

## SÈRIE 1

## P1)

a) Direcció horitzontal: moviment uniforme  $\Rightarrow vt = L$

Direcció vertical: moviment uniformement accelerat  $\Rightarrow \frac{1}{2}at^2 = \frac{D}{2}$  [0.5]  $\Rightarrow$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m}$$

$$\frac{1}{2}at^2 = \frac{D}{2} \Rightarrow t^2 = \frac{D}{a} = \frac{Dm}{qE} \Rightarrow t = \sqrt{\frac{Dm}{qE}} \text{ [0.25]}$$

$$v = \frac{L}{t} = \sqrt{\frac{L^2 qE}{Dm}} = 3,98 \times 10^7 \text{ m/s [0.25]}$$

b) 1 Moviment uniforme en una direcció i moviment uniformement accelerat en la direcció perpendicular  $\Rightarrow$  trajectòria parabòlica [0.5]

2  $W = \frac{FD}{2} = \frac{qED}{2} = 8,01 \times 10^{-17} \text{ J [0.5]}$

## P2)

a)

$$K = \frac{T^2}{R^3} \Rightarrow \begin{aligned} K_{\text{Venus}} &= 1,00142 \sim 1,00 \frac{\text{anys}^2}{\text{UA}^3} \\ K_{\text{Júpiter}} &= 1,00037 \sim 1,00 \frac{\text{anys}^2}{\text{UA}^3} \\ K_{\text{Saturn}} &= 0,99891 \sim 1,00 \frac{\text{anys}^2}{\text{UA}^3} \end{aligned} \text{ [0.75]}$$

$$\bar{K} = \frac{K_{\text{Venus}} + K_{\text{Júpiter}} + K_{\text{Saturn}}}{3} = 1,0002 \sim 1,00 \frac{\text{anys}^2}{\text{UA}^3} \text{ [0.25]}$$

b)

$$G \frac{M_{\text{Sol}} M_{\text{Terra}}}{R_{\text{Terra-Sol}}^2} = M_{\text{Terra}} R_{\text{Terra-Sol}} \left( \frac{2\pi}{T_{\text{Període orbital Terra}}} \right)^2 \text{ [0.25]}$$

$$M_{\text{Sol}} = \frac{R_{\text{Terra-Sol}}^3 4\pi^2}{GT_{\text{Període orbital Terra}}^2} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg [0.25]}$$

$$g_{\text{Mart}} = G \frac{M_{\text{Mart}}}{R_{\text{Mart}}^2} = 6,67 \times 10^{-11} \frac{0,107 \times 5,974 \times 10^{24}}{(0,532 \times 6,378 \times 10^6)^2} = 3,70 \text{ m/s}^2 \text{ [0.5]}$$

### OPCIÓ A

#### P3)

- a) El primer hàrmonic correspon a la freqüència fonamental:  $\nu = 235\text{Hz}$ . Per aquest estat vibracional la longitud total és igual a la meitat de la longitud d'ona:  $L = \frac{\lambda}{2}$  [0.5].

Per altre banda:

$$\nu = \frac{v_{so}}{\lambda} \Rightarrow L = \frac{v_{so}}{2\nu} = \frac{340\text{m/s}}{2 \times 235\text{Hz}} = 0,72\text{m} \text{ [0.5]}$$

- b) El nivell d'intensitat  $\beta$  mesurat en decibels (dB) es defineix com:

$$\beta(I) = 10 \log \frac{I}{I_0} (\text{dB}), I_0 : \text{lindar de referència}, I_0 = 10^{-12}\text{W/m}^2 \text{ [0.2]}$$

$$116 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \Rightarrow 11,6 = \log(I) - \log(10^{-12}) = \log(I) + 12$$

$$\log(I) = 11,6 - 12 = -0,4 \Rightarrow I = 10^{-0,4} \sim 0,4\text{W/m}^2 \text{ [0.2]}$$

L'intensitat del so és inversament proporcional al quadrat de la distancia: [0.2]

$$I' d'^2 = I d^2 \Rightarrow I' = \frac{I d^2}{d'^2} = \frac{0,41}{50^2} = 1,6 \times 10^{-4}\text{W/m}^2 \text{ [0.2]}$$

