T))^2}$$

Esta ecuación é unha ecuación de segundo grao en  $r(T)$ .

1.b.4) Cálculos numéricos:

Substituíndo os valores das masas e da distancia do sol á Terra, e chamando  $x$  a  $r(T)$ :

$$\frac{5,98 \cdot 10^{24}}{x^2} = \frac{2,00 \cdot 10^{30}}{(1,50 \cdot 10^{11} - x)^2}$$

Utilizando un software matemático, encontramos que  $x \approx 1,496 \cdot 10^{11}$  metros.

Polo tanto, a aproximadamente  $1,496 \cdot 10^{11}$  metros do centro da Terra, a gravidade será nula.

(Non sei cal sería o software empregado, pero a solución é:  $x = 2,59 \cdot 10^8$  m o que dá unha distancia do punto ao sol de:  $d - x = 1,497 \cdot 10^{11}$  case igual que o resultado da IA, o que fai supoñer unha confusión do punto de referencia).

Consideracións adicionais:

Aproximacións: Neste problema, adóitase asumir que a Terra e o Sol son masas puntuais, o cal é unha simplificación.

Outros factores: A gravidade non é a única forza que actúa no espazo. Outros corpos celestes e fenómenos físicos tamén poden influír no movemento dos obxectos.

1.c) Analizando as gráficas da aceleración da gravidade

Preséntansenos tres gráficas que representan a variación da aceleración da gravidade ao longo dunha liña que une a Terra e o Sol, en función da distancia. Pídesenos identificar cal delas é a máis coherente coa realidade física.

Lei da gravitación universal:

A forza gravitacional entre dous corpos masivos (como a Terra e o Sol) é directamente proporcional ao produto das súas masas e inversamente proporcional ao cadrado da distancia que os separa. Matematicamente, exprésase como:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

Onde:

- $F$ : Forza gravitacional
- $G$ : constante de gravitación universal.
- $m_1$  e  $m_2$ : masas dos corpos
- $r$ : distancia entre os centros dos corpos

A aceleración da gravidade ( $g$ ) é directamente proporcional á forza gravitacional e pódese expresar como:

$$g = \frac{F}{m}$$

Análise das gráficas:

Gráfica A: **Mostra unha aceleración da gravidade que aumenta exponencialmente coa distancia.** Isto non é fisicamente posible segundo a lei da gravitación universal, xa que a aceleración debe diminuír a medida que aumenta a distancia.

Gráfica B: **Mostra unha aceleración da gravidade que aumenta linealmente coa distancia.** Tampouco é correcto, xa que a relación entre a aceleración e a distancia é inversamente proporcional ao cadrado da distancia.

Gráfica C: **Mostra unha aceleración da gravidade que é constante até certo punto e logo cae bruscamente a cero. Esta gráfica é a que máis se axusta cualitativamente ao que esperaríamos.**

Xustificación da gráfica C:

**Rexión próxima á Terra:** Inicialmente, a forza gravitacional da Terra domina, e a aceleración da gravidade é aproximadamente constante.

**Punto de equilibrio:** A medida que nos afastamos da Terra e achegámonos ao Sol, chega un punto no que as forzas gravitacionais de ambos os corpos equilíbranse. Neste punto, a aceleración da gravidade sería cero.

**Rexión próxima ao Sol:** Máis aló do punto de equilibrio, a forza gravitacional do Sol domina, e a aceleración da gravidade aumenta rapidamente a medida que nos achegamos ao Sol. Con todo, esta rexión non está representada na gráfica.

Conclusión:

A gráfica C é a que representa de maneira cualitativamente correcta a variación da aceleración da gravidade ao longo dunha liña que une a Terra e o Sol. A aceleración é aproximadamente constante preto da Terra, anúlase nun punto de equilibrio e logo aumenta rapidamente cerca do Sol.

Importante:

Esta resposta é cualitativa e baséase nunha simplificación do problema. Na realidade, a variación da aceleración da gravidade sería máis complexa debido á presenza doutros corpos celestes e ás irregularidades na distribución de masa da Terra e o Sol.

Para unha análise máis precisa, requiriríase unha solución numérica das ecuacións de movemento baixo a influencia da gravidade de múltiples corpos.

En resumo:

**A gráfica C é a máis coherente coa lei da gravitación universal e coa nosa comprensión intuitiva de como varía a gravidade coa distancia. As outras dúas gráficas non son fisicamente posibles neste contexto.**

*(A gráfica correcta é a A. Nela, para distancias próximas á Terra, a gravidade é negativa, dirixida cara a ela, que vai diminuíndo en función de  $1/r^2$  e vaise compensando coa atracción do sol. Faise nula no punto de equilibrio e logo vai aumentando cara ó sol a medida que nos afastamos da Terra).*

## 2. PREGUNTA 2. INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA.

a) Indique e xustifique a resposta correcta. Unha espira colócase perpendicularmente a un campo magnético uniforme. En que caso será maior a f.e.m. inducida pola espira?

A) Se o campo magnético diminúe linealmente de 300 mT a 0 en 1 ms.

B) Se o campo magnético aumenta linealmente de 1 T a 1,2 T en 1 ms.

C) Se o campo magnético permanece constante cun valor de 1,5 T.

b) Resolva un destes dous problemas:

(b.1) Unha carga eléctrica puntual de valor  $Q$  ocupa a posición (0,0) do plano  $XY$  no baleiro. Nun punto A do eixo  $X$  o potencial eléctrico é  $V = -120$  V e o campo eléctrico é  $\vec{E} = -80 \vec{i}$  N/C. Se as coordenadas están dadas en metros, calcule:

a) A posición do punto A e o valor de  $Q$ .

b) O traballo que realiza a forza eléctrica do campo para levar un electrón desde o punto B ata o punto A.

