SÈRIE 5

P1)

a)

$$\frac{mv^2}{R_T+h} = G\,\frac{M_T m}{(R_T+h)^2}\ \boxed{\mathbf{0.2}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T+h}} = 6,31\cdot 10^3\ \text{m/s}\ \boxed{\mathbf{0.2}}$$

$$v = \omega\,(R_T+h) = \frac{2\pi}{T}\,(R_T+h)\ \boxed{\mathbf{0.2}} \Rightarrow T = \frac{2\pi(R_T+h)}{v}\ \boxed{\mathbf{0.2}} = 9,96\cdot 10^3\ \text{s}\ \boxed{\mathbf{0.2}}$$

b) En el punt P tindrem:

$$\left.\begin{array}{lll} E_c & = \frac{1}{2}mv^2 & = 4,9\cdot 10^{10}\ \text{J}\ \boxed{\mathbf{0.1}} \\ E_p & = -\frac{GM_T m}{R_T+h_P} & = -7,96\cdot 10^{10}\ \text{J}\ \boxed{\mathbf{0.2}} \end{array}\right\} E_T = E_c + E_p = -3,06\cdot 10^{10}\ \text{J}\ \boxed{\mathbf{0.1}}$$

En el punt A, degut a que l'energia total es conserva al llarg de la trajectòria, tindrem:

$$\left.\begin{array}{lll} E_T & & = -3,06\cdot 10^{10}\ \text{J}\ \boxed{\mathbf{0.2}} \\ E_p & = -\frac{GM_T m}{R_T+h_A} & = -5,01\cdot 10^{10}\ \text{J}\ \boxed{\mathbf{0.2}} \end{array}\right\} E_c = E_T - E_p = 1,95\cdot 10^{10}\ \text{J}\ \boxed{\mathbf{0.2}}$$

P2)

a)

$$|\vec{F}_E| = k\frac{q_e^2}{r^2} = 8,99\cdot 10^9\,\frac{(1,6\cdot 10^{-19})^2}{(5,29\cdot 10^{-11})^2} = 8,22\cdot 10^{-8}\ \text{N}\ \boxed{\mathbf{0.5}}$$

Al ser un moviment circular uniforme, aquesta força elèctrica es la que proporciona l'acceleració centrípeta:

$$ma_n = m\omega^2 r = m4\pi^2\,\nu^2\,r = F_E \Rightarrow \nu = \sqrt{\frac{F_E}{m4\pi^2 r}} == 6,57\cdot 10^{15}\ \text{Hz}\ \boxed{\mathbf{0.5}}$$

b)

$$E_m = E_c + E_p = \frac{1}{2}mv^2 - k\frac{q_e^2}{r} = \frac{1}{2}k\frac{q_e^2}{r} - k\frac{q_e^2}{r} = -\frac{1}{2}k\frac{q_e^2}{r}\ \boxed{\mathbf{0.5}} = -2,18\cdot 10^{-18}\ \text{J}\ \boxed{\mathbf{0.5}}$$

Opció A

P3)

a) La freqüència llindar d'un metall és la freqüència mínima que ha de tenir una radiació electromagnètica, per a què els seus fotons puguin arrencar electrons d'aquest metall, per efecte fotoelèctric. $\boxed{\mathbf{0.2}}$

A partir de la gràfica veiem que l'energia cinètica en funció de la freqüència ve donada per la recta:

$$E_c = 3,72 + \frac{7,86 - 3,72}{3-2}\left(\frac{f}{10^{15}} - 2\right) \text{eV} \boxed{\mathbf{0.3}}$$

A partir de l'expressió anterior obtindrem la freqüència llindar fent que l'energia cinètica sigui zero: $\boxed{\mathbf{0.2}}$

$$0 = 3,72 + 4,14\left(\frac{f_{llindar}}{10^{15}} - 2\right) \boxed{\mathbf{0.1}} \Rightarrow f_{llindar} = \left(-\frac{3.72}{4,14} + 2\right)\cdot 10^{15} = 1,10\cdot 10^{15}\,\text{Hz} \boxed{\mathbf{0.2}}$$

b) La constant de Planck la podem trobar a partir del pendent de la recta representada: $\boxed{\mathbf{0.2}}$

$$h = \frac{(7,86-3,72)\,\text{eV}}{(3-2)\,\text{s}^{-1}} \times \frac{1,6\cdot 10^{-19}}{1\text{eV}} = 6,62\cdot 10^{-34}\,\text{Js} \boxed{\mathbf{0.2}}$$

