

## FÍSICA

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

### PREGUNTA 1. Responda indicando e xustificando a opción correcta:

**1.1.** Algúns átomos de nitróxeno ( $^{14}_7\text{N}$ ) atmosférico chocan cun neutrón e transfórmanse en carbono ( $^{14}_6\text{C}$ ) que, por emisión  $\beta$ , se converte de novo en nitróxeno. Neste proceso: A) emítese radiación gamma; B) emítese un protón; C) non pode existir este proceso xa que se obtería  $^{14}_7\text{B}$ .

**1.2.** Se o peso dunha masa  $m$  na superficie dun planeta esférico de raio  $r$  vale 80 N, o peso desa mesma masa  $m$  na superficie dun novo planeta esférico de raio  $2r$  será: A) 20 N; B) 40 N; C) 160 N. (Nota: a densidade dos dous planetas é a mesma).

### PREGUNTA 2. Responda indicando e xustificando a opción correcta:

**2.1.** A relación entre o módulo do campo magnético  $B_1$  creado por unha corrente rectilínea indefinida  $I$  nun punto situado á distancia perpendicular  $r$  do condutor e o  $B_2$  creado por outra corrente  $2I$  nun punto situado á distancia  $3r$ ,  $B_1 / B_2$ , é: A)  $2/3$ ; B)  $9/2$ ; C)  $3/2$ .

**2.2.** A teoría ondulatoria de Huygens sobre a natureza da luz vén confirmada polos fenómenos: A) reflexión e formación de sombras; B) refracción e interferencias; C) efecto fotoeléctrico e efecto Compton.

### PREGUNTA 3. Responda indicando e xustificando a opción correcta:

**3.1.** Sobre a mesa, na dirección horizontal, colocamos unha espira (bobina) e no seu interior situamos un imán en forma de barra cos seus polos norte e sur na dirección vertical. Ao achegar/afastar unha barra de ferro cara ao interior da espira, na espira: A) indúcese unha corrente eléctrica; B) non se induce corrente; C) non se ten información suficiente para saber se se induce corrente eléctrica.

**3.2.** Un motor produce un nivel de intensidade sonora de 80 dB. A potencia que ten o ruído do motor se está situado a 2 m é: A) 500 mW; B) 50 mW; C) 5 mW. DATO:  $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ .

### PREGUNTA 4. Desenvolva esta práctica:

Ao iluminar a superficie dun metal con luz de lonxitude de onda 280 nm, a emisión de fotoelectróns cesa para un potencial de freado de 1,3 V. a) Determine a función traballo do metal e a frecuencia limiar de emisión fotoeléctrica. b) Represente a gráfica enerxía cinética – frecuencia e determine o valor da constante de Planck a partir da dita gráfica. DATOS:  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ;  $|q_e| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

### PREGUNTA 5. Resolva este problema:

O Sentinel-1 é un satélite artificial de órbita circular polar da Axencia Espacial Europea dentro do Programa Copérnico destinado á monitorización terrestre e dos océanos. Está situado a 693 km sobre a superficie terrestre. a) Cantas voltas dá á Terra cada día? b) Que velocidade houbo que proporcionarlle no lanzamento para poñelo en órbita? DATOS:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ;  $M(T) = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R(T) = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

### PREGUNTA 6. Resolva este problema:

Nunha rexión do espazo na que hai un campo eléctrico de intensidade  $\vec{E} = 6 \times 10^3 \vec{i} \text{ N C}^{-1}$  colga, dun fío de 20 cm de lonxitude, unha esfera metálica que posúe unha carga eléctrica de  $8 \mu\text{C}$  e ten unha masa de 4 g. Calcule: a) o ángulo que forma o fío coa vertical; b) a velocidade da esfera cando pasa pola vertical ao desaparecer o campo eléctrico. DATO:  $\vec{g} = -9,8 \vec{j} \text{ m s}^{-2}$ .

### PREGUNTA 7. Resolva este problema:

Unha onda propágase no sentido positivo do eixo  $X$  cunha velocidade de  $20 \text{ m s}^{-1}$ , unha amplitude de 0,02 m e unha frecuencia de 10 Hz. Determine: a) o período e a lonxitude de onda; b) a expresión matemática da onda se en  $t = 0 \text{ s}$  a partícula situada na orixe está na posición de máxima elongación positiva.

### PREGUNTA 8. Resolva este problema:

Un obxecto de 4 cm de altura está situado 20 cm diante dunha lente delgada diverxente de distancia focal 12 cm. a) Determine a posición e o tamaño da imaxe. b) Debuxe un esquema (marcha de raios) coa posición do obxecto, a lente e a imaxe.

## Solucións

1.1. Algúns átomos de nitróxeno ( $^{14}_7\text{N}$ ) atmosférico chocan cun neutrón e transfórmanse en carbono ( $^{14}_6\text{C}$ ) que, por emisión  $\beta$ , se converte de novo en nitróxeno. Neste proceso:

A) Emítese radiación gamma.

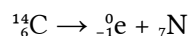
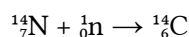
B) Emítese un protón.

C) Non pode existir este proceso xa que se obtería  $^{14}_5\text{B}$ .

(A.B.A.U. extr. 23)

**Solución:** B

As reaccións nucleares descritas no enunciado son:



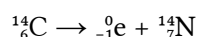
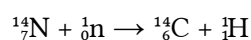
A primeira reacción, tal como está escrita, non respecta os principios de conservación da carga nin o do número másico. Supoñendo que na primeira reacción se emite unha partícula  $^A_Z\text{X}$ , e aplicando os principios de conservación do número bariónico (ou número másico) e da carga, queda:

$$14 + 1 = 14 + A \Rightarrow A = 1$$

$$7 + 0 = 6 + Z \Rightarrow Z = 1$$

A partícula  $^A_Z\text{X}$  é  $^1_1\text{H}$ , un protón.

As ecuacións completas son:



1.2. Se o peso dunha masa  $m$  na superficie dun planeta esférico de raio  $r$  vale 80 N, o peso desa mesma masa  $m$  na superficie dun novo planeta esférico de raio  $2r$  será:

A) 20 N

B) 40 N

C) 160 N

Nota: A densidade dos dous planetas é a mesma.

(A.B.A.U. extr. 23)

**Solución:** C

O peso dunha masa nun planeta é a forza que exerce o planeta sobre ela, que vén dada pola lei de Newton da gravitación universal:

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

Nesta expresión,  $G$  é a constante da gravitación universal,  $M$  é a masa do planeta,  $m$  é a masa do corpo e  $r$  é a distancia do obxecto ao centro do planeta, ou sexa, o raio do planeta.

Se a densidade dos dous planetas é a mesma, iso significa que a masa do planeta de raio  $2r$  será oito veces maior que a masa do planeta de raio  $r$ , xa que a masa é proporcional ao volume e o volume dunha esfera de raio  $r$  é  $V = 4/3 \pi r^3$ , proporcional ao cubo do seu raio.

Por tanto, chamando  $\rho$  á densidade,  $M_1$  e  $r_1$  á masa e ao raio do primeiro planeta, e  $M_2$  e  $r_2$  á masa e ao raio do segundo planeta, temos que:

$$M_1 = \rho \frac{4}{3} \pi r_1^3$$

$$r_2 = 2 \cdot r_1$$

$$M_2 = \rho \frac{4}{3} \pi r_2^3 = \rho \frac{4}{3} \pi (2 \cdot r_1)^3 = 2^3 \cdot (\rho \frac{4}{3} \pi r_1^3) = 8 M_1$$

Substituíndo estes valores na fórmula da forza de gravitación, obtemos que o peso no primeiro planeta é:

$$F_1 = G \frac{M_1 \cdot m}{r_1^2}$$

O peso no segundo planeta é:

$$F_2 = G \frac{M_2 \cdot m}{r_2^2} = G \frac{8 \cdot M_1 \cdot m}{(2 \cdot r_1)^2} = \frac{8}{2^2} G \frac{M_1 \cdot m}{r_1^2} = 2 F_1$$

O peso no segundo planeta é o dobre que no primeiro planeta. Se no primeiro planeta pesa 80 N, no segundo pesará  $2 \cdot 80 = 160$  N.

2.1. A relación entre o módulo do campo magnético  $B_1$  creado por unha corrente rectilínea indefinida  $I$  nun punto situado á distancia perpendicular  $r$  do condutor e o  $B_2$  creado por outra corrente  $2 I$  nun punto situado á distancia  $3 r$ ,  $B_1 / B_2$ , é:

- A)  $2 / 3$
- B)  $9 / 2$
- C)  $3 / 2$

(A.B.A.U. extr. 23)

**Solución:** C

O módulo do campo magnético creado por unha corrente rectilínea indefinida segue a lei de Biot - Savart:

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

Nesta expresión  $B$  é o campo magnético,  $\mu_0$  é a constante de permeabilidade magnética do vacío,  $I$  é a intensidade da corrente e  $r$  é a distancia perpendicular ao condutor.

A expresión para o campo magnético no primeiro caso é:

$$B_1 = \frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}$$

No segundo caso:

$$B_2 = \frac{\mu_0 \cdot 2 I}{2\pi \cdot 3 r}$$

Dividindo o campo magnético  $B_1$  polo campo magnético  $B_2$ , obtemos que:

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{\frac{\mu_0 \cdot I}{2\pi \cdot r}}{\frac{\mu_0 \cdot 2 I}{2\pi \cdot 3 r}} = \frac{3}{2}$$

2.2. A teoría ondulatoria de Huygens sobre a natureza da luz vén confirmada polos fenómenos:

- A) Reflexión e formación de sombras.
- B) Refracción e interferencias.
- C) Efecto fotoeléctrico e efecto Compton.

(A.B.A.U. extr. 23)

**Solución:** B

A teoría ondulatoria de Huygens propón que a luz é unha onda que se propaga en todos os sentidos desde unha fonte luminosa. Esta teoría explica o fenómeno da refracción, que é o cambio de dirección e velocidade que sofre unha onda cando pasa dun medio a outro con diferente densidade. Tamén explica o fenómeno das interferencias, que é a superposición de dúas ou máis ondas que se cruzan, producindo zonas de reforzo e cancelación da luz. Estes fenómenos non poden ser explicados pola teoría corpuscular de Newton, que considera que a luz está formada por partículas. A teoría ondulatoria de Huygens foi confirmada experimentalmente por Young e Fresnel no século XIX.

As outras opcións:

A) Incorrecta. Estes fenómenos poden ser explicados tanto pola teoría ondulatoria como pola teoría corpuscular. A reflexión é o cambio de dirección que sofre unha onda ou unha partícula cando choca contra unha superficie. A formación de sombras é a ausencia de luz nunha zona onde un obxecto opaco impide o paso da luz.

C) Estes fenómenos contradín a teoría ondulatoria e apoian a teoría cuántica, que considera que a luz está formada por cuantos de enerxía chamados fotóns. O efecto fotoeléctrico é a emisión de electróns por un metal cando é iluminado por unha luz con suficiente enerxía. O efecto Compton é o cambio de lonxitude de onda que sofre un fotón cando colide con un electrón. Estes fenómenos demostran que a luz ten comportamento dual, ondulatorio e corpuscular, dependendo das circunstancias.

3.1. Sobre a mesa, na dirección horizontal, colocamos unha espira (bobina) e no seu interior situamos un imán en forma de barra cos seus polos norte e sur na dirección vertical. Ao achegar/afastar unha barra de ferro cara ao interior da espira, na espira:

- A) Indúcese unha corrente eléctrica.
- B) Non se induce corrente.
- C) Non se ten información suficiente para saber se se induce corrente eléctrica.

(A.B.A.U. extr. 23)

**Solución:** A

Cando se achega ou se afasta unha barra de ferro cara ao interior da espira, o campo magnético do imán varía. Esta variación do campo magnético produce unha forza electromotriz inducida na espira, que xera unha corrente eléctrica. Este fenómeno coñécese como lei de Faraday-Lenz. A dirección da corrente eléctrica depende do sentido da variación do campo magnético, segundo a regra da man dereita.

3.2. Un motor produce un nivel de intensidade sonora de 80 dB. A potencia que ten o ruído do motor se está situado a 2 m é:

- A) 500 mW
- B) 50 mW
- C) 5 mW

DATO:  $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$ .

(A.B.A.U. extr. 23)

**Solución:** C

Para resolver esta cuestión, pódese utilizar a fórmula para calcular a intensidade sonora en decibelios (dB) a partir da intensidade sonora en vatios por metro cadrado ( $\text{W/m}^2$ ):

$$S = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Onde  $S$  é o nivel de intensidade sonora en dB,  $I$  é a intensidade sonora e  $I_0$  é a intensidade de referencia. Substituíndo os valores na fórmula:

$$80 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

Despexando  $I$ :

$$I = 10^{-12} \cdot 10^8 = 10^{-4} \text{ W/m}^2$$

A potencia do ruído do motor a unha distancia de 2 m é igual á intensidade sonora multiplicada pola área da esfera de radio 2 m:

$$P = I \cdot A = I \cdot 4 \pi r^2 = 10^{-4} [\text{W/m}^2] \cdot 4 \pi (2 [\text{m}])^2 = 0,005 \text{ W} = 5 \text{ mW}$$

4. Ao iluminar a superficie dun metal con luz de lonxitude de onda 280 nm, a emisión de fotoelectróns cesa para un potencial de freado de 1,3 V.

- a) Determina a función traballo do metal e a frecuencia limiar de emisión fotoeléctrica.
- b) Representa a gráfica enerxía cinética – frecuencia e determina o valor da constante de Planck a partir da dita gráfica.

DATOS:  $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ;  $|q_e| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

(A.B.A.U. extr. 23)

**Solución:**

Esta cuestión non ten sentido. Para poder calcular a función traballo necesitamos o valor da constante de Planck (que é un dato!). Pero no apartado b) nos piden que calculemos a constante de Planck!  
Piden que fagamos unha gráfica, pero só nos dan valores para un punto!

Pódese resolver o apartado a) co dato da constante de Planck.

Da relación entre a lonxitude de onda e a frecuencia,  $f = c / \lambda$ , obtense a frecuencia da radiación:

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \cdot 10^8 [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]}{280 [\text{nm}]} \cdot \frac{1 [\text{nm}]}{10^{-9} [\text{m}]} = 1,07 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

A partir do potencial de obtense a enerxía cinética:

$$E_c = |q_e| \cdot V = 1,6 \cdot 10^{-19} [\text{C}] \cdot 1,3 [\text{V}] = 2,1 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

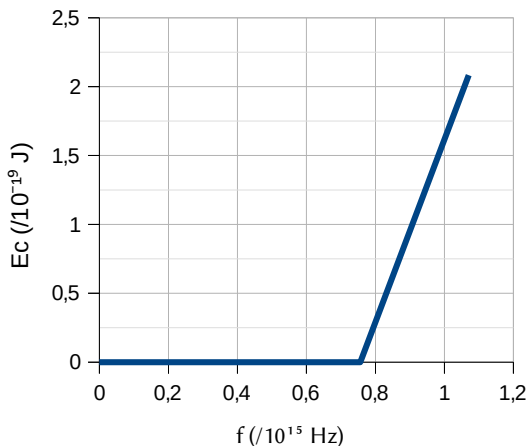
Combinando as ecuacións de Planck,  $E_f = h \cdot f$ , e Einstein,  $E_f = W_e + E_c$ , obtense o traballo de extracción:

$$W_e = E_f - E_c = 6,63 \cdot 10^{-34} [\text{J} \cdot \text{s}] \cdot 1,07 \cdot 10^{15} [\text{s}^{-1}] - 2,08 \cdot 10^{-19} [\text{J}] = 5,0 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Da relación entre o traballo de extracción,  $W_e$ , e a frecuencia limiar,  $f_0$ , obtense a frecuencia limiar:

$$W_e = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_e}{h} = \frac{5,0 \cdot 10^{-19} [\text{J}]}{6,63 \cdot 10^{-34} [\text{J} \cdot \text{s}]} = 7,6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

Pódese tamén facer unha gráfica con dous puntos, o dos datos e o da frecuencia limiar.



Pero non se pode determinar o valor da constante de Planck, porque temos empregado o valor do dato nos cálculos anteriores.

De ter os datos axeitados, cunha folla de cálculo poderíase debuxar a gráfica e obter a ecuación da liña de tendencia.

Ordenando a ecuación de Einstein para que se axuste á gráfica da enerxía cinética fronte a frecuencia.

$$E_c = E_f - W_e = h \cdot f - W_e$$

Esta é a ecuación dunha recta:

$$y = m \cdot x + b$$

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

Calculando o valor da pendente determinaríase o valor da constante de Planck.