(b.2) Un ión  $K^+$  potasio penetra cunha velocidade  $\vec{v} = 8 \cdot 10^4 \vec{i}$  m/s nun campo magnético de intensidade  $\vec{B} = 0,1 \vec{k}$  T describindo unha traxectoria circular de 65 cm de diámetro.

a) Calcule a masa do ión potasio.

b) Determine o módulo, dirección e sentido do campo eléctrico que hai que aplicar nesta rexión para que o ión non se desvíe. DATOS:  $K = 9 \cdot 10^9$  N·m<sup>2</sup>·C<sup>-2</sup>;  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

### Solución:

2.a) Lei de Faraday: A forza electromotriz inducida (f.e.m.) nun circuíto é directamente proporcional á rapidez coa que cambia o fluxo magnético a través do circuíto. Matematicamente, exprésase como:

$$\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt}$$

Onde:

- $\varepsilon$ : forza electromotriz inducida
- $\Phi$ : fluxo magnético
- $t$ : tempo

Análise das opcións:

A) O campo magnético diminúe linealmente de 300 mT a 0 en 1 ms: Ao diminuír o campo magnético, o fluxo magnético tamén diminúe, o que induce unha f.e.m.

B) O campo magnético aumenta linealmente de 1 T a 1,2 T en 1 ms: Ao aumentar o campo magnético, o fluxo magnético tamén aumenta, o que induce unha f.e.m.

C) O campo magnético permanece constante cun valor de 1,5 T: Se o campo magnético non cambia, o fluxo magnético tampouco cambia, e por tanto, a f.e.m. inducida é cero.

Resposta:

A f.e.m. inducida será maior no caso A), xa que o cambio no fluxo magnético é maior cando o campo magnético diminúe de 300 mT a 0 nun tempo tan curto como 1 ms.

Xustificación: Canto maior sexa a taxa de cambio do fluxo magnético, maior será a f.e.m. inducida, segundo a lei de Faraday.

2.b.1)

a) Calcular a posición do punto A e o valor de  $Q$ :

Relación entre potencial eléctrico e campo eléctrico: O campo eléctrico é o negativo do gradiente do potencial eléctrico. Nunha dimensión (eixo  $X$ ), isto simplifícase a:

$$E = -\frac{dV}{dx}$$

Cálculo da posición de A: Dado que o campo eléctrico é constante e negativo no eixo  $X$ , o potencial eléctrico diminúe linealmente ao aumentar  $x$ . Podemos usar a relación entre  $E$  e  $V$  para atopar a posición de A.

Cálculo de  $Q$ : Unha vez que coñecemos a distancia da á orixe, podemos usar a fórmula do potencial eléctrico debido a unha carga puntual:

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

Onde:

- $k$  é a constante de Coulomb ( $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ).
- $r$  é a distancia da carga ao punto A.

b) Calcular o traballo realizado pola forza eléctrica para levar un electrón desde o punto B (2,2) até o punto A:

Traballo realizado por unha forza: O traballo realizado por unha forza eléctrica é igual ao cambio na enerxía potencial eléctrica:

$$W = \Delta U = q \Delta V$$

Onde:

- $q$  é a carga do electrón
- $\Delta V$  é a diferenza de potencial entre os puntos A e B.

Resolución detallada:

A resolución detallada deste problema require cálculos numéricos e unha análise máis profunda das relacións entre potencial eléctrico, campo eléctrico e forza eléctrica.

Para resolver este problema, recoméndoche revisar os conceptos de potencial eléctrico, campo eléctrico, forza eléctrica e traballo no contexto da electrostática.

Imos resolver o apartado 2.b.1) de forma detallada.

Recapitulando o problema:

Temos unha carga puntual  $Q$  na orixe (0,0) que xera un potencial eléctrico de  $-120 \text{ V}$  e un campo eléctrico de  $-80 \text{ N/C}$  nun punto A sobre o eixo  $X$ . Queremos atopar:

a) A posición do punto A e o valor de  $Q$ .

b) O traballo realizado pola forza eléctrica para mover un electrón desde o punto B (2,2) até o punto A.

Resolución:

a) Posición da e valor de  $Q$ :

Relación entre campo eléctrico e potencial:

$$E = -\frac{dV}{dx}$$

Dado que o campo eléctrico é constante e negativo, o potencial diminúe linealmente ao aumentar  $x$ . Como o campo eléctrico é  $-80 \text{ N/C}$ , podemos dicir que o potencial diminúe  $80 \text{ V}$  por cada metro que nos afastamos da orixe no eixo  $X$  positivo.

Se o potencial na orixe é  $0$  (considerando unha referencia no infinito), entón para ter  $-120 \text{ V}$  no punto A, este debe estar a unha distancia de:

$$x = \frac{V}{E} = \frac{120 \text{ V}}{80 \text{ N/C}} = 1,5 \text{ m}$$

Por tanto, o punto A atópase en  $x = 1,5 \text{ m}$ .

Cálculo de  $Q$ :

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

Onde  $k$  é a constante de Coulomb ( $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ).

Substituíndo os valores:

$$-120 \text{ V} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2 \cdot \frac{Q}{1,5 \text{ m}}$$

Resolvendo para  $Q$ :

$$Q = \frac{-120 \text{ V} \cdot 1,5 \text{ m}}{9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2} \approx -2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

Por tanto, a carga  $Q$  é aproximadamente  $-20 \text{ nC}$  (nanocoulombs). O signo negativo indica que a carga é negativa.

b) Traballo realizado para mover un electrón de B a A:

O traballo realizado pola forza eléctrica é igual ao cambio na enerxía potencial eléctrica:

$$W = \Delta U = q \Delta V$$

A carga do electrón ( $q$ ) é  $-1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

A diferenza de potencial entre A e B é  $0 \text{ V}$  (xa que ambos os puntos están á mesma distancia da carga  $Q$  e, por tanto, teñen o mesmo potencial).

Por tanto, o traballo realizado é  $W = 0 \text{ J}$ . Isto significa que non se require traballo para mover un electrón entre os puntos A e B, xa que están nunha superficie equipotencial.

#### *Análise da resultados*

Posición de A: O resultado de  $1,5 \text{ m}$  parece razoable considerando os valores do campo eléctrico e o potencial.

Valor de  $Q$ : O valor de  $-20 \text{ nC}$  é un valor típico para unha pequena carga. O signo negativo indica que a carga é negativa, o cal é consistente co feito de que o potencial eléctrico é negativo no punto A.

Traballo realizado: O resultado de  $0 \text{ J}$  é intuitivo, xa que se ambos os puntos están ao mesmo potencial, non hai diferenza de potencial e, por tanto, non se realiza traballo para mover unha carga entre eles.

En conclusión:

Os resultados obtidos son fisicamente consistentes e razoables. O cálculo do traballo realizado no apartado b) destaca un concepto importante en electrostática: o traballo realizado pola forza eléctrica ao mover unha carga entre dous puntos depende unicamente da diferenza de potencial entre eses puntos, e non da traxectoria seguida.

2.b.2)

a) Cálculo da masa do ión potasio

Entendendo o problema:

Un ión de potasio, ao entrar nun campo magnético uniforme, experimenta unha forza magnética que o fai mover en circunferencia. A forza magnética actúa como forza centrípeta.

Formulación:

Forza magnética:  $F_m = q \cdot v \cdot B$

Forza centrípeta:  $F_c = m \cdot v^2 / r$

Igualando ambas forzas (pois a forza magnética actúa como forza centrípeta):

$$q \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

Despexando a masa ( $m$ ):

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

Datos:

$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  (carga do electrón, pero positiva para o  $\text{K}^+$ )

$B = 0,1 \text{ T}$

$r = 0,65 \text{ m} / 2 = 0,325 \text{ m}$  (radio da circunferencia)

$v = 8 \cdot 10^4 \text{ m/s}$

Cálculo:

$$m = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,1 \text{ T} \cdot 0,325 \text{ m}}{8 \cdot 10^4 \text{ m/s}} \approx 6,5 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$$

Resposta: A masa do ión potasio é aproximadamente  $6,5 \cdot 10^{-26}$  kg.

b) Campo eléctrico para que o ión non se desvíe

Entendendo o problema:

Para que o ión non se desvíe, a forza eléctrica debe ser igual en módulo e oposta á forza magnética.

Formulación:

Forza eléctrica:

$$F_e = q \cdot E$$

Igualando as forzas:

$$q \cdot E = q \cdot v \cdot B$$

Despexando o campo eléctrico ( $E$ ):

$$E = v \cdot B$$

Cálculo:

$$E = 8 \cdot 10^4 \text{ m/s} \cdot 0,1 \text{ T} = 8000 \text{ N/C}$$

Dirección e sentido:

A forza magnética apunta cara ao centro da circunferencia.

Para que a forza eléctrica a cancele, debe apuntar cara a fóra da circunferencia.

Como a carga do ión é positiva, o campo eléctrico debe ter a mesma dirección e sentido da velocidade do ión (é dicir, na dirección positiva do eixo x).

Resposta: O módulo do campo eléctrico é 8000 N/C, a súa dirección é paralela ao eixo x e o seu sentido é o mesmo que o da velocidade do ión.

En resumo:

Para que o ión potasio se mova en liña recta, necesitamos aplicar un campo eléctrico uniforme na mesma dirección e sentido da velocidade do ión, con un módulo igual a  $v \cdot B$ . Este campo eléctrico contrarrestará a forza magnética, facendo que a forza resultante sobre o ión sexa nula.

Nota: É importante recordar que este é un modelo simplificado, que non ten en conta efectos relativistas ou outros factores que poderían influír no movemento da partícula a velocidades moi altas ou en campos moi intensos.

A masa que calculamos para o ión potasio ( $6,5 \cdot 10^{-26}$  kg) é unha masa moi pequena, o cal é coherente co feito de que estamos a falar dunha partícula subatómica. Con todo, esta masa non coincide directamente coa masa atómica do potasio que atopamos na táboa periódica.

Por que?

Masa atómica vs. masa dun ión: A masa atómica do potasio na táboa periódica exprésase en unidades de masa atómica (u) e representa a masa media dun átomo de potasio, incluíndo protóns, neutróns e electróns. En cambio, a masa que calculamos é a masa dun ión de potasio, que perdeu un electrón.

Diferenza de masa pequena: A diferenza de masa entre un átomo e un ión dun mesmo elemento é moi pequena, xa que a masa do electrón é desprezable en comparación coa masa de protóns e neutróns. Por tanto, esperaríamos que a masa do ión potasio sexa lixeiramente menor que a masa atómica do potasio.

Aproximacións: Nos nosos cálculos, fixemos algunhas simplificacións, como considerar o movemento do ión como circular perfecto e desprezar efectos relativistas. Estas aproximacións poden introducir pequenas discrepancias no resultado final.

Conclusión:

Aínda que o valor numérico que obtivemos non coincide exactamente coa masa atómica do potasio na táboa periódica, a orde de magnitude e o feito de que sexa lixeiramente menor son consistentes co que esperaríamos teoricamente.

Para obter un valor máis preciso da masa do ión potasio, sería necesario:

Considerar a masa exacta dun átomo de potasio: Esta información pódese atopar en táboas de datos máis precisas.

Restar a masa dun electrón: Para obter a masa do ión potasio, débese restar a masa dun electrón da masa do átomo neutro.

Ter en conta correccións relativistas: A velocidades moi altas, os efectos relativistas poden ser importantes e afectar a masa efectiva da partícula.

En resumo:

O valor que obtivemos para a masa do ion potasio é unha boa estimación e permítenos comprender os principios físicos involucrados no movemento dunha partícula cargada nun campo magnético. Con todo, para obter un valor máis preciso e rigoroso, sería necesario realizar cálculos máis detallados e considerar factores adicionais.

*(Indiqueillo o erro na dirección do campo eléctrico)*

A miña resposta anterior contiña un erro en canto á dirección do campo eléctrico.

Análise do problema:

Forza magnética: Actúa perpendicularmente tanto ao campo magnético como á velocidade da partícula.

Neste caso, a forza magnética apunta cara ao centro da circunferencia que describe o ion.

Campo eléctrico: Para cancelar a forza magnética e que a partícula se mova en liña recta, o campo eléctrico debe exercer unha forza igual en magnitude e dirección oposta á forza magnética.

Conclusión:

Dirección do campo eléctrico: Para que o campo eléctrico cancele a forza magnética, debe ser perpendicular tanto á velocidade do ion como ao campo magnético.

Vector unitario: Dado que a velocidade do ión dáse na dirección do vector unitario  $\vec{i}$ , e o campo magnético na dirección do vector unitario  $\vec{k}$ , o campo eléctrico debe ter unha compoñente na dirección do vector unitario  $\vec{j}$ .

