

1

Dades $m = 1.48 \times 10^{13} \text{ kg}$, $T = 7.15 \text{ d}$, $R = 10^6 \text{ km}$.

a) Ganímedes té una velocitat orbital igual a la longitud de l'òrbita dividida pel període i l'energia cinètica

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m \left(\frac{2\pi R}{T} \right)^2 \rightarrow E_c = 7.66 \times 10^{30} \text{ J}$$

b) La relació demanada és $E_p = -2 E_c$.

c) L'energia potencial d'un satèl·lit de massa m en una òrbita circular de radi R al voltant d'un planeta de massa M_p és, per definició,

$$E_p = -G \frac{m M_p}{R}.$$

Com que força centrípeta és igual a la força d'atracció gravitatòria, es pot trobar la velocitat orbital i l'energia cinètica,

$$v = \sqrt{\frac{G M_p}{R}} \Rightarrow E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \frac{G M_p}{R} \Rightarrow E_p = -2 E_c$$

d) L'energia mecànica del satèl·lit és $E_T = E_c + E_p = -E_c \Rightarrow E_T = -3 \times 10^{20} \text{ J}$

2

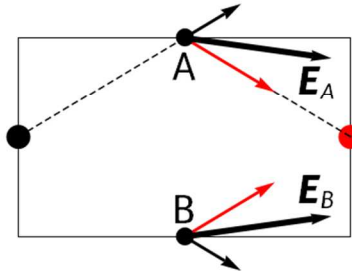
La distància màxima al planeta que assolirà la sonda està determinada per la distància a la qual l'energia cinètica de la sonda s'anul·la. La conservació de l'energia mecànica proporciona la igualtat

$$\frac{1}{2} v_1^2 - G \frac{M_p}{r_1} = 0 - G \frac{M_p}{r_{\text{màx}}}$$

D'aquí s'obté la solució $r_{\text{màx}} = 30\,000 \text{ km} = 3 \cdot 10^7 \text{ m}$

3

a) Esquema del camp elèctric a causa de cada càrrega i a causa de les dues càrregues conjuntament en els punts A i B:



b) El potencial elèctric en el punt C val

$$V(C) = K \frac{5 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{0.5 \text{ m}} - K \frac{8 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{0.5 \text{ m}} \Rightarrow V(C) = -54 \text{ V}$$

c) La força sobre la partícula situada en el punt A és la suma de les forces a causa de les càrregues de 5 nC i -8 nC . La distància de les càrregues al punt A és

$$r = \sqrt{0.5^2 + 0.3^2} = 0.583 \text{ m}$$

$$\mathbf{F}_1 = K \frac{5 \cdot 10^{-9} \text{ C} \times 6 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(0.583 \text{ m})^3} (0.5, 0.3), \mathbf{F}_2 = K \frac{8 \cdot 10^{-9} \text{ C} \times 6 \cdot 10^{-6} \text{ C}}{(0.583 \text{ m})^3} (0.5, -0.3)$$

La suma vectorial de les dues forces és la força total, $\mathbf{F}_T = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2$.

El mòdul de la força total és

$$F_T = 1.79 \text{ mN}$$

4

a) El camp en el punt M creat pels fils és perpendicular al pla que conté els fils i el sentit es determina amb la regla de la mà dreta:

$$\otimes \mathbf{B}_1 \quad \otimes \mathbf{B}_3$$

$$\otimes \mathbf{B}_2 \quad \odot \mathbf{B}_4$$

$$\text{El camp total és } B_T = -B_1 - B_2 - B_3 + B_4 \Rightarrow B_T = -0.9 \text{ mT } \otimes$$

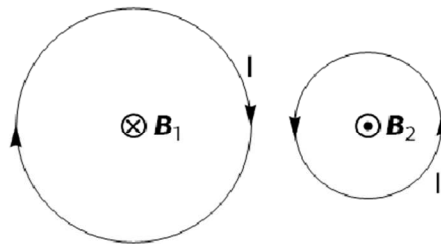
$$\text{b) La intensitat del camp total és } B_T = -B_1 + B_2 - B_3 + B_4 \Rightarrow B_T = -0.3 \text{ mT}$$

c) La intensitat del camp en el punt M a causa dels fils 1, 3 i 4 és $-B_1 - B_3 + B_4 = -0.6 \text{ mT}$. El corrent en el fil 2 haurà d'anar cap a dalt per cancel·lar aquest camp i la seva intensitat verifica

$$0.6 \text{ mT} = -\frac{\mu_0 I_2}{2\pi \cdot 0.005 \text{ m}} \rightarrow I_2 = 15 \text{ A}$$

5

a) El camp inducció magnètica és perpendicular al pla de les espres i el sentit es determina amb la regla de la mà dreta.



b) Per sumar els camps, es dona signe positiu al camp que surt del pla del dibuix.

$$B_T = -\frac{\mu_0 7 \text{ A}}{2 \times 0.025 \text{ m}} + \frac{\mu_0 7 \text{ A}}{2 \times 0.04 \text{ m}} \rightarrow B_T = 132 \mu\text{T}$$

El camp total té la direcció perpendicular al pla de les espres i surt del pla del dibuix.

6

a) Les forces sobre el fil 2 són

$$F_{1 \rightarrow 2} = \frac{\mu_0 5 \text{ A } I_2}{2 \pi 0.01 \text{ m}} \text{ cap a la dreta,}$$

$$F_{3 \rightarrow 2} = \frac{\mu_0 7 \text{ A } I_2}{2 \pi 0.02 \text{ m}} \text{ cap a l'esquerra.}$$

La força total ha de ser de 0.3 mN/m cap a la dreta, llavors

$$F_T = \frac{\mu_0 5 \text{ A } I_2}{2 \pi 0.01 \text{ m}} - \frac{\mu_0 7 \text{ A } I_2}{2 \pi 0.02 \text{ m}} = 0.3 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{m}} \rightarrow I_2 = 10 \text{ A}$$

b) Com que $F_{3 \rightarrow 1}$ va cap a la dreta, $F_{2 \rightarrow 1}$ ha d'anar cap a l'esquerra (ha de ser una força de repulsió), llavors

el corrent I_2 va cap a baix

La intensitat de les forces ha de ser la mateixa

$$\frac{\mu_0 I_2 5 \text{ A}}{2 \pi 0.01 \text{ m}} = \frac{\mu_0 7 \text{ A } 5 \text{ A}}{2 \pi 0.03 \text{ m}} \rightarrow I_2 = 2.33 \text{ A}$$

7

a) Dades: Ona esfèrica. $A(8\text{ m}) = 0.5\text{ Pa}$.

L'amplitud d'una ona esfèrica en funció de la distància a la font és A_0/r .

$$\frac{A_0}{8\text{ m}} = 0.5\text{ Pa}, \quad \frac{A_0}{22\text{ m}} = x\text{ Pa} \rightarrow 8\text{ m } 0.5\text{ Pa} = 22\text{ m } P$$

$$P(22\text{ m}) = 0.182\text{ Pa}$$

b) Dades: $v_p = 340\text{ m/s}$ $f = 400\text{ Hz}$.

$$\lambda = \frac{v_p}{f} = \frac{340\text{ m/s}}{400\text{ Hz}} \rightarrow \lambda = 0.85\text{ m}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} \rightarrow k = 7.39\text{ m}^{-1}$$

8

a) Criteri DIN. $s = -15\text{ cm}$, $s' = 75\text{ cm}$

$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f}; \quad \frac{1}{75} - \frac{1}{-15} = \frac{1}{f} \rightarrow f = +12.5\text{ cm}$$

b) $h' = 2.5\text{ cm}$

$$M_T = \frac{h'}{h} = \frac{s'}{s} = \frac{75}{-15}; \quad h = -0.5\text{ cm} \rightarrow \text{longitud filament} = 0.5\text{ cm}$$

c) Dada: Separació bombeta-pantalla $L = 90\text{ cm}$.

Sigui x la distància de la lent a la pantalla. Amb el criteri DIN

$$s' = x; \quad s = -(90 - x) \rightarrow \frac{1}{x} - \frac{1}{-(90 - x)} = \frac{1}{12.5}$$

$$x^2 - 90x + 1125 = 0 \rightarrow x = \begin{cases} 75\text{ cm} & \text{posició inicial} \\ 15\text{ cm} & \text{nova posició} \end{cases} \rightarrow x = 15\text{ cm}$$

9

a) Dades: $\lambda = 470 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, $W(\text{Na}) = 2.28 \text{ eV} = 3.65 \cdot 10^{-19} \text{ J}$,
 $h = 6.626 \cdot 10^{-34} \text{ J/s}$, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ $m_e = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Es calcularà l'energia cinètica màxima del electrons emesos i, a partir d'aquesta energia, la velocitat màxima.

$$E_{c,\text{màx}} = h \frac{c}{\lambda} - W = 5.794 \times 10^{-20} \text{ J},$$

$$\frac{1}{2} m v_{\text{màx}}^2 = E_{c,\text{màx}} \rightarrow v_{\text{màx}} = 356 \text{ km/s}$$