5. O Sentinel-1 é un satélite artificial de órbita circular polar da Axencia Espacial Europea dentro do Programa Copérnico destinado á monitorización terrestre e dos océanos. Está situado a 693 km sobre a superficie terrestre.
- Cantas voltas dá á Terra cada día?
  - Que velocidade houbo que proporcionarlle no lanzamento para poñelo en órbita?
- Datos:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ;  $M(T) = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R(T) = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ . (A.B.A.U. extr. 23)
- Rta.:** a)  $f = 14,6 \text{ día}^{-1}$ ; b)  $v = 8,29 \cdot 10^3 \text{ m/s}$

### Datos

Altura da órbita

Masa da Terra

Raio da Terra

Constante da gravitación universal

### Incógnitas

Voltas que dá á Terra cada día (frecuencia)

Velocidade desde a superficie para poñelo en órbita

### Ecuacións

Lei de Newton da gravitación universal

(forza que exerce un planeta esférico sobre un corpo puntual)

2.ª lei de Newton da Dinámica

Velocidade lineal nun movemento circular uniforme de raio  $r$  e período  $T$

Aceleración normal dun obxecto que se move cunha velocidade lineal,  $v$ , nunha traxectoria circular de radio  $r$

Energía cinética dunha masa,  $m$ , que se move cunha velocidade,  $v$

Energía potencial gravitacional (referida ao infinito)

Energía mecánica

### Cifras significativas: 3

$$h = 693 \text{ km} = 6,93 \cdot 10^5 \text{ m}$$

$$M = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

$$f$$

$$v$$

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

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

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

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

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

$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{r}$$

$$E = E_c + E_p$$

### Solución:

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

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

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

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

En moitos casos a traxectoria do satélite é practicamente circular arredor do centro do astro. Como a forza gravitacional é unha forza central, a aceleración só ten compoñente normal,  $a_N$ . Ao non ter aceleración tangencial, o módulo,  $v$ , da velocidade lineal é constante e o movemento é circular uniforme.

A aceleración normal, nun movemento circular uniforme de raio  $r$ , obtense da expresión:

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

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

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_G$$

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

$$\Sigma \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Expresada para os módulos, queda:

$$|\Sigma \vec{F}| = m \cdot |\vec{a}|$$

$$F_G = m \cdot a_N$$

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

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

Despexando a velocidade orbital do satélite, queda:

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

a) O raio da órbita é:

$$r = R + h = 6,37 \cdot 10^6 \text{ [m]} + 6,93 \cdot 10^5 \text{ [m]} = 7,06 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Calcúlase la velocidade orbital substituíndo os valores dos datos:

$$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ [N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}] \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \text{ [kg]}}{7,06 \cdot 10^6 \text{ [m]}}} = 7,51 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

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

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi \cdot r}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,06 \cdot 10^6 \text{ [m]}}{7,51 \cdot 10^3 \text{ [m/s]}} = 5,91 \cdot 10^3 \text{ s} = 1,64 \text{ h}$$

A frecuencia é a inversa o período:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,64 \text{ [h]}} \cdot \frac{24,0 \text{ [h]}}{1 \text{ [día]}} = 14,6 \text{ día}^{-1}$$

b) A enerxía que hai que comunicarlle ao satélite na superficie dun planeta é a diferenza entre a que terá en órbita e a que ten no chan:

$$\Delta E = E(\text{órbita}) - E(\text{chan})$$

Calcúlase a enerxía potencial na órbita, en función da masa do satélite:

$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{r} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ [N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}] \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \text{ [kg]} \cdot m}{7,06 \cdot 10^6 \text{ [m]}} = -5,64 \cdot 10^7 \text{ m J}$$

Calcúlase a enerxía cinética na órbita, en función da masa do satélite:

$$E_c = m \cdot (7,51 \cdot 10^3 \text{ [m/s]})^2 / 2 = 2,82 \cdot 10^7 \text{ m J}$$

A enerxía cinética é a metade e de signo contrario que a enerxía potencial.

A enerxía (mecánica) total é a suma das enerxías cinética e potencial, e vale o mesmo que a enerxía cinética, pero é negativa.

$$E = E_c + E_p = 2,82 \cdot 10^7 \text{ m [J]} - 5,64 \cdot 10^7 \text{ m [J]} = -2,82 \cdot 10^7 \text{ m J}$$

No chan, a enerxía cinética é desprezable. A enerxía potencial no chan, en función da masa do satélite, é:

$$E_p = -G \frac{M \cdot m}{R} = -\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ [N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}] \cdot 5,97 \cdot 10^{24} \text{ [kg]} \cdot m}{6,37 \cdot 10^6 \text{ [m]}} = -6,25 \cdot 10^7 \text{ m J}$$

A enerxía que hai que comunicarlle ao satélite na superficie, en función da masa do satélite, é:

$$\Delta E = E(\text{órbita}) - E(\text{chan}) = -2,82 \cdot 10^7 \text{ m [J]} - (-6,25 \cdot 10^7 \text{ m [J]}) = 3,43 \cdot 10^7 \text{ m J}$$

A velocidade que se lle debe comunicar é:

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,43 \cdot 10^7 \text{ m}}{m}} = 8,29 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

6. Nunha rexión do espazo na que hai un campo eléctrico de intensidade  $\vec{E} = 6 \times 10^3 \text{ i N C}^{-1}$  colga, dun fío de 20 cm de lonxitude, unha esfera metálica que posúe unha carga eléctrica de  $8 \text{ } \mu\text{C}$  e ten unha masa de 4 g. Calcula:

a) O ángulo que forma o fío coa vertical.

b) A velocidade da esfera cando pasa pola vertical ao desaparecer o campo eléctrico.

Dato:  $\vec{g} = -9,8 \text{ j m s}^{-2}$ .

(A.B.A.U. extr. 23)

Rta.: a)

**Datos**

Masa da esfera

Carga da esfera

**Cifras significativas: 3**

$m = 4,00 \text{ g} = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

$q = 8,00 \text{ } \mu\text{C} = 8,00 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

### Datos

Lonxitude do fio

Valor do campo eléctrico

Valor do campo gravitacional terrestre

### Incógnitas

Ángulo que forma o fio coa vertical

Velocidade da esfera ao pasar pola vertical

### Ecuacións

Campo eléctrico

Peso

Energía potencial da forza peso

Energía cinética dunha masa,  $m$ , que se move cunha velocidade,  $v$

### Cifras significativas: 3

$$L = 20,0 \text{ cm} = 0,200 \text{ m}$$

$$E = 6,00 \cdot 10^3 \text{ N/C}$$

$$g = 9,80 \text{ m/s}^2$$

$\alpha$

$v$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_E}{q}$$

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

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

### Solución:

a) Cando a esfera alcanza o equilibrio, a tensión equilibra á resultante das forzas peso e eléctrica.

Calcúlase a forza peso:

$$P = m \cdot g = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ [kg]} \cdot 9,80 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-2}] = 0,0392 \text{ N}$$

Calcúlase a forza eléctrica:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \Rightarrow F_E = q \cdot E = 8,00 \cdot 10^{-6} \text{ [C]} \cdot 6,00 \cdot 10^3 \text{ [N/C]} = 0,0480 \text{ N}$$

Como son perpendiculares, a forza resultante vale:

$$|\vec{R}| = \sqrt{(0,0392 \text{ N})^2 + (0,0480 \text{ N})^2} = 0,0620 \text{ N}$$

O ángulo entre a resultante e a vertical mide:

$$\alpha = \arccos \frac{P}{R} = \arccos \frac{0,0392}{0,0620} = 50,8^\circ$$

c) Ao descargarse as láminas só actúa a forza peso, que é unha forza conservativa. A enerxía mecánica consérvase entre a posición inicial e o punto máis baixo da traxectoria.

A altura do punto de equilibrio respecto do punto máis baixo pode calcularse do triángulo:

$$h = L - L \cos \alpha = L (1 - \cos \alpha) = 0,200 \text{ [m]} (1 - \cos 50,8^\circ) = 0,0735 \text{ m}$$

Calcúlase a enerxía potencial do peso no punto de partida, tomando como orixe de enerxías o punto máis baixo:

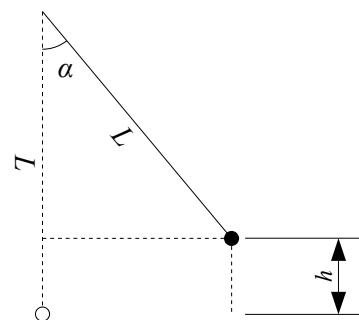
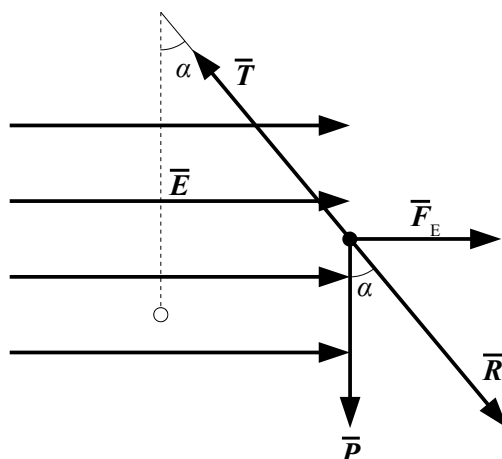
$$E_p = m \cdot g \cdot h = 4,00 \cdot 10^{-3} \text{ [kg]} \cdot 9,80 \text{ [m} \cdot \text{s}^{-2}] \cdot 0,0735 \text{ [m]} = 2,88 \cdot 10^{-3} \text{ J}$$

Aplicase o principio de conservación da enerxía entre a posición inicial e o punto máis baixo:

$$\begin{aligned} (E_c + E_p)_A &= (E_c + E_p)_B \\ (\frac{1}{2} m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h)_A &= (\frac{1}{2} m \cdot v^2 + m \cdot g \cdot h)_B \\ 0 + 2,88 \cdot 10^{-3} \text{ [J]} &= (4,00 \cdot 10^{-3} \text{ [kg]} \cdot v^2 / 2) + 0 \end{aligned}$$

Calcúlase a velocidade despois de:

$$v = \sqrt{\frac{2 E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,88 \cdot 10^{-3} \text{ [J]}}{4,00 \cdot 10^{-3} \text{ [kg]}}} = 1,20 \text{ m/s}$$



7. Unha onda propágase no sentido positivo do eixo  $X$  cunha velocidade de  $20 \text{ m s}^{-1}$ , unha amplitude de  $0,02 \text{ m}$  e unha frecuencia de  $10 \text{ Hz}$ . Determina:

a) O período e a lonxitude de onda.

b) A expresión matemática da onda se en  $t = 0 \text{ s}$  a partícula situada na orixe está na posición de máxima elongación positiva.

(A.B.A.U. extr. 23)



**Rta.:** a)

**Datos**

Velocidade de propagación

Frecuencia

Amplitude

Elongación en  $x = 0$  para  $t = 0$

**Incógnitas**

Período

Lonxitude de onda

Ecuación da onda (frecuencia angular e número de onda)

**Outros símbolos**

Posición do punto (distancia ao foco)

**Ecuacións**

Relación entre a frecuencia e o período

Ecuación dunha onda harmónica unidimensional

Número de onda

Frecuencia angular

Relación entre a lonxitude de onda e a velocidade de propagación

**Cifras significativas: 3**

$$v_p = 20,0 \text{ m/s}$$

$$f = 10,0 \text{ Hz} = 10,0 \text{ s}^{-1}$$

$$A = 0,0200 \text{ m}$$

$$y = A = 0,0200 \text{ m}$$

$$T$$

$$\lambda$$

$$\omega, k$$

$$x$$

$$f = 1 / T$$

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

$$k = 2 \pi / \lambda$$

$$\omega = 2 \pi \cdot f$$

$$v_p = \lambda \cdot f$$

**Solución:**

a) Calcúlase o período a partir da frecuencia:

$$f = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{f} = \frac{1}{10,0 \text{ s}^{-1}} = 0,100 \text{ s}$$

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

$$v_p = \lambda \cdot f \Rightarrow \lambda = \frac{v_p}{f} = \frac{20,0 [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]}{10,0 [\text{s}^{-1}]} = 2,00 \text{ m}$$

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

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

Calcúlase a frecuencia angular a partir da frecuencia:

$$\omega = 2 \pi \cdot f = 2 \cdot 3,14 \cdot 10,0 [\text{s}^{-1}] = 20,0 \cdot \pi [\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}] = 62,8 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

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

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

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

$$y(x, t) = 0,0200 \cdot \text{sen}(20 \pi t - \pi x + \varphi_0) [\text{m}]$$

$$0,0200 [\text{m}] = 0,0200 \cdot \text{sen}(20 \pi t - \pi x + \varphi_0) [\text{m}] = 0,0200 \cdot \text{sen}(\varphi_0)$$

$$\text{sen}(\varphi_0) = 0,0200 / 0,0200 = 1,00$$

$$\varphi_0 = \arcsen 1,00 = \pi / 2 \text{ rad}$$

A ecuación de onda queda:

$$y(x, t) = 0,0200 \text{ sen}(20 \pi t - \pi x + \pi/2) [\text{m}]$$

8. Un obxecto de 4 cm de altura está situado 20 cm diante dunha lente delgada diverxente de distancia focal 12 cm.

a) Determina a posición e o tamaño da imaxe.

b) Debuxa un esquema (marcha de raios) coa posición do obxecto, a lente e a imaxe.