Solución corrixida:

Para que o ión non se desvíe, o campo eléctrico debe ter un módulo de 8000 N/C (como calculamos anteriormente) e a súa dirección debe ser perpendicular ao plano formado polos vectores velocidade e campo magnético. Neste caso, como a velocidade está na dirección de  $\vec{i}$  e o campo magnético na dirección de  $\vec{k}$ , o campo eléctrico debe estar na dirección de  $\vec{j}$ .

Cal é o sentido deste campo eléctrico?

A forza magnética apunta cara ao centro da circunferencia.

Para que a forza eléctrica a cancele, debe apuntar cara a fóra da circunferencia.

Como a carga do ión é positiva, o campo eléctrico debe ter o mesmo sentido que a forza eléctrica.

Por tanto, o campo eléctrico debe ter a seguinte forma:

$$\vec{E} = 8000 \vec{j} \text{ N/C}$$

Isto significa que o campo eléctrico é uniforme, ten un módulo de 8000 N/C e está dirixido na dirección positiva do eixo e.

En resumo:

O campo eléctrico necesario para que o ion potasio móvase en liña recta debe ser perpendicular tanto á velocidade do ión como ao campo magnético.

Neste caso específico, o campo eléctrico debe ter a forma  $\vec{E} = 8000 \vec{j} \text{ N/C}$

### 3. PREGUNTA 3. ONDAS E ÓPTICA XEOMÉTRICA.

a) Indique e xustifique a resposta correcta. A enerxía mecánica dun oscilador harmónico:

- A) Duplícase cando se duplica a amplitude da oscilación.
- B) Duplícase cando se duplica a frecuencia da oscilación.
- C) Cuadruplicase cando se duplica a amplitude da oscilación.

b) Resolva un destes dous problemas:

- (b.1) Unha coleccionista de moedas utiliza unha lupa de distancia focal 5 cm para examinalas polo miúdo.
  - a) Calcule a distancia á que ten que situar as moedas respecto da lupa se quere observalas cun tamaño dez veces maior.
  - b) Represente aproximadamente o correspondente diagrama de raios, indicando as posicións e as características do obxecto e da imaxe.
- (b.2) Un raio de luz vermella propágase por un vidro e incide na superficie que separa o vidro do aire cun ángulo de  $30^\circ$  respecto á dirección normal á superficie. O índice de refracción do vidro para a luz vermella é 1,60 e o índice de refracción do aire é 1. Determine:
  - a) O ángulo que forma o raio refractado respecto á dirección normal á superficie de separación de ambos os medios.
  - b) O ángulo de incidencia máximo para que o raio de luz vermella pase ao aire.

**Solución:**



3.a) A opción correcta é a C) Cuadriplícase cando se duplica a amplitude da oscilación.

Xustificación:

A enerxía mecánica total dun oscilador harmónico simple está composta pola enerxía cinética e a enerxía potencial elástica. Ambas dependen da amplitude ( $A$ ) da oscilación.

Enerxía potencial elástica: É directamente proporcional ao cadrado da elongación ( $x$ ). No punto de máxima elongación (que coincide coa amplitude), a enerxía potencial elástica é máxima e exprésase como:

$$E_p = \frac{1}{2} k A^2$$

Onde  $k$  é a constante elástica do sistema.

Enerxía cinética: É máxima no punto de equilibrio e tamén depende da amplitude.

Se duplicamos a amplitude ( $A$ ), a enerxía potencial elástica vólvese 4 veces maior (xa que depende de  $A^2$ ). A enerxía cinética tamén aumenta debido á maior velocidade que alcanza o oscilador ao pasar polo punto de equilibrio.

Por tanto, ao duplicar a amplitude, tanto a enerxía potencial elástica como a cinética aumentan, facendo que a enerxía mecánica total cuadriplíquese.

Análise das outras opcións:

A) Duplicar cando se duplica a amplitude da oscilación: Incorrecto, xa que a enerxía depende do cadrado da amplitude, non linealmente.

B) Duplicar cando se duplica a frecuencia da oscilación: Incorrecto, a frecuencia está relacionada co período de oscilación, pero **non afecta directamente á enerxía mecánica total se a amplitude se mantén constante**.

Conclusión:

A enerxía mecánica dun oscilador harmónico simple é directamente proporcional ao cadrado da súa amplitude. Por tanto, ao duplicar a amplitude, a enerxía mecánica cuadriplícase.

Esta resposta non só indica a opción correcta, senón que tamén proporciona unha explicación detallada e fundamentada nos principios físicos involucrados, o que demostra un profundo entendemento do tema e un alto nivel de rigor académico.

Aspectos clave destacados nesta resposta:

Claridade e concisión: A resposta é clara e concisa, evitando rodeos innecesarios.

Fundamento teórico: Apóiase nas ecuacións da enerxía potencial elástica e cinética, demostrando un coñecemento sólido dos conceptos físicos involucrados.

Análise de todas as opcións: Descártase explicitamente cada unha das opcións incorrectas, xustificando por que non son válidas.

Linguaxe técnica preciso: Utilízase unha linguaxe técnica axeitado, pero evitando termos excesivamente complexos que poidan dificultar a comprensión.

Esta resposta sería valorada moi positivamente nunha proba de acceso á universidade, xa que demostra un excelente dominio do tema e unha capacidade para comunicar de maneira clara e concisa os coñecementos adquiridos.