El nombre de dB percebuts llavors serà:

$$\beta = 10 \log \left( \frac{1,6 \times 10^{-4}}{10^{-12}} \right) = 82 \text{ dB} \text{ [0.2]}$$

#### P4)

- a) L'energia mecànica en un moviment hàrmonic és constant i ve donada per:  $E_M = \frac{1}{2}k A^2$ , per tant el pendent de la recta és:  $\frac{E_M}{A^2} = \frac{1}{2}k$  [0.25]  $\Rightarrow \frac{1}{2}k = \frac{8-2}{0,04-0,01} = 200\text{J/m}^2 = 200\text{N/m} \Rightarrow k = 400\text{N/m}$  [0.25]

$$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{10\sqrt{2}}{\pi} = 4,5\text{Hz} \text{ [0.5]}$$

- b) La velocitat en un moviment hàrmonic simple es escriure com:  $v = A \omega \cos(\omega t)$  [0.5]

Per tant la velocitat màxima serà:  $v_{max} = A\omega = A2\pi\nu$  [0.25]

$$v_{max} = 4\text{m/s} \text{ [0.25]}$$

#### P5)

- a) Es produirà corrent elèctric quan es produeixi una variació en el flux del camp magnètic a través de l'espira. Per tant els intervals on tindrem corrent elèctric són:  $0 \leq t \leq 10$  i  $40 \leq t \leq 50$  [0.5]

El corrent induït és de sentit contrari al que generaria el camp que el produeix. [0.25]

En l'interval  $0 \leq t \leq 10$ , la derivada del flux respecte el temps és positiva, per tant el corrent generat serà en sentit antihorari. En l'interval  $40 \leq t \leq 50$  la derivada del flux respecte del temps serà negativa, per tant el corrent serà en sentit horari. [0.25]

- b)  $0 \leq t \leq 10 \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\pi r^2 \frac{dB}{dt} = -\pi 0,25^2 \frac{2-0}{10-0} = -3,93 \times 10^{-2}\text{V}$  [0.25]

$$40 \leq t \leq 50 \Rightarrow \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = -\pi r^2 \frac{dB}{dt} = -\pi 0,25^2 \frac{0-2}{50-40} = 3,93 \times 10^{-2}\text{V} \text{ [0.25]}$$

En tots dos casos el valor absolut del corrent serà:

$$|I| = \frac{|\varepsilon|}{R} = \frac{3,93 \times 10^{-2}}{5} = 7,85 \times 10^{-3}\text{A} \text{ [0.5]}$$

OPCIÓ B  
P3)

- a) A partir de la primera reacció nuclear:

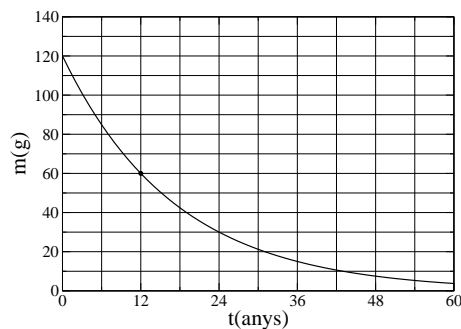
El triti té 2 neutrons i un protó  $\Rightarrow z = 3$  [0.2]per tant:  $14 + x = 12 + 3 \rightarrow x = 1$ ;  $7 + y = 6 + 1 \rightarrow y = 0$  per tant la partícula incognita és un neutró. [0.4]

A partir de la segona reacció nuclear tindrem:

 $j + 1 = 4 + 3 \rightarrow j = 6$ ;  $k + 0 = 2 + 1 \rightarrow k = 3$  [0.4]

- b) La llei de desintegració de la massa i/o nombre d'àtoms d'un determinat radioisòtop, en funció de període
- $\tau$
- de semidesintegració és:

$$M = M_0 e^{-\frac{t}{\tau} \ln 2} \quad [0.5]$$



[0.5]

## P4)

- a)

Energia emesa per un fotó:  $E_\nu = h\nu = 6.62 \times 10^{-34} \times 900 \times 10^6 = 5,96 \times 10^{-25} J$  [0.5]Energia total emesa per l'antena durant 1 minut:  $E = W \times t = 240 J$  Nombre total de fotons emesos:  
 $n = \frac{E}{E_\nu} = 4,03 \times 10^{26}$  fotons [0.5]

