

Instruccions generals

- Aquest **exercici** consta de **5 apartats**.
- Alguns **apartats** tenen **dos blocs de preguntes opcionals**.
- **Responen** únicament un dels blocs de preguntes opcionals, tal com s'indica als enunciats. En cas de respondre ambdós blocs, només s'avaluarà el que aparegui en primer lloc.
- **Usau** bolígraf blau o negre per respondre.
- **Podeu usar** una **calculadora** d'acord amb les especificacions generals de les PAU i, si escau, un **regle**.
- **Temps per respondre**: 90 minuts.

- 1.** Entre 2015 i 2017 s'identificaren set planetes al voltant de l'**estrella TRAPPIST-1**. El **planeta més pròxim** a l'estrella té un **període orbital d'1,51 dies** i la longitud del **semieix major** de la seva òrbita és de **0,01154 ua**.

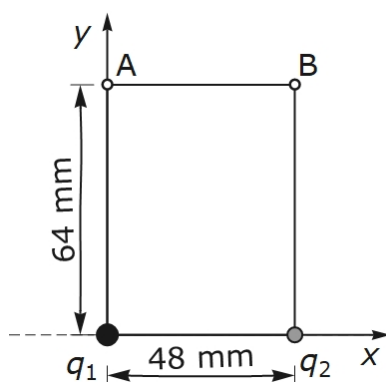
Responen a, b i c.

- a)** El **segon planeta** més proper a l'estrella té un **període orbital de 2,42 dies**. **Determinau** la longitud del **semieix major** de l'òrbita usant una de les **lleis de Kepler**. 0,75 punts
- b)** El quocient de la **tercera llei de Kepler** que inclou els valors del període orbital i la longitud del semieix major és igual a $4\pi^2/(G M_{\text{estrella}})$. **Determinau** la **massa de TRAPPIST-1**, en quilograms, i el **quocient** d'aquesta massa respecte a la massa del Sol ($1,99 \times 10^{30}$ kg). 0,75 punts
- c)** L'**àrea escombrada** pel segment entre l'estrella TRAPPIST-1 i un dels planetes **durant un temps t_1** després que el planeta passi pel **periastre** és **A_1** . El **temps** necessari perquè l'àrea escombrada després que el planeta passi per l'**apoastre** sigui també **A_1** **serà menor, igual o major que t_1** ? **Justificau** la resposta. 0,5 punts

2. Responen a i trien entre b.1 o b.2

- a) **Calculau el camp elèctric al punt B** generat per les càrregues elèctriques de les partícules situades a la base del rectangle en el cas $q_1 = -20,00 \text{ nC}$ i $q_2 = 10,24 \text{ nC}$. Expressau el vector camp en el sistema de coordenades indicat a la figura.

0,75 punts



- b.1) **Determinau el signe i el valor de q_1 quan $q_2 = -2 \text{ nC}$ perquè el camp elèctric sigui nul** en un punt de la línia que passa per les partícules, a **48 mm a la dreta de q_2** .

0,75 punts

- b.2) **Calculau la diferència de potencial $V_B - V_A$ quan les partícules situades a la base del rectangle tenen càrregues elèctriques $q_1 = -40 \text{ nC}$ i $q_2 = 40 \text{ nC}$** .

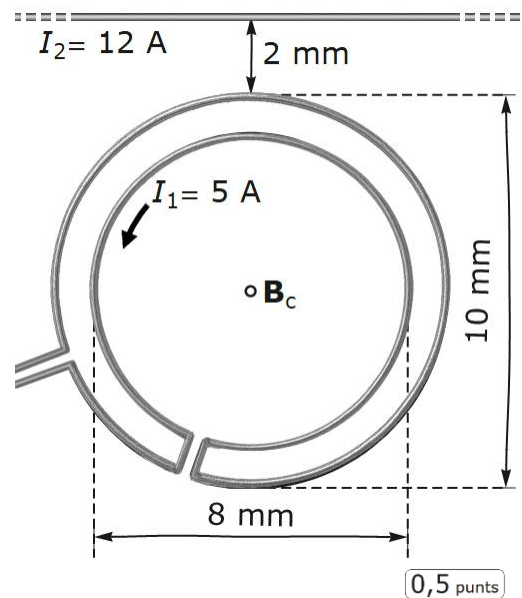
0,75 punts

3. Responen a.1 o a.2

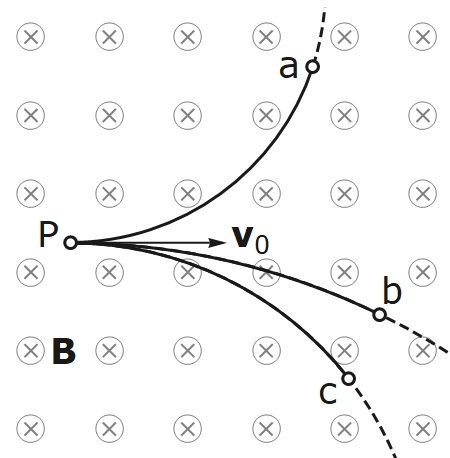
a.1) La figura mostra dues espires circulars i un fil conductor recte.

(i) **Determinau** la **intensitat** i l'**orientació** del camp magnètic $\mathbf{B}_c$ al centre de les espires circulars a causa dels **corrents de 12 A i 5 A**, quan el **corrent del fil recte** circula **cap a la dreta**. 1 punt

(ii) **Argumentau** si el mòdul del camp $\mathbf{B}_c$ augmenta o disminueix quan el corrent del fil recte canvia de sentit i va cap a l'esquerra.



a.2) La figura representa parts de les **trajectòries** de **tres partícules** amb **càrregues elèctriques diferents**, que passen pel **punt P** amb la **mateixa velocitat $\mathbf{v}_0$** .



(i) **Dibuixau** la **trajectòria** de la **partícula c** i el vector amb l'orientació de la **força de Lorentz** quan passa pel **punt P**. 0,5 punts

(ii) **Quin signe** tenen les càrregues de les tres partícules? 0,5 punts

(iii) **Calculau** quantes **voltes completa** la **partícula c** durant **120 ms** dins un camp magnètic uniforme d'**1,5 T** si la seva massa és de **2 μg** i la càrrega elèctrica en valor absolut és de **0,75 μC** . 0,5 punts

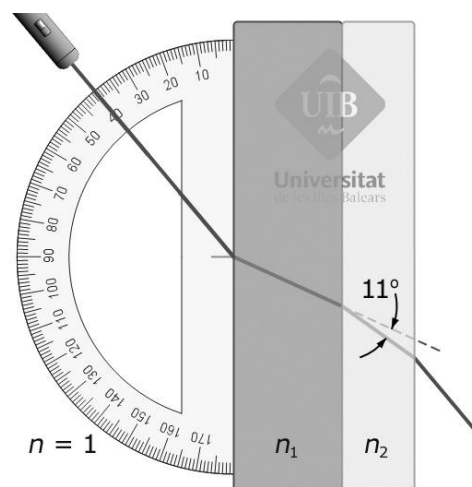
4. