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

## SETEMBRO 2017

# FÍSICA

Puntuación máxima: Cuestións 4 puntos (1 cada cuestión, teórica ou práctica). Problemas 6 puntos (1 cada apartado).
Non se valorará a simple anotación dun ítem como solución ás cuestións; han de ser razoadas.
Pódese usar calculadora sempre que non sexa programable nin memorice texto. O alumno elixirá unha das dúas opcións.

## OPCIÓN A

C.1. A masa dun planeta é o dobre que a da Terra e o seu radio é a metade do terrestre. Sabendo que a intensidade do campo gravitacional na superficie terrestre é $g$, a intensidade do campo gravitacional na superficie do planeta será: A) 4 $g$. B) 8 $g$. C) 2 $g$.

C.2. A orientación que debe ter a superficie dunha espira nun campo magnético uniforme para que o fluxo magnético sexa nulo é: A) Paralela ao campo magnético. B) Perpendicular ao campo magnético. C) Formando un ángulo de 45° co campo magnético.

C.3. O efecto fotoeléctrico prodúcese se: A) A intensidade da radiación incidente é moi grande. B) A lonxitude de onda da radiación é grande. C) A frecuencia da radiación é superior á frecuencia limiar.

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

| $s$ (cm) | 50 | 60 | 70 | 90 |
|---|---|---|---|---|
| $s'$ (cm) | 200 | 125 | 95 | 70 |

P.1. Dada unha esfera maciza condutora de 30 cm de raio e carga $q$ = +4,3 μC, calcula o campo eléctrico e o potencial nos seguintes puntos: a) A 20 cm do centro da esfera. b) A 50 cm do centro da esfera. c) Fai unha representación gráfica do campo eléctrico e do potencial en función da distancia ao centro da esfera.
Dato: $K = 9\cdot10^{9}\ \mathrm{N\cdot m^2\cdot C^{-2}}$.

P.2. A ecuación dunha onda transversal que se propaga nunha corda é $y(x, t) = 10 \text{ sen } \pi(x - 0{,}2\ t)$, onde as lonxitudes se expresan en metros e o tempo en segundos. Calcula: a) A amplitude, lonxitude de onda e frecuencia da onda. b) A velocidade de propagación da onda e indica en que sentido se propaga. c) Os valores máximos da velocidade e aceleración das partículas da corda.

## OPCIÓN B

C.1. Por un condutor rectilíneo moi longo circula unha corrente de 1 A. O campo magnético que se orixina nas súas proximidades faise máis intenso canto: A) Máis groso sexa o condutor. B) Maior sexa a súa lonxitude. C) Máis preto do condutor estea o punto onde se determina.

C.2. Un movemento ondulatorio transporta: A) Materia. B) Enerxía. C) Depende do tipo de onda.

C.3. Cando a luz pasa dun medio a outro de distinto índice de refracción, o ángulo de refracción é: A) Sempre maior que o de incidencia. B) Sempre menor que o de incidencia. C) Depende dos valores dos índices de refracción. Xustifica a resposta facendo un esquema da marcha dos raios.

C.4. Explica como se pode determinar a aceleración da gravidade utilizando un péndulo simple e indica o tipo de precaucións que debes tomar á hora de realizar a experiencia.

P.1. Un satélite GPS describe órbitas circulares arredor da Terra, dando dúas voltas á Terra cada 24 h. Calcula: a) A altura da súa órbita sobre a superficie terrestre. b) A enerxía mecánica. c) O tempo que tardaría en dar unha volta á Terra se o facemos orbitar a unha altura dobre.
Datos: $G = 6{,}67\cdot10^{-11}\ \mathrm{N\cdot m^2\cdot kg^{-2}}$; $M_T = 5{,}98\cdot10^{24}$ kg; $R_T = 6{,}37\cdot10^{6}$ m; masa do satélite = 150 kg.