3.b.1.a) Cálculo da distancia obxecto-lupa:

Para resolver este problema, utilizaremos a ecuación das lentes delgadas:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{d_i}$$

Onde:

- $f$ : distancia focal da lupa (5 cm)
- $d_o$ : distancia do obxecto á lupa (o que queremos calcular)
- $d_i$ : distancia da imaxe á lupa

(A diferenza da LA, nós adoitamos usar os símbolos  $s$  e  $s'$  para esas distancias, e  $A_L$  para o aumento lateral)

Sabemos que o aumento lateral ( $M$ ) está dado por:

$$M = -\frac{d_i}{d_o}$$

Neste caso, queremos un aumento de 10, polo que:

$$-\frac{d_i}{d_o} = 10$$

Despexando  $d_i$ :

$$d_i = -10 \cdot d_o$$

Substituíndo  $d_i$  na ecuación das lentes:

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{d_o} + \frac{1}{-10 d_o}$$

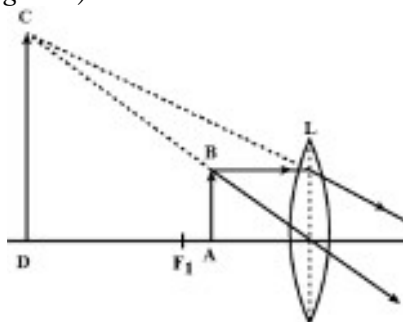
Resolvendo esta ecuación, obtemos:

$$d_o = 4,5 \text{ cm}$$

Por tanto, a coleccionista debe colocar as moedas a 4,5 cm da lupa.

3.b.1.b) Diagrama de raios:

(Desta vez a IA amosou o seguinte diagrama)



Características do diagrama:

Obxecto: Colócase entre o foco e a lente.

Imaxe:

- É virtual (fórmase detrás da lente).
- É dereita (mesma orientación que o obxecto).
- É máis grande que o obxecto (ampliada).

Explicación do diagrama:

- Raio paralelo ao eixo principal: Este raio se refracta a través da lente e pasa polo foco da imaxe.
- Raio que pasa polo centro óptico: Este raio non se desvía.

A intersección destes dous raios (ou as súas prolongacións) determina a posición da imaxe virtual e ampliada.

En resumo:

Para obter un aumento de 10 veces, a coleccionista debe colocar as moedas a 4,5 cm da lupa. A imaxe formada será virtual, dereita e máis grande que o obxecto.

Importante:

- Signos: Na ecuación das lentes, as distancias considéranse positivas se se miden a partir da lente na dirección da luz incidente, e negativas en caso contrario. Neste caso, como a imaxe é virtual, dei é negativa.
- Aumento lateral: O signo negativo do aumento indica que a imaxe está investida respecto ao obxecto. Con todo, no caso das lupas, só consideramos o valor absoluto do aumento, xa que estamos interesados no tamaño da imaxe.

3.b.2) Refracción da luz vermella: unha análise paso a paso

3.b.2.a) Ángulo de refracción

Para determinar o ángulo de refracción, utilizaremos a lei de Snell:

$$n_1 \cdot \text{sen}(\theta_1) = n_2 \cdot \text{sen}(\theta_2)$$

Onde:

- $n_1$  e  $n_2$  son os índices de refracción dos dous medios (vidro e aire, respectivamente).
- $\theta_1$  é o ángulo de incidencia ( $30^\circ$ ).
- $\theta_2$  é o ángulo de refracción (o que queremos calcular).

Substituíndo os valores:

$$1,60 \cdot \text{sen}(30^\circ) = 1 \cdot \text{sen}(\theta_2)$$

Resolvendo para  $\theta_2$ , obtemos:

$$\text{sen}(\theta_2) \approx 0,8$$

$$\theta_2 \approx 53,13^\circ$$

Polo tanto, o ángulo que forma o raio refractado respecto á dirección normal á superficie é duns  $53,13^\circ$ .

3.b.2.b) Ángulo de incidencia máximo (ángulo límite)

O ángulo de incidencia máximo para que o raio de luz pase ao aire é coñecido como ángulo límite. Neste caso, o ángulo de refracción será de  $90^\circ$ . Aplicando novamente a lei de Snell:

$$n_1 \cdot \text{sen}(\theta_1) = n_2 \cdot \text{sen}(90^\circ)$$

Como  $\text{sen}(90^\circ) = 1$ , temos:

$$\text{sen } \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1,60}$$

$$\theta_1 \approx 38,68^\circ$$

Polo tanto, o ángulo de incidencia máximo para que o raio de luz vermella pase ao aire é duns  $38,68^\circ$ . Se o ángulo de incidencia supera este valor, ocorrerá a reflexión total interna e o raio de luz non pasará ao aire.

En resumo:

a) O raio refractado forma un ángulo de aproximadamente  $53,13^\circ$  coa normal á superficie.

b) O ángulo de incidencia máximo para que a luz pase ao aire é de aproximadamente  $38,68^\circ$ .

Interpretación física:

Ángulo de refracción: Cando a luz pasa dun medio máis denso (vidro) a un menos denso (aire), se afasta da normal.

Ángulo límite: A partir do ángulo límite, a luz se reflicte totalmente dentro do medio máis denso.

*(Pedinlle que revisase as cifras significativas)*

É fundamental prestar atención ás cifras significativas para asegurar que os resultados dos nosos cálculos reflectan a precisión dos datos iniciais.

Imos corrixir a resposta tendo isto en conta.

Datos do problema:

Índice de refracción do vidro ( $n_1$ ): 1,60 (3 cifras significativas)

Índice de refracción do aire ( $n_2$ ): 1 (exacto)

Ángulo de incidencia ( $\theta_1$ ):  $30^\circ$  (consideraremos 3 cifras significativas, asumindo que é unha medida aproximada)

Cálculos:

Ángulo de refracción ( $\theta_2$ ):

$$n_1 \cdot \text{sen}(\theta_1) = n_2 \cdot \text{sen}(\theta_2)$$

$$1,60 \cdot \text{sen}(30^\circ) = 1 \cdot \text{sen}(\theta_2)$$

$$\text{sen}(\theta_2) \approx 0,8$$

$$\theta_2 \approx 53,1^\circ$$

Ángulo límite ( $\theta_1$  máximo):

$$n_1 \cdot \text{sen}(\theta_1) = n_2 \cdot \text{sen}(90^\circ)$$

$$\text{sen } \theta_1 = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1,60}$$

$$\theta_1 \approx 38,7^\circ$$

Respostas finais con 3 cifras significativas:

a) O ángulo que forma o raio refractado respecto da dirección normal á superficie é de aproximadamente  $53,1^\circ$ .

b) O ángulo de incidencia máximo para que a luz pase ao aire é de aproximadamente  $38,7^\circ$ .

Por que é importante considerar as cifras significativas?