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{hc}{\lambda} - h f_{llindar} \boxed{\mathbf{0.2}} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{m}\left\{\frac{hc}{\lambda} - h f_{llindar}\right\}} \boxed{\mathbf{0.2}} \Rightarrow$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{9,11\cdot 10^{-31}\text{kg}}\left\{\frac{6,62\cdot 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}\times 3\cdot 10^{8}\,\text{m/s}}{1,2\cdot 10^{-7}\,\text{m}} - 4,56\,\text{eV}\frac{1,6\cdot 10^{-19}\,\text{J}}{1\text{eV}}\right\}} = 1,43\cdot 10^{6}\,\text{m/s} \boxed{\mathbf{0.2}}$$

P4)

a) Per tal que el fil es trobi suspés a l'aire, cal que hi hagi una força que compensi la força de gravetat. Per tant, el camp magnètic ha de fer una força sobre el fil cap amunt, és a dir, en la direcció positiva de l'eix Z. $\boxed{\mathbf{0.2}}$ Partint de l'expressió $\vec{F} = I\vec{L}\wedge\vec{B}$ $\boxed{\mathbf{0.2}}$ amb $\vec{F}$ $\boxed{\mathbf{0.2}}$ apuntant cap a les z's positives, i el vector $\vec{L}$ cap a les x's positives, el camp $\vec{B}$ necessàriament ha d'apuntar en la direcció positiva de l'eix Y.

Pel que fa al seu mòdul, cal que compensi el de la força de gravetat, i per tant

$$ILB = mg \boxed{\mathbf{0.2}}$$

d'on resulta

$$B = \frac{mg}{IL} = \frac{0,1\times 9,8}{0,3\times 5} = 0,65\,\text{T} \boxed{\mathbf{0.2}}$$

b) Amb el fil rectilini fem una espira circular que situem al pla XY, i el camp magnètic també es troba situat al pla XY, de forma que el flux del camp és $\Phi = \vec{B}\cdot\vec{S} = 0$, en cada instant, ja que els vectors camp magnètic i superfície de l'espira són perpendiculars. $\boxed{\mathbf{1}}$

P5)

a) El període d'oscil·lació d'una molla ve donat per l'expressió:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\ \boxed{\mathbf{0.2}} \Rightarrow m = \frac{k}{4\pi^2}T^2 \Rightarrow k = \frac{4\pi^2\,m}{T^2}\ \boxed{\mathbf{0.2}}$$

Per tant si llegim un valor de m i el seu valor corresponent de T^2 sobre la recta, obtindrem el valor de k:

$$k = \frac{4\pi^2\,1,9\,\mathrm{kg}}{0,5\,\mathrm{s}^2} = 150\,\mathrm{N/m}\ \boxed{\mathbf{0.2}}$$

L'energia total és:

$$E_T = \frac{1}{2}\,k\,A^2\ \boxed{\mathbf{0.2}} = 0,75\,\mathrm{J}$$

L'energia cinètica màxima l'obtindrem quan la seva energia potencial sigui zero i en aquest cas serà igual a l'energia total: $\Rightarrow$

$$E_{c_{màxima}} = 0,75\,\mathrm{J}\ \boxed{\mathbf{0.2}}$$

b)

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{150}{1,5}} = 10\,\mathrm{rad/s}\ \boxed{\mathbf{0.2}}$$

$$a_{maàxima} = A\,\omega^2 = 20\,\mathrm{m/s^2}\ \boxed{\mathbf{0.3}}$$

En aquest cas l'energia total de la oscil·lació és:

$$E_T = \frac{1}{2}\,k\,A^2 = 3\,\mathrm{J}\ \boxed{\mathbf{0.2}}$$

Per parar la oscil·lació la força de fregament farà un treball igual a l'energia total de la oscil·lació:

$$W_{fregament} = 3\,\mathrm{J}\ \boxed{\mathbf{0.3}}$$

Opció B
P3)

a) Calculem la freqüència:

$$f = \frac{E}{h} \boxed{\mathbf{0.2}} = 10\,\mathrm{eV}\,\frac{1.602\cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}}{1\,\mathrm{eV}} \times \frac{1}{6,626\cdot 10^{-34}\,\mathrm{J\,s}} \boxed{\mathbf{0.1}} = 2,418\cdot 10^{15}\,\mathrm{Hz} \boxed{\mathbf{0.1}}$$

La longitud d'ona serà:

$$\lambda = \frac{\mathrm{c}}{f} \boxed{\mathbf{0.2}} = 1,241\cdot 10^{-7}\,\mathrm{m} \times \frac{1\mathrm{nm}}{10^{-9}\mathrm{m}} = 124,1\,\mathrm{nm} \boxed{\mathbf{0.1}}$$