- b) Llindar d'energia per que es produeixi efecte fotoelèctric:
- $4.1 eV \frac{1.602 \times 10^{-19} J}{1 eV} = 6,57 \times 10^{-19} J > 5.96 \times 10^{-25} J \Rightarrow$
- no hi haurà efecte fotoelèctric. [0.5]

Si l'antena emet amb una potència de 8 W, hi haurien més fotons, però tots ells amb la mateixa energia, per tant tampoc hi hauria efecte fotoelèctric. [0.5]

## P5)

- a) Variació de massa:
- $\Delta m = 10m_0 - m_0 = 9m_0$
- [0.2]

Variació de la seva energia cinètica:  $\Delta E_c = \Delta mc^2 = 7,38 \times 10^{-13} J$  [0.4]  $\times \frac{1 eV}{1,60 \times 10^{-19} J} = 4,61 \times 10^6 eV \times \frac{1 MeV}{10^6 eV} = 4,61 MeV$  [0.4]

- b) Electró + positró
- $\Rightarrow$
- 2 fotons o bé:

$$e^- + e^+ \rightarrow 2\gamma \quad [0.5]$$

Per la llei de conservació de l'energia, cada fotó ha de ser igual a la meitat de l'energia total dissipada en la reacció, per tant l'energia del fotó serà igual a l'energia corresponent a l'electró abans de xocar:

$$E = mc^2 = 10 \times 9,11 \times 10^{-31} kg \times (3 \times 10^8 m/s)^2 = 8,20 \times 10^{-13} J \quad [0.25]$$

Frequència:

$$\nu = \frac{E}{h} = 1,24 \times 10^{21} Hz \quad [0.25]$$

Sèrie 4

P1)

- a) Els punts on la velocitat és zero corresponen als punts on es produeixen: la màxima compressió i el màxim estirament de la molla, la distància entre aquests dos punts serà igual a dues vegades l'amplitud:  
 $2A = 0,5\text{ m} \Rightarrow A = 0,25\text{ m}$  [0,2]

En un moviment oscilatori harmònic:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \phi_0)$$

per tant la màxima velocitat serà:  $v_{màxima} = A\omega$  [0,2]

$$E_{c_{màxima}} = \frac{1}{2} m v_{màxima}^2 = \frac{1}{2} m (A\omega)^2$$

$$\omega = \sqrt{\frac{2 E_{c_{màxima}}}{m A^2}} = 40\text{ rad/s}$$
 [0,2]

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = 6,37\text{ Hz}, T = \frac{1}{\nu} = 0,157\text{ s}$$
 [0,2]

No tenim fregament, per tant l'energia mecànica es conserva  $\Rightarrow E_{Total} = E_{c_{màxima}} = \frac{1}{2} K A^2 \Rightarrow K = \frac{2 E_{c_{màxima}}}{A^2} = 480\text{ N/m}$  [0,2]

- b) Si recordem les expressions:

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi_0)$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = -A\omega \sin(\omega t + \phi_0)$$

Tindrem  $E_{c_{màxima}}$ , quan  $v(t=0) = \pm v_{màxima}$  i per tant  $\phi_0 = \pm \frac{\pi}{2}$  i com a conseqüència

$$x(t) = A \cos(\omega t + \phi_0) = \pm A \sin(\omega t)$$

$$v(t) = \frac{dx}{dt} = \pm A\omega \cos(\omega t)$$

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \mp A\omega^2 \sin(\omega t)$$
 [0,5]

Per  $t = 3\text{ s}$ , tindrem:  $x(3\text{ s}) = \pm 0,145\text{ m}$ ;  $v(3\text{ s}) = \pm 8,14\text{ m/s}$ ;  $a(3\text{ s}) = \mp 232\text{ m/s}^2$  [0,5]

P2)

- a) La direcció és perpendicular a les plaques i el sentit és tal que va de la placa positiva a la negativa. [0,5]

El modul val:

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{60 \times 10^3\text{ V}}{0,04\text{ m}} = 1,5 \times 10^6\text{ N/C}$$
 [0,5]