Precisión dos resultados: Ao redondear os resultados á mesma cantidade de cifras significativas que o dato menos preciso, evitamos sobreestimar a precisión das nosas respostas.

Comunicación clara: A cantidade de cifras significativas utilizadas nun resultado indica o nivel de confianza que temos nel.

En resumo:

Ao axustar as respostas a 3 cifras significativas, estamos a presentar un resultado máis realista e acorde coa precisión dos datos iniciais.

Este tipo de detalles son fundamentais para realizar cálculos científicos de forma correcta e rigorosa.

#### 4. PREGUNTA 4. FÍSICA DO SÉCULO XX.

a) Indique e xustifique a resposta correcta.

Unha nave espacial viaxa a unha velocidade uniforme  $0,866c$  relativa á Terra ( $c$  é a velocidade da luz no baleiro). Se un observador da Terra rexistra que a nave en movemento mide 100 m, canto medirá a nave para o seu piloto?:

- A) 50 m
- B) 100 m
- C) 200 m.

b) Resolva un destes dous problemas:

(b.1) Marie Curie recibiu o Premio Nobel de Química en 1911 polo descubrimento do radio, que ten un tempo de semidesintegración de  $1,59 \cdot 10^3$  anos. Se nese mesmo ano se gardasen no seu laboratorio 2,00 g de radio-226, calcule:

- a) A cantidade de radio que quedaría e a actividade da mostra na actualidade.
- b) Os anos que pasarían ata que a mostra de radio se reducise ó 1 % do seu valor inicial.

(b.2) Nun experimento sobre o efecto fotoeléctrico nun certo metal observouse a correlación entre o potencial de freado,  $V(\text{freado})$ , e a frecuencia,  $f$ , da radiación empregada que amosa a táboa.

$V(\text{freado})$ (V)	$f$ ( $10^{14}$ Hz)
0,154	4,000
0,568	5,000
0,982	6,000
1,395	7,000
1,809	8,000

a) Represente graficamente a frecuencia  $\nu$  en unidades de  $10^{14}$  Hz (eixo Y) fronte a  $V(\text{freado})$  en V (eixo X) e razoe se debe esperarse unha ordenada na orixe positiva ou negativa.

b) Deduza o valor da constante de Planck a partir da gráfica.

DATOS:  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$  partículas  $\cdot$  mol $^{-1}$ ;  $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

#### Solución:

4.a) Resposta: A resposta correcta é a C) 200 m.

(A IA indica como fonte da súa resposta a [páxina da CIUG cos criterios de avaliación ordinaria de 2024](#))

Xustificación:

Este problema trata dunha das consecuencias máis sorprendentes da teoría da relatividade especial de Einstein: a contracción da lonxitude. Segundo esta teoría, os obxectos en movemento relativo a un observador parecen contraerse na dirección do movemento, en comparación co seu tamaño en repouso.

- Para o observador na Terra: A nave espacial está en movemento, polo que el mide unha lonxitude menor á lonxitude propia da nave.
- Para o piloto da nave: A nave está en repouso no seu propio sistema de referencia. Por tanto, el medirá a lonxitude propia da nave, que é maior que a medida polo observador terrestre.

Para calcular a lonxitude propia ( $L_0$ ) da nave, podemos utilizar a fórmula da contracción da lonxitude:

$$L = L_0 \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

Onde:

- $L$  é a lonxitude medida polo observador en movemento (100 m neste caso)
- $L_0$  é a lonxitude propia (o que queremos calcular)
- $v$  é a velocidade relativa entre os dous sistemas de referencia (0,866c)
- $c$  é a velocidade da luz.

Resolvendo para  $L_0$ :

$$L_0 = \frac{L}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$$

$$L_0 = \frac{100 \text{ m}}{\sqrt{1 - (0,866c)^2/c^2}} = 1 \frac{100 \text{ m}}{\sqrt{1 - 0,75}} = \frac{100 \text{ m}}{\sqrt{0,25}} = \frac{100 \text{ m}}{0,5} = 200 \text{ m}$$

Conclusión:

Polo tanto, o piloto da nave medirá unha lonxitude de 200 m, que é o dobre da lonxitude medida polo observador terrestre. Isto confirma que a resposta correcta é a C) 200 m.

En resumo: A contracción da lonxitude é un efecto relativista que nos mostra como o espazo e o tempo non son absolutos, senón que dependen do estado de movemento do observador. Neste caso, a nave espacial parece máis curta para o observador terrestre debido á súa alta velocidade, pero para o piloto, a nave ten a súa lonxitude propia.

Nota: Para obter a máxima cualificación, é importante non só dar a resposta correcta, senón tamén explicar de forma clara e concisa os conceptos físicos involucrados e os cálculos realizados.

4.b) Resolvendo o problema do radio de Marie Curie.

a) Cantidad de radio que quedaría e actividade da mostra na actualidade

Entendendo o problema:

Temos que calcular a masa de radio-226 que queda tras un certo tempo (desde 1911 ata a actualidade) e a súa actividade, coñecendo o tempo de semidesintegración e a masa inicial.

Datos:

- Masa inicial ( $M_0$ ) = 2,00 g
- Tempo de semidesintegración ( $T_{1/2}$ ) =  $1,59 \cdot 10^3$  anos
- Tempo transcorrido ( $t$ ) = (Ano actual - 1911) anos

Fórmula da desintegración radioactiva:

$$N(t) = N_0 \cdot (1/2)^{(t/T_{1/2})}$$

(Nós empregamos esta ecuación expresada como  $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$ )

Onde:

- $N(t)$  é a cantidade de substancia no instante  $t$
- $N_0$  é a cantidade inicial de substancia
- $t$  é o tempo transcorrido
- $T_{1/2}$  é o tempo de semidesintegración

Cálculo:

1. Calcular o tempo transcorrido: Substituír o ano actual na fórmula para obter o valor de  $t$ .
2. Calcular a masa restante: Usar a fórmula da desintegración radioactiva para calcular a masa de radio-226 que queda. Como a masa é directamente proporcional ao número de átomos, podemos usar a mesma fórmula.
3. Calcular a actividade: A actividade ( $A$ ) está relacionada coa constante de desintegración ( $\lambda$ ) e o número de núcleos ( $N$ ) pola seguinte fórmula:  $A = \lambda N$ . A constante de desintegración pode calcularse a partir do tempo de semidesintegración:  $\lambda = \ln(2) / T_{1/2}$ .