P.2. En 2012 atopouse no Sahara un meteorito que contiña restos de U-238. Sabemos que no momento da súa formación había unha concentración de $5{,}00\cdot10^{12}$ átomos de U-238 por cm³, mentres que na actualidade a concentración medida é de $2{,}50\cdot10^{12}$ átomos de U-238 por cm³. Se o tempo de semidesintegración deste isótopo é de $4{,}51\cdot10^{9}$ anos, determina: a) A constante de desintegración do U-238. b) A idade do meteorito. c) Sabendo que o gas radon resulta da desintegración do U-238, completa a seguinte serie radioactiva coas correspondentes partículas ata chegar ao gas radon:
$$^{238}_{92}\mathrm{U} + \ldots \longrightarrow {}^{234}_{90}\mathrm{Th} + \ldots \longrightarrow {}^{234}_{91}\mathrm{Pa} + \ldots \longrightarrow {}^{234}_{92}\mathrm{U} + \ldots \longrightarrow {}^{230}_{90}\mathrm{Th} + \ldots \longrightarrow {}^{226}_{88}\mathrm{Ra} + \ldots \longrightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn}.$$

# Solucións

## OPCIÓN A

C.1. A masa dun planeta é o dobre que a da Terra e o seu radio é a metade do terrestre. Sabendo que a intensidade do campo gravitacional na superficie terrestre é $g$, a intensidade do campo gravitacional na superficie do planeta será:
A) 4 $g$.
B) 8 $g$.
C) 2 $g$.

*(A.B.A.U. extr. 17)*

***Solución:*** B

a) O peso dun obxecto preto da superficie da Terra é a forza coa que a Terra o atrae:

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

Analogamente, o peso dun obxecto na superficie do planeta é a forza coa que o planeta o atrae:

$$m\,g_2 = G\frac{M_2\cdot m}{R_2^2}$$

Se a masa dun planeta é o dobre da masa da Terra e o raio é a metade que o da Terra, a aceleración, $g$, da gravidade na súa superficie será a oito veces maior ca gravidade na Terra.

$$g_P = G\frac{M_P}{R_P^2} = G\frac{2\cdot M_T}{(R_T/2)^2} = \frac{2}{(1/4)}G\frac{M_T}{R_T^2} = 8\,g_T$$

C.2. A orientación que debe ter a superficie dunha espira nun campo magnético uniforme para que o fluxo magnético sexa nulo é:
A) Paralela ao campo magnético.
B) Perpendicular ao campo magnético.
C) Formando un ángulo de 45° co campo magnético.

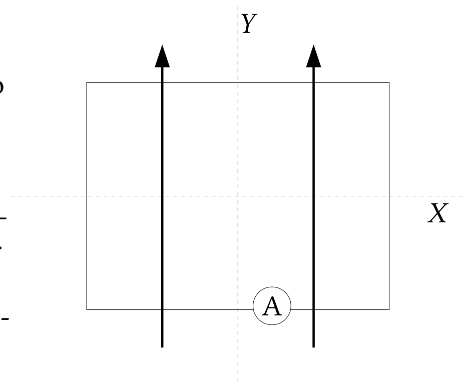
*(A.B.A.U. extr. 17)*

***Solución:*** A

O fluxo magnético é o produto escalar do vector $\overline{\boldsymbol{B}}$, campo magnético polo vector $\overline{\boldsymbol{S}}$, perpendicular á superficie delimitada pola espira.

$$\Phi = \overline{\boldsymbol{B}}\cdot\overline{\boldsymbol{S}} = B\cdot S\cdot\cos\varphi$$

As liñas de campo non atravesan a superficie da espira, dando un fluxo magnético 0, cando o vector $\overline{\boldsymbol{B}}$, campo magnético, é perpendicular ao vector $\overline{\boldsymbol{S}}$, superficie. Como o vector superficie é perpendicular á superficie, o fluxo é nulo cando a superficie é paralela ao campo magnético.




C.3. O efecto fotoeléctrico prodúcese se:
A) A intensidade da radiación incidente é moi grande.
B) A lonxitude de onda da radiación é grande.
C) A frecuencia da radiación é superior á frecuencia limiar.

*(A.B.A.U. extr. 17)*

***Solución:*** C

Interpretación de Einstein do efecto fotoeléctrico.

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

$$E_f = W_e + E_c$$

Na ecuación, $E_f$ representa a enerxía do fotón incidente, $W_e$ o traballo de extracción do metal e $E_c$ a enerxía cinética máxima dos electróns (fotoelectróns) emitidos.
A enerxía que leva un fotón de frecuencia $f$ é:

$$E_f = h \cdot f$$

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

As outras opcións:
A. Falsa. Se a intensidade da luz é moi grande haberá un gran número de fotóns. Pero se cada un deles non ten enerxía suficiente, non se producirá efecto fotoeléctrico.
B. Falsa. A lonxitude de onda é inversamente proporcional á frecuencia. A maior lonxitude de onda, menor frecuencia e, por tanto, menor enerxía dos fotóns. Con menos enerxía é menos probable que se supere o traballo de extracción.

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

| $s$ (cm) | 50 | 60 | 70 | 90 |
|---|---|---|---|---|
| $s'$ (cm) | 200 | 125 | 95 | 70 |

Determina o valor da potencia da lente e estima a súa incerteza.

*(A.B.A.U. extr. 17)*

***Solución:***

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

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

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

| $s$ (cm) | $s'$ (cm) | | $s$ (m) | $s'$ (m) | | $1/s$ (m⁻¹) | $1/s'$ (m⁻¹) | | $1/f$ (m⁻¹) | $f$ (m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| −50 | 200 | | −0,50 | 2,00 | | −2,00 | 0,50 | | 2,50 | 0,40 |
| −60 | 125 | | −0,60 | 1,25 | | −1,67 | 0,80 | | 2,47 | 0,41 |
| −70 | 95 | | −0,70 | 0,95 | | −1,43 | 1,05 | | 2,48 | 0,40 |
| −90 | 70 | | −0,90 | 0,70 | | −1,11 | 1,43 | | 2,54 | 0,39 |

Calcúlase o valor medio da potencia:

$$\overline{P} = (2{,}50 + 2{,}47 + 2{,}48 + 2{,}54) / 4 = 2{,}497 \text{ m}^{-1} = 2{,}50 \text{ dioptrías.}$$

Como os datos só teñen 2 cifras significativas estímase a incerteza para que o resultado teña o mesmo número de cifras significativas.
A potencia da lente sería:

$$\overline{P} = (2{,}5 \pm 0{,}1) \text{ dioptrías.}$$

P.1. Dada unha esfera maciza condutora de 30 cm de raio e carga $q = +4{,}3$ μC, calcula o campo eléctrico e o potencial nos seguintes puntos:

a) A 20 cm do centro da esfera.
b) A 50 cm do centro da esfera.
c) Fai unha representación gráfica do campo eléctrico e do potencial en función da distancia ao centro da esfera.

Dato: $K = 9·10^9$ N·m²·C⁻². *(A.B.A.U. extr. 17)*

**Rta.**: a) $|\overline{\boldsymbol{E}}_1| = 0$; $V_1 = 1{,}29·10^5$ V; b) $|\overline{\boldsymbol{E}}_2| = 1{,}55·10^5$ N/C; $V_2 = 7{,}74·10^4$ V.

| ***Datos*** | ***Cifras significativas: 3*** |
|---|---|
| Carga da esfera | $Q = 4{,}30\ \mu C = 4{,}30·10^{-3}$ C |
| Raio da esfera | $R = 30{,}0$ cm $= 0{,}300$ m |
| Distancias ao centro da esfera: punto interior | $r_1 = 20{,}0$ cm $= 0{,}200$ m |
| punto exterior | $r_2 = 50{,}0$ cm $= 0{,}500$ m |
| Constante de Coulomb | $K = 9{,}00·10^9$ N·m²·C⁻² |
| ***Incógnitas*** | |
| Intensidade do campo eléctrico nos puntos 1 e 2 | $\overline{\boldsymbol{E}}_1$, $\overline{\boldsymbol{E}}_2$ |
| Potencial eléctrico nos puntos 1 e 2 | $V_1$, $V_2$ |
| ***Ecuacións*** | |
| Campo eléctrico nun punto a unha distancia, *r*, dunha carga puntual, *Q* | $\vec{\boldsymbol{E}}=K\dfrac{Q}{r^2}\vec{\boldsymbol{u}}_r$ |
| Potencial eléctrico nun punto a unha distancia, *r*, dunha carga puntual, *Q* | $V=K\dfrac{Q}{r}$ |

***Solución:***

a) O campo no punto 1, a 20 cm do centro da esfera, é nulo porque o condutor atópase en equilibrio e todas as cargas atópanse na superficie da esfera.
O potencial eléctrico no punto 1 vale o mesmo que na superficie da esfera, que vale o mesmo que o creado por unha carga puntual, *Q*, situada no centro da esfera:
A ecuación do potencial eléctrico, *V*, nun punto situado a unha distancia, *r*, dunha carga puntual, *Q*, é:

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

*K* é a constante de Coulomb.

$$V_1=9{,}00\cdot 10^9\ [\text{N·m}^2\cdot\text{C}^{-2}]\frac{4{,}30\cdot 10^{-6}\ [\text{C}]}{(0{,}300\ [\text{m}])}=1{,}29\cdot 10^5\ \text{V}$$

b) O módulo do campo no punto 2 a 50 cm do centro da esfera é o mesmo que se a carga fose puntual.
A forza eléctrica entre dúas cargas puntuais, *Q* e *q*, separadas por unha distancia, *r*, vén dada pola lei de Coulomb, na que *K* é a constante de Coulomb e $\overline{\boldsymbol{u}}_r$ o vector unitario na liña que une as cargas.

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

O campo eléctrico nun punto situado a unha distancia, *r*, dunha carga puntual, *Q*, é a forza sobre a unidade de carga positiva situada nese punto:

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

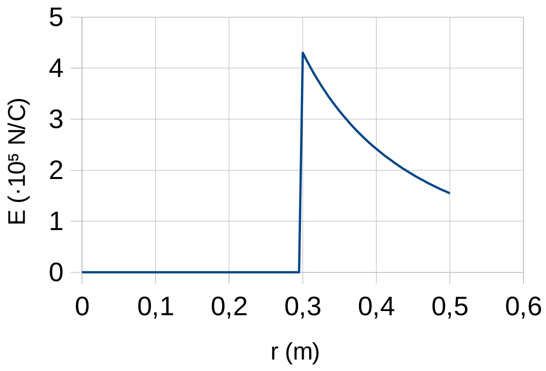
$$|\vec{\boldsymbol{E}}_2|=9{,}00\cdot 10^9\ [\text{N·m}^2\cdot\text{C}^{-2}]\frac{4{,}30\cdot 10^{-6}\ [\text{C}]}{(0{,}500\ [\text{m}])^2}=1{,}55\cdot 10^5\ \text{N/C}$$

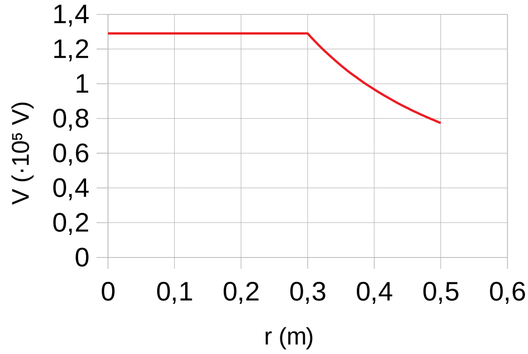
O potencial eléctrico no punto 2 vale o mesmo que se a carga fose puntual.

$$V_2=9{,}00\cdot 10^9\ [\text{N·m}^2\cdot\text{C}^{-2}]\frac{4{,}30\cdot 10^{-6}\ [\text{C}]}{(0{,}500\ [\text{m}])}=7{,}74\cdot 10^4\ \text{V}$$

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

A gráfica da dereita representa a variación do potencial eléctrico coa distancia ao centro da esfera. O potencial é constante para distancias inferiores ou iguais ao raio da esfera, e diminúe de forma inversamente proporcional á distancia para valores maiores.




P.2. A ecuación dunha onda transversal que se propaga nunha corda é $y(x, t) = 10 \text{ sen } \pi(x - 0{,}2\ t)$, onde as lonxitudes se expresan en metros e o tempo en segundos. Calcula:

a) A amplitude, lonxitude de onda e frecuencia da onda.

b) A velocidade de propagación da onda e indica en que sentido se propaga.

c) Os valores máximos da velocidade e aceleración das partículas da corda.

*(A.B.A.U. extr. 17)*

**Rta.:** a) $A = 10$ m; $\lambda = 2{,}00$ m; $f = 0{,}100$ Hz; b) $v = 0{,}200$ m/s; sentido $+X$; c) $v_m = 6{,}28$ m/s; $a_m = 3{,}95$ m/s²

| | |
|---|---|
| ***Datos*** | ***Cifras significativas: 3*** |
| Ecuación da onda | $y = 10{,}0 \cdot \text{sen } \pi(x - 0{,}200 \cdot t)$ [m] |
| ***Incógnitas*** | |
| Amplitude | $A$ |
| Lonxitude de onda | $\lambda$ |
| Frecuencia | $f$ |
| Velocidade de propagación | $v_p$ |
| Velocidade máxima | $v_m$ |
| Aceleración máxima | $a_m$ |
| ***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 amplitude, a frecuencia angular e o número de onda comparando a ecuación dunha onda harmónica unidimensional coa ecuación do problema:

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

$$y = 10{,}0 \cdot \text{sen } \pi(x - 0{,}200 \cdot t) \text{ [m]}$$

Amplitude: $A = 10{,}0$ m

Frecuencia angular: $\omega = 0{,}200\ \pi = 0{,}628$ rad·s⁻¹

Número de onda: $k = \pi = 3{,}14$ rad·m⁻¹

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

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

Calcúlase a frecuencia a partir da frecuencia angular:

$$\omega = 2\pi \cdot f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{0{,}628\ [\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}]}{2 \cdot 3{,}14\ [\text{rad}]} = 0{,}100\ \text{s}^{-1} = 0{,}100\ \text{Hz}$$

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

$$v_p = \lambda \cdot f = 2{,}00\ [\text{m}] \cdot 0{,}100\ [\text{s}^{-1}] = 0{,}200\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$$

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

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

$$v = \frac{\mathrm{d}y}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}\{10{,}0 \cdot \text{sen}\,\pi(x - 0{,}200 \cdot t)\}}{\mathrm{d}t} = 10{,}0 \cdot \pi \cdot (-0{,}200) \cdot \cos \pi(x - 0{,}200 \cdot t)\ [\text{m/s}]$$

$$v = -2{,}00 \cdot \pi \cdot \cos \pi(x - 0{,}200 \cdot t) = -6{,}28 \cdot \cos \pi(x - 0{,}200 \cdot t)\ [\text{m/s}]$$

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

$$v_m = 6{,}28\ \text{m/s}$$

A aceleración obtense derivando a velocidade con respecto ao tempo:

$$a = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}\{-2{,}00 \cdot \pi \cdot \cos \pi(x - 0{,}200 \cdot t)\}}{\mathrm{d}t} = -2{,}00 \cdot \pi \cdot \pi \cdot (-0{,}200) \cdot (-\text{sen}\,\pi(x - 0{,}200 \cdot t))\ [\text{m/s}^2]$$

$$a = -0{,}400 \cdot \pi^2 \cdot \text{sen}\,\pi(x - 0{,}200 \cdot t) = -3{,}95 \cdot \text{sen}\,\pi(x - 0{,}200 \cdot t)\ [\text{m/s}^2]$$

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

$$a_m = 3{,}95\ \text{m/s}^2$$

## OPCIÓN B

C.1. Por un condutor rectilíneo moi longo circula unha corrente de 1 A. O campo magnético que se orixina nas súas proximidades faise máis intenso canto:

A) Máis groso sexa o condutor.

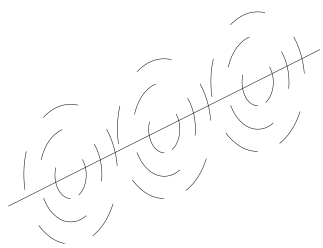
B) Maior sexa a súa lonxitude.

C) Máis preto do condutor estea o punto onde se determina.

*(A.B.A.U. extr. 17)*

***Solución:*** C

A dirección do campo magnético, $\overline{\boldsymbol{B}}$, creado por unha intensidade, $I$, de corrente que circula por un condutor rectilíneo indefinido é circular arredor do fío e o seu valor nun punto a unha distancia, $r$, do fío vén dada pola lei de Biot-Savart:



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

O sentido do campo magnético vén dado pola regra da man dereita (o sentido do campo magnético é o do peche da man dereita cando o polgar apunta no sentido da corrente eléctrica).

Como se ve na expresión, canto menor sexa a distancia, $r$, do punto ao fío, maior será a intensidade do campo magnético.

C.2. Un movemento ondulatorio transporta:

A) Materia.

B) Enerxía.

C) Depende do tipo de onda.

*(A.B.A.U. extr. 17)*

***Solución:*** B

Unha onda é unha forma de transporte de enerxía sen desprazamento neto de materia.
Nunha onda material, as partículas do medio oscilan arredor do punto de equilibrio. É a enerxía a que se vai desprazando dunha partícula á seguinte.
Nas ondas electromagnéticas o que se despraza é un campo magnético perpendicular a un campo eléctrico.

C.3. Cando a luz pasa dun medio a outro de distinto índice de refracción, o ángulo de refracción é:
A) Sempre maior que o de incidencia.
B) Sempre menor que o de incidencia.
C) Depende dos valores dos índices de refracción. Xustifica a resposta facendo un esquema da marcha dos raios.

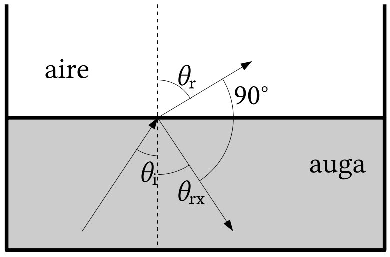
*(A.B.A.U. extr. 17)*

***Solución:*** B

Cando a luz pasa dun medio máis denso opticamente (con maior índice de refracción) a outro menos denso (por exemplo da auga ao aire) o raio refractado afástase da normal. Pola segunda lei de Snell da refracción:

$$n_\text{i} \cdot \text{sen } \theta_\text{i} = n_\text{r} \cdot \text{sen } \theta_\text{r}$$

Se $n_\text{i} > n_\text{r}$, entón sen $\theta_\text{r}$ > sen $\theta_\text{i}$, e $\theta_\text{r} > \theta_\text{i}$




C.4. Explica como se pode determinar a aceleración da gravidade utilizando un péndulo simple e indica o tipo de precaucións que debes tomar á hora de realizar a experiencia.