- b)

$$\Delta E_p = q_e \Delta V = -1,6 \times 10^{-19}\text{ C} \cdot 6 \times 10^4\text{ V} = -9,6 \times 10^{-15}\text{ J}$$

$$\Delta E_c = W_{total} = -\Delta E_p = 9,6 \times 10^{-15}\text{ J}$$
 [0,5]

$$E_{fotó} = \Delta E_c$$

$$E_{fotó} = h \nu$$

$$\nu = \frac{\Delta E_c}{h} = 1,45 \times 10^{19} Hz [0,5]$$

OPCIÓ A  
P3)

a)

$$g_s = \frac{G M}{R^2}$$
$$g_h = \frac{G M}{(R + h)^2}$$

[0.5]

$$\frac{g_s}{g_h} = \left(\frac{R + h}{R}\right)^2 \Rightarrow$$
$$\sqrt{\frac{g_s}{g_h}} = \frac{R + h}{R} \Rightarrow$$
$$R = \frac{h}{\sqrt{\frac{g_s}{g_h}} - 1} = 5850 \text{ km}$$

[0.5]

b) Si  $r$  es l'hipotètic radi de l'òrbita, es verifica:

$$G \frac{M_T m}{r^2} = \frac{m v^2}{r} \quad [0,5] \Rightarrow$$
$$r = \frac{G M_T}{v^2} \Rightarrow$$
$$r = 3,989 \times 10^6 \text{ m} = 3989 \text{ km} \quad [0,25]$$

Com que  $r < R_T$ , aquesta òrbita no és possible [0.25]

P4)

a) Llei de la refracció:

$$\frac{\sin \phi_1}{\sin \phi_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad [0,4]$$

Prenem l'aigua com a medi 1 i l'aire com a medi 2  $\Rightarrow \phi_1 = 60^\circ; v_1 = 1500 \text{ m/s}; v_2 = 340 \text{ m/s}$   
Anem a trobar amb quin angle sortirà el so de l'aigua:

$$\phi_2 = \arcsin\left(\frac{v_2 \sin \phi_1}{v_1}\right) = 11,32^\circ \quad [0,4]$$

Per tant els grills i les llagostes podran sentir el so de les balenes, sempre que siguin molt properes a la costa i dalt d'un penya-segat, ja que el so surt amb un angle molt petit respecte la vertical i per tant amb una trajectòria molt vertical. [0.2]

b) La freqüència no varia al passar d'un medi a un altre. [0.25] La velocitat d'una ona ve donada per l'expressió:  $v = \lambda \nu$  [0.25]

Dins de l'aigua:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{1500}{20} = 75 \text{ m} \quad [0,25]$$

A l'aire:

$$\lambda = \frac{v}{\nu} = \frac{340}{20} = 17 \text{ m}$$

que correpon a la longitud d'ona a la que rebran el so. [0.25]

P5)

a) Donat que en la reacció que ens plantejen l'única transformació nuclear que té lloc és la transformació d'un neutró en un protó amb l'emissió d'un electró (partícula  $\beta$ ), per tant el nombre màsic del  $Xe$  serà el mateix que el del  $I$ , o sigui 131 [0.25] i el nombre atòmic serà una unitat més gran que el del  $I$ , o sigui 54 [0.25].

La longitud d'ona associada a les partícules  $\beta$ , d'acord amb la llei d'en De Broglie serà:

$$\lambda_\beta = \frac{h}{m_\beta v_\beta} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \text{ Js}}{9,11 \times 10^{-31} \text{ kg } 2 \times 10^8 \text{ m/s}} = 3,6 \times 10^{-12} \text{ m} \quad [0,5]$$

b) La llei de desintegració d'un radinucli és:

$$N(t) = N_0 e^{-\frac{t}{\tau} \ln 2} \quad [0,5]$$

En el nostre cas,  $N(t) = 0,125 N_0 \Rightarrow$

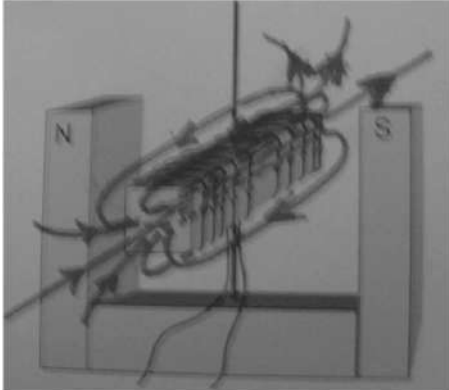
$$0,125 N_0 = N_0 e^{-\frac{t}{\tau} \ln 2}$$

prenen logaritmes naturals a cada cantó de l'equació tindrem:

$$\ln(0,125) = -\frac{t}{\tau} \ln 2 \Rightarrow t = -\frac{\ln(0,125)}{\ln 2} \tau = 24 \text{ dies} \quad [0,5]$$