Com que el camp elèctric és constant tindrem:

$$E = \frac{\Delta \mathrm{V}}{d} \boxed{\mathbf{0.2}} = 10\,\mathrm{N/C} \boxed{\mathbf{0.1}}$$

b) Per trobar l'energia cinètica amb què surten els electrons des de l'ànode A, farem servir el principi de conservació de l'energia total:

$$E_c^A + E_p^A = E_c^B + E_p^B \boxed{\mathbf{0.2}} \Rightarrow$$

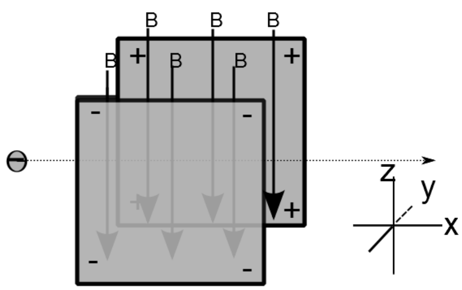
$$E_c^A = E_c^B + E_p^B - E_p^A = E_c^B + q_e(V_B - V_A) \boxed{\mathbf{0.2}} = 2.3\,\mathrm{eV} - 1\mathrm{e}\,(-3\mathrm{V}) \boxed{\mathbf{0.2}} = 5,3\,\mathrm{eV} \boxed{\mathbf{0.2}}$$

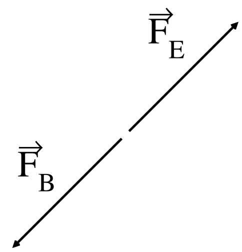
Per trobar el treball d'extracció només caldrà que restem a l'energia dels fotons, la energia cinètica dels electrons emesos:

$$W = hf - E_c = 10 - 5.3 = 4.7\,\mathrm{eV} \boxed{\mathbf{0.2}}$$

P4)

a) El diagrama de forces serà el següent:





$\boxed{\mathbf{0.3}}$

Per fer el dibuix cal tenir en compte que la càrrega del electró és negativa. $\vec{F}_E$, és la força deguda al camp elèctric i $\vec{F}_B$ és la deguda al camp magnètic.

Per tal que els electrons no es desviïn al travessar aquesta regió les dues forces han de ser iguals:

$$\left.\begin{aligned} F_E &= q_e\, E \\ F_B &= v\, q_e\, B \end{aligned}\right\} \Rightarrow q_e\, E = v\, q_e\, B\, \boxed{\mathbf{0.3}} \Rightarrow v = \frac{E}{B}\boxed{\mathbf{0.2}} = \frac{250}{0.04} = 6,25\cdot 10^3\ \mathrm{m/s}\boxed{\mathbf{0.2}}$$

b)

Tal com es pot veure del gràfic anterior la força deguda al camp magnètic es paral·lela al pla XY, per tan l'electró farà un moviment circular en un pla paral·lel al XY $\boxed{\mathbf{0.2}}$ i en el sentit horari. $\boxed{\mathbf{0.1}}$

La força $\vec{F}_B$ és la que proporcionarà l'acceleració centrípeta per fer girar l'electró, per trobar el radi de gir tindrem:

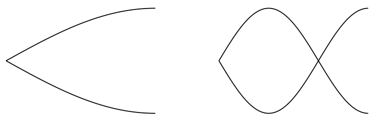
$$m\,\frac{v^2}{r} = v\, q_e\, B \Rightarrow r = \frac{mv}{q_e B} = 1.78\cdot 10^{-6}\ \mathrm{m}\boxed{\mathbf{0.2}}$$

La freqüència angular de rotació és:

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{q_e B}{m}\boxed{\mathbf{0.3}} \Rightarrow \nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{q_e B}{2\pi m} = 1,12\cdot 10^9\ \mathrm{Hz}\boxed{\mathbf{0.2}}$$

P5)

a) De forma esquemàtica podem representar les situacions de ressonància en les gràfiques següents:



$\boxed{\mathbf{0.2}}$

La relació entre la longitud d'un tub sonor i la longitud d'ona en condició de ressonància és:

$$L_n = \frac{\lambda}{4}(1+2n) \boxed{\mathbf{0.2}} \Rightarrow$$

$$L_n - L_{n-1} = \frac{\lambda}{4}(1+2n) - \frac{\lambda}{4}(1+2(n-1)) = \frac{\lambda}{2} \boxed{\mathbf{0.2}} = 0,57\,\mathrm{m} - 0,19\,\mathrm{m} = 0,38\,\mathrm{m} \Rightarrow \lambda = 0,76\,\mathrm{m} \boxed{\mathbf{0.2}}$$

La velocitat del so serà:

$$v_{so} = \lambda\nu = 334\,\mathrm{m/s} \boxed{\mathbf{0.2}}$$

b) La intensitat de so rebuda serà:

$$I = \frac{P_T}{4\pi d^2} \boxed{\mathbf{0.3}} = 8,84 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{W/m^2} \boxed{\mathbf{0.2}}$$

Per tant el nivell de só en dB serà:

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} = \boxed{\mathbf{0.3}} = 79\,\mathrm{dB} \boxed{\mathbf{0.2}}$$