*(A.B.A.U. extr. 17)*

***Solución:***

Cólgase unha esfera maciza dun fío duns 2,00 m, facendo pasar o outro extremo por unha pinza no extremo dun brazo horizontal, suxeito a unha vareta vertical encaixada nunha base plana.
Axústase a lonxitude do fío a un 60 cm e mídese a súa lonxitude desde o punto de suspensión ata o centro da esfera. Apártase lixeiramente da posición de equilibrio e sóltase. Compróbase que oscila nun plano e a partir da 2ª ou 3ª oscilación mídese o tempo de 10 oscilacións. Calcúlase o período dividindo o tempo entre 10. Repítese a experiencia para comprobar que o tempo é practicamente o mesmo. Áchase o valor medio do período.
Axústase sucesivamente a lonxitude a 80, 100, 120, 150, 180 e 200 cm e repítese a experiencia para cada unha delas.
Unha vez obtidos os valores dos períodos $T$ para cada lonxitude $L$ do péndulo, pódese usar a ecuación do período do péndulo simple para calcular $g$, a aceleración da gravidade.

$$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$$

Dos valores obtidos (que deben ser moi parecidos) áchase o valor medio.

A amplitude das oscilacións debe ser pequena. En teoría unha aproximación aceptable é que sexan menores de 15º. Como non usamos un transportador de ángulos, separaremos o menos posible o fío da vertical, especialmente cando a lonxitude do péndulo sexa pequena.
Adóitanse medir 10 ou 20 oscilacións para aumentar a precisión do período, e diminuír o erro relativo que daría a medida dunha soa oscilación.
Un número demasiado grande de oscilacións pode dar lugar a que cometamos erros ao contalas.

P.1. Un satélite GPS describe órbitas circulares arredor da Terra, dando dúas voltas á Terra cada 24 h. Calcula:

a) A altura da súa órbita sobre a superficie terrestre.
b) A enerxía mecánica.
c) O tempo que tardaría en dar unha volta á Terra se o facemos orbitar a unha altura dobre.
Datos: $G$ = 6,67·10⁻¹¹ N·m²·kg⁻²; $M_T$ = 5,98·10²⁴ kg; $R_T$ = 6,37·10⁶ m; masa do satélite = 150 kg.

*(A.B.A.U. extr. 17)*

**Rta.:** a) $h$ = 2,03·10⁷ m; b) $E$ = −1,12·10⁹ J; c) $T_c$ = 28 h.

P.2. En 2012 atopouse no Sahara un meteorito que contiña restos de U-238. Sabemos que no momento da súa formación había unha concentración de 5,00·10¹² átomos de U-238 por cm³, mentres que na actualidade a concentración medida é de 2,50·10¹² átomos de U-238 por cm³. Se o tempo de semidesintegración deste isótopo é de 4,51·10⁹ anos, determina:
a) A constante de desintegración do U-238.
b) A idade do meteorito.
c) Sabendo que o gas radon resulta da desintegración do U-238, completa a seguinte serie radioactiva coas correspondentes partículas ata chegar ao gas radon:
$^{238}_{92}U + \ldots \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + \ldots \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + \ldots \longrightarrow {}^{234}_{92}U + \ldots \longrightarrow {}^{230}_{90}Th + \ldots \longrightarrow {}^{226}_{88}Ra + \ldots \longrightarrow {}^{222}_{86}Rn$.

*(A.B.A.U. extr. 17)*

**Rta.:** a) $\lambda$ = 4,87·10⁻¹⁸ s⁻¹; b) $t$ = 4,51·10⁹ anos; c) $^{238}_{92}U \xrightarrow{\alpha} {}^{234}_{90}Th \xrightarrow{\beta} {}^{234}_{91}Pa \xrightarrow{\beta} {}^{234}_{92}U \xrightarrow{\alpha} {}^{230}_{90}Th \xrightarrow{\alpha} {}^{226}_{88}Ra \xrightarrow{\alpha} {}^{222}_{86}Rn$