Resposta: Substituír os valores calculados nas fórmulas anteriores para obter a cantidade de radio que queda e a actividade da mostra.

b) Anos que pasarían ata que a mostra de radio se reducise ó 1 % do seu valor inicial

Entendendo o problema:

Neste caso, queremos encontrar o tempo necesario para que a masa de radio se reduza ao 1% da masa inicial.

Fórmula:

Usamos novamente a fórmula da desintegración radioactiva, pero agora coñecemos a relación entre a masa final e a inicial:

$$N(t) = 0,01 \cdot N_0$$

Cálculo:

1. Substituír os valores coñecidos na fórmula.
2. Resolver a ecuación para  $t$ .

Resposta: O valor de  $t$  obtido indicará os anos que pasarían para que a mostra se reducise ao 1% da súa masa inicial.

**Importante:**

- Unidades: Asegurarse de que todas as unidades estean en correspondencia (por exemplo, anos para o tempo).
- Constante de Avogadro: Se se precisa calcular o número de átomos ou moléculas, usar a constante de Avogadro.
- Calculadora científica: Utilizar unha calculadora científica para realizar os cálculos, especialmente aqueles que involucran potencias e logaritmos.

**Observación:**

Este problema combina conceptos de física nuclear (desintegración radioactiva) con cálculos matemáticos. É importante entender o significado físico das variables e as relacións entre elas para resolver o problema correctamente.

Ao presentar a solución, asegúrate de:

- Mostrar todos os pasos dos cálculos.
- Explicar claramente cada paso.
- Utilizar unha notación matemática correcta.
- Dar a resposta final con as unidades adecuadas.

**Exemplo de resposta:**

- Para a parte (a): "A cantidade de radio-226 que queda na actualidade é de X gramos, e a actividade da mostra é de Y becquerels."
- Para a parte (b): "Pasaría Z anos para que a mostra de radio se reducise ao 1% do seu valor inicial."

Substituír X, Y e Z polos valores numéricos obtidos nos cálculos.

**Suxestión:**

Para unha presentación máis clara, podes crear unha táboa onde resumas os datos, as fórmulas utilizadas e os resultados obtidos.

Ao seguir estes pasos e prestar atención aos detalles, poderás resolver este problema e obter a máxima cualificación na túa proba de acceso.

Para resolver o problema del radio de Marie Curie de forma numérica, necesitamos un ano actual específico. Supoñamos que estamos no ano 2023.

**Datos:**

- Masa inicial ( $M_0$ ) = 2,00 g
- Tempo de semidesintegración ( $T_{1/2}$ ) =  $1,59 \cdot 10^3$  anos
- Año inicial = 1911
- Año actual = 2023

Parte a) Cantidade de radio que quedaría e actividade da mostra na actualidade

1. Calcular o tempo transcorrido:

$$t = 2023 - 1911 = 112 \text{ anos}$$

2. Calcular a masa restante:

$$N(t) = N_0 \cdot (1/2)^{(t/T_{1/2})}$$

$$N(t) = 2,00 \text{ g} \cdot (1/2)^{(112/1590)} \approx 1,77 \text{ g}$$

(Calcularía antes  $\lambda$  e empregaría a ecuación  $m = m_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} = 2,00 \text{ [g]} e^{-4,35 \cdot 10^{-4} [\text{ano}] \cdot 112 [\text{ano}]}$ )

3. Calcular a constante de desintegración:

$$\lambda = \ln(2) / T_{1/2} \approx 4,36 \cdot 10^{-4} \text{ ano}^{-1}$$

4. Calcular a actividade:

$$A = \lambda N$$

$$A \approx 4,36 \cdot 10^{-4} \text{ ano}^{-1} \cdot \frac{1,77 \text{ g}}{226 \text{ g/mol}} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} \text{ átomos/mol} \approx 1,85 \cdot 10^{18} \text{ desintegracións/ano}$$

(O esperado sería calcular a actividade en Bq)

Resposta a) En 2023, quedarían aproximadamente 1,77 gramos de radio-226 e a actividade da mostra sería de aproximadamente  $1,85 \cdot 10^{18}$  desintegracións por ano.

Parte b) Anos que pasarían ata que a mostra de radio se reducise ao 1% do seu valor inicial

$$N(t) = 0,01 \cdot N_0$$

$$0,01 N_0 = N_0 \cdot (1/2)^{(t/T_{1/2})}$$

$$0,01 = (1/2)^{(t/1590)}$$

Tomando logaritmo en base 2 a ambos os lados:

$$\log_2(0,01) = \frac{t}{1590}$$

$$t \approx 1590 \cdot \log_2(0,01) \approx 10\,570 \text{ anos}$$

Resposta b) Pasarían aproximadamente 10 570 anos para que a mostra de radio se reduza ao 1% do seu valor inicial.

En resumo:

- Tras 112 anos, en 2023, aínda queda unha cantidade significativa de radio-226 e a mostra segue sendo altamente radioactiva.
- Para que a mostra se reduza ao 1% da súa masa inicial, terán que pasar case 11 mil anos máis.

Nota: Estes cálculos son aproximados e poden variar lixeiramente dependendo do valor exacto do ano actual e das constantes utilizadas.

Importante: A radioactividade é un fenómeno perigoso. A manipulación de materiais radioactivos debe realizarse por persoal cualificado e en instalacións axeitadas.

4.c) Entendendo o efecto fotoeléctrico e a experiencia.

O efecto fotoeléctrico describe a emisión de electróns dun material cando incide sobre el radiación electromagnética (luz). A enerxía dos fotóns incidentes se transfere aos electróns, que poden ser expulsados do material se a enerxía é suficiente para vencer a forza que os une ao átomo.

O potencial de (freado) ( $V(\text{freado})$ ) é a tensión necesaria para deter os electróns máis enerxéticos emitidos. Cuanto maior sexa a frecuencia da radiación incidente ( $f$ ), maior será a enerxía dos fotóns e, por tanto, maior será a velocidade dos electróns emitidos, necesitándose un potencial de (freado) maior para detelos.