(A.B.A.U. extr. 23)

**Rta.:** a)  $s' = -7,50 \text{ cm}$ ;  $y' = 1,50 \text{ cm}$

**Datos (convenio de signos DIN)**

Altura do obxecto  
 Posición do obxecto  
 Distancia focal da lente

**Incógnitas**

Posición da imaxe  
 Altura da imaxe

**Ecuacións**

Relación entre a posición da imaxe e a do obxecto nas lentes

Aumento lateral nas lentes

**Cifras significativas: 2**

$y = 4,0 \text{ cm} = 0,040 \text{ m}$   
 $s = -20 \text{ cm} = -0,20 \text{ m}$   
 $f = -12 \text{ cm} = -0,12 \text{ m}$

$s'$   
 $y'$

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

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s}$$

**Solución:**

a) Polo convenio de signos, os puntos situados á esquerda da lente teñen signo negativo.

Para unha lente diverxente,  $f = -0,12 \text{ m}$ .

Emprégase a ecuación das lentes:

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{s'} - \frac{1}{-0,20 \text{ [m]}} = \frac{1}{-0,12 \text{ [m]}}$$

Calcúlase a posición da imaxe desdexando:

$$\frac{1}{s'} = \frac{1}{-0,12 \text{ [m]}} + \frac{1}{-0,20 \text{ [m]}} = -8,3 \text{ [m]}^{-1} - 5,0 \text{ [m]}^{-1} = -13,3 \text{ [m]}^{-1} \Rightarrow s' = -0,075 \text{ m} = -7,5 \text{ cm}$$

A imaxe fórmase a 7,5 cm á esquerda da lente.

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

$$A_L = \frac{y'}{y} = \frac{s'}{s} = \frac{-0,075 \text{ [m]}}{-0,20 \text{ [m]}} = 0,38$$

$$y' = A_L \cdot y = 0,38 \cdot 0,04 \text{ m} = 0,015 \text{ m} = 1,5 \text{ cm}$$

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

b)

Debúxase un esquema de lente diverxente (unha liña vertical rematada por dous «ángulos» ou puntas de frechas invertidas), e sitúase o foco F á esquerda da lente.

Debúxase, á súa esquerda, unha frecha vertical cara arriba, que representa ao obxecto O.

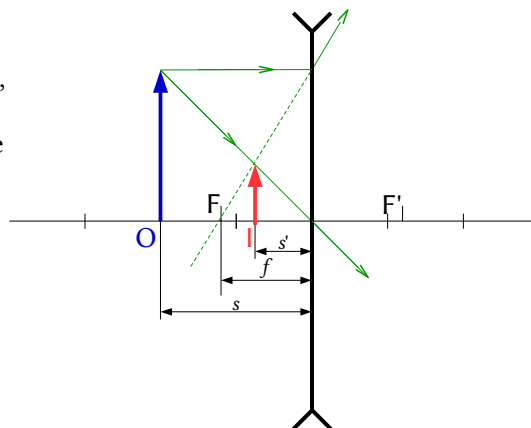
Desde o punto superior do obxecto débúxanse dous raios:

- Un, cara ao centro da lente. Atravésaa sen desviarse.
- Outro, horizontal cara á lente, que a atravesa e se refracta.

Debúxase de forma que a súa prolongación pase polo foco da esquerda, F, un punto simétrico ao foco F'.

Os raios non se cortan. Córtase o raio dirixido ao centro da lente coa prolongación do raio refractado.

O punto de corte é o correspondente á punta da imaxe I. Debúxase unha frecha vertical nese punto.



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

Cuestións e problemas das [Probos 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](#).

Alguns cálculos fixéronse cunha [folha de cálculo](#) de [LibreOffice](#) do mesmo autor.

Algunhas ecuacións e as fórmulas orgánicas construíronse coa extensión [CLC09](#) de Charles Lalanne-Cassou.

A tradución ao/desde o galego realizouse coa axuda de [traducindote](#), de Óscar Hermida López.

Procurouse seguir as [recomendacións](#) do Centro Español de Metrología (CEM).  
Consultouse ao Copilot de Microsoft Edge e tivéronse en conta algunhas das súas respostas nas cuestións.

Actualizado: 22/03/24