| | |
|---|---|
| ***Datos*** | ***Cifras significativas: 3*** |
| Período de semidesintegración | $T_{½}$ = 4,51·10⁹ anos = 1,42·10¹⁷ s |
| Átomos iniciais | $N_0$ = 5,00·10¹² átomos/cm³ |
| Átomos actuais | $N$ = 2,50·10¹² átomos/cm³ |
| ***Incógnitas*** | |
| Constante de desintegración radioactiva | $\lambda$ |
| Idade do meteorito | $t$ |
| ***Ecuacións*** | |
| Lei da desintegración radioactiva | $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$<br>$\lambda = \ln (N_0 / N) / t$ |
| Cando $t = T_{½}$, $N = N_0 / 2$ | $T_{½} = \ln 2 / \lambda$ |
| Actividade radioactiva | $A = -\mathrm{d}\, N / \mathrm{d}\, t = \lambda \cdot N$ |

***Solución:***

a) Calcúlase a constante radioactiva a partir do período de semidesintegración

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0{,}693}{1{,}42 \cdot 10^{17}\ [\mathrm{s}]} = 4{,}87 \cdot 10^{-18}\ \mathrm{s}^{-1}$$

b) Calcúlase o tempo na ecuación da lei de desintegración radioactiva

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

É máis fácil usar a expresión anterior en forma logarítmica.

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

$$t = \frac{\ln (N_0 / N)}{\lambda} = \frac{\ln (5{,}00 \cdot 10^{12} / 2{,}50 \cdot 10^{12})}{4{,}87 \cdot 10^{-18}\ [\mathrm{s}^{-1}]} = 1{,}42 \cdot 10^{17}\ \mathrm{s} = 4{,}51 \cdot 10^{9}\ \text{anos}$$

*Análise: Posto que nese tempo a mostra reduciuse á metade, transcorreu* 1 *período de semidesintegración que son* 4,51·10⁹ *anos.*

c) Os procesos de emisión de partículas son

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

$$^{234}_{90}Th \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e$$

$$^{234}_{91}Pa \longrightarrow {}^{234}_{92}U + {}^{0}_{-1}e$$

$$^{234}_{92}\mathrm{U} \longrightarrow {}^{230}_{90}\mathrm{Th} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

$$^{230}_{90}\mathrm{Th} \longrightarrow {}^{226}_{88}\mathrm{Ra} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

$$^{226}_{88}\mathrm{Ra} \longrightarrow {}^{222}_{86}\mathrm{Rn} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$$

Estas ecuacións cumpren as leis de conservación do número másico e da carga eléctrica nos procesos nucleares.
Sabendo que unha partícula alfa é un núcleo de helio-4 ($\alpha = {}^{4}_{2}\mathrm{He}$) e unha partícula beta(-) é un electrón ($\beta^{-} = {}^{0}_{-1}\mathrm{e}$), o proceso pode resumirse:

$$^{238}_{92}\mathrm{U} \xrightarrow{\alpha} {}^{234}_{90}\mathrm{Th} \xrightarrow{\beta} {}^{234}_{91}\mathrm{Pa} \xrightarrow{\beta} {}^{234}_{92}\mathrm{U} \xrightarrow{\alpha} {}^{230}_{90}\mathrm{Th} \xrightarrow{\alpha} {}^{226}_{88}\mathrm{Ra} \xrightarrow{\alpha} {}^{222}_{86}\mathrm{Rn}$$

Cuestións e problemas das Probas de avaliación de Bacharelato para o acceso á Universidade (A.B.A.U. e P.A.U.) en Galiza.
Respostas e composición de Alfonso J. Barbadillo Marán.
Algúns cálculos fixéronse cunha folla de cálculo de LibreOffice do mesmo autor.
Algunhas ecuacións e as fórmulas orgánicas construíronse coa extensión CLC09 de Charles Lalanne-Cassou.
A tradución ao/desde o galego realizouse coa axuda de *traducindote*, de Óscar Hermida López.
Procurouse seguir as recomendacións do Centro Español de Metroloxía (CEM).
Consultouse ao Copilot de Microsoft Edge e tivéronse en conta algunhas das súas respostas nas cuestións.

Actualizado: 20/02/24