**OPCIÓ B**  
**P3)**

- a) De forma esquemàtica es mostra a la figura les línies de camp magnètic:



[0,5]

Les línies de camp magnètic entren pel pol Sud i surten pel pol Nord, per tant en la figura que es mostra, l'extrem més proper serà el pol Sud i l'altre extrem el pol Nord, per tant el pol Sud de l'electroimà s'acostarà al pol Nord de l'imà, o sigui l'electroimà girarà segons les agulles del rellotge. [0,5]

- b) Per la llei de Lenz sabem que la força electromotriu generada en una espira està condicionada a que hi hagi un variació del fluxe magnètic a través de l'espira al llarg del temps:

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \quad [0,6]$$

Per tant en la gràfica que es mostra es generarà força electromotriu ens els intervals següents:  $10 \leq t \leq 12$ ;  $18 \leq t \leq 20$ ;  $40 \leq t \leq 42$  i  $48 \leq t \leq 50$  tots els intervals en ms. [0,4]

**P4)**

- a)

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow m = m_0 e^{-\lambda t} \quad [0,4] \quad \lambda = \frac{\ln 2}{\tau} \quad [0,2]$$

$$m = 1 e^{-\frac{t \ln 2}{\tau}} = 0,957g [0,4]$$

- b)

$$N_0 = m_0(g) \frac{N_A(\text{àtoms})u}{1g} \frac{1}{M_a(R_a)u} \quad [0,1] = \frac{1 \times 6,02 \times 10^{23}}{226} = 2,66 \times 10^{21} \text{núclis} \quad [0,2]$$

$$A_0 = \lambda N_0 \quad [0,1] = \frac{\ln 2}{1590 \times 365 \times 86400} 2,66 \times 10^{21} = 3,7 \times 10^{10} \text{Bq} \quad [0,2]$$

$$N_{100 \text{ anys}} = m_{100 \text{ anys}}(g) \frac{N_A(\text{àtoms})u}{1g} \frac{0,957}{M_a(R_a)u} = \frac{0,957 \times 6,02 \times 10^{23}}{226} = 2,45 \times 10^{21} \text{núclis} \quad [0,2]$$

$$A_{100 \text{ anys}} = \lambda N_{100 \text{ anys}} = \frac{\ln 2}{1590 \times 365 \times 86400} 2,45 \times 10^{21} = 3,5 \times 10^{10} \text{Bq} \quad [0,2]$$



P5)

- a) Es tracta de la difracció [0.25]. Per a que sigui perceptible cal que la mida de l'orifici sigui comparable o menor a la longitud d'ona [0.25].

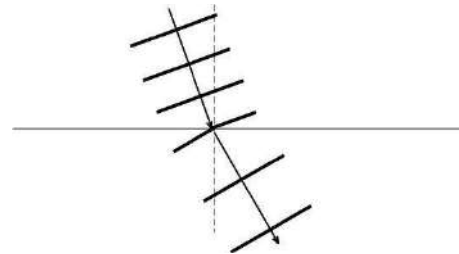
Exemples:

Un soroll que sentim al darrera d'una porta encara que no veiem a la persona que el fa.

La llum que passa per una petita escletxa ens pot arribar a iluminar lleugerament tota una habitació [0.5]

b)

- 1 Per a que estigui considerat correcte cal que el fronts d'ona estiguin més separats en el segon medi que en el primer, [0.2] que l'angle d'incidència sigui menor que el de refracció [0.2] i que ambdós siguin mesurats a partir de la normal. [0.1] Canvia la velocitat de propagació (ho diu l'enunciat) i augmenta



la longitud d'ona, però no canvia la freqüència. [0.1]

- 2 Cal que els fronts d'ona no siguin concèntrics i que la distància entre fronts sigui clarament menor pel costat de l'observador, que ha d'estar indicat d'alguna manera, que pel costat contrari. [0.4]