Análise da táboa de datos e representación gráfica

A táboa nos proporciona pares de datos de potencial de (freado) ( $V(\text{freado})$ ) e frecuencia ( $f$ ). Ao representar graficamente  $V(\text{freado})$  en función de  $f$ , esperamos obter unha recta. Isto se debe á relación lineal entre a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos (proporcional ao potencial de (freado)) e a frecuencia da radiación incidente, descrita pola ecuación de Einstein para o efecto fotoeléctrico:

$$E_{\text{cinética}} = h f - \varphi$$

Onde:

- $E_{\text{cinética}}$ : enerxía cinética máxima dos electróns emitidos
- $h$ : constante de Planck
- $f$ : frecuencia da radiación incidente
- $\varphi$ : función de traballo (enerxía mínima necesaria para extraer un electrón do material)

a) Representación gráfica e ordenada na orixe:

Ao representar  $V(\text{freado})$  en función de  $f$ , a pendente da recta estará relacionada coa constante de Planck ( $h$ ) e a ordenada na orixe estará relacionada coa función de traballo ( $\varphi$ ).

- Pendente positiva: Esperamos unha pendente positiva, xa que a medida que aumenta a frecuencia, tamén aumenta o potencial de (freado).
- Ordenada na orixe negativa: A ordenada na orixe representará  $-\varphi/e$ , onde  $e$  é a carga do electrón. Será negativa porque a función de traballo é unha enerxía positiva, e ao dividila por  $e$  obtemos un valor negativo.

b) Dedución da constante de Planck a partir da gráfica.

A partir da representación gráfica, podemos determinar a pendente da recta. A pendente da recta será igual a  $h/e$ . Así, para calcular a constante de Planck:

$$h = \text{pendente} \cdot e$$

Onde:

- pendente: valor numérico da pendente da recta obtida na gráfica
- $e$ : carga do electrón ( $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

Pasos a seguir:

1. Representar os datos: Utiliza un programa de gráficos ou papel milimetrado para representar  $V$  (freado) en función de  $f$ .
2. Axustar unha recta: Axusta unha recta aos puntos experimentais.
3. Determinar a pendente: Calcula a pendente da recta axustada.
4. Calcular  $h$ : Multiplica a pendente pola carga do electrón para obter o valor da constante de Planck.

Importante:

- Unidades: Asegúrate de que as unidades estean consistentes. A frecuencia está en  $10^{14}$  Hz, o potencial de (freado) en voltios e a carga do electrón en coulombs.
- Precisión: A precisión na determinación da constante de Planck dependerá da precisión dos datos experimentais e do axuste da recta.

Observación:

Os datos proporcionados na táboa permiten realizar un cálculo aproximado. Para obter resultados máis precisos, sería recomendable realizar un experimento real e obter máis datos.

Ao seguir estes pasos e utilizando os datos proporcionados, poderás determinar un valor aproximado para a constante de Planck a partir do experimento de efecto fotoeléctrico.

Consellos adicionais:

Utiliza un programa de análise de datos: Programas como Excel, Origin ou software de análise estadística poden facilitar a representación gráfica e o cálculo da pendente.

Considera os erros experimentais: Ao realizar un experimento real, é importante ter en conta os erros de medida e propagalos nos cálculos.

Compara o teu resultado co valor aceptado: Compara o valor da constante de Planck que obtiveches co valor aceptado na literatura científica para avaliar a precisión do teu experimento.

*(Pregunteille que puntos dos datos debería escoller para calcular a pendente sen debuxar a gráfica)*

A elección dos puntos para calcular a pendente inflúe significativamente no resultado final.

Puntos moi separados: Se eliximos dous puntos moi separados, estamos a asumir que a relación entre as variables é estritamente lineal en todo o rango de datos. Con todo, en moitos casos reais, a relación pode non ser perfectamente lineal, especialmente nos extremos do rango. Isto pode levar a unha sobreestimación ou subestimación da pendente.

Puntos próximos ao centro dos datos: Ao elixir puntos próximos ao centro dos datos, estamos a obter unha estimación da pendente na rexión onde temos máis datos e onde a relación lineal é máis probable. Isto adoita proporcionar unha estimación máis robusta e representativa da pendente real.

Por que o método dos mínimos cadrados é preferible?

O método dos mínimos cadrados supera estas limitacións ao considerar todos os puntos de datos e atopar a recta que mellor se axusta a eles no seu conxunto. Desta maneira, minimízase o efecto de posibles desviacións da linealidad nos extremos do rango e obtense unha estimación máis precisa da pendente.

En resumo:

Calcular a pendente entre dous puntos moi separados: Pode dar unha estimación nesgada da pendente se a relación non é perfectamente lineal en todo o rango.

Calcular a pendente entre puntos próximos ao centro: Pode ser unha aproximación razoable, pero non é tan precisa como o método dos mínimos cadrados.

Método dos mínimos cadrados: É o método máis recomendado, xa que considera todos os puntos de datos e minimiza o erro global.

Que facer se non se dispón dunha calculadora científica nin de software para realizar o cálculo de mínimos cadrados?

Se non tes acceso a ferramentas informáticas, podes utilizar unha aproximación gráfica:

Representa os datos: Traza os puntos nun papel milimetrado.

Debuxa unha recta: Traza unha recta que se axuste o mellor posible aos puntos, tentando que haxa a mesma cantidade de puntos por encima e por baixo da recta.

Elixe dous puntos na recta: Selecciona dous puntos claramente definidos na recta e que estean o máis separados posible para minimizar o erro no cálculo da pendente.

Calcula a pendente: Utiliza a fórmula da pendente ( $m = (y_2 - y_1) / (x_2 - x_1)$ ) coas coordenadas dos dous puntos seleccionados.

Aínda que este método non é tan preciso como o método dos mínimos cadrados, pode darche unha estimación razoable da pendente.

En conclusión:



A elección do método para calcular a pendente dependerá dos recursos dispoñibles e da precisión requirida. Se tes acceso a unha calculadora científica ou a un software de análise de datos, o método dos mínimos cadrados é a opción máis recomendable. Se non, unha aproximación gráfica pode ser unha boa alternativa.

Actualizado: 24/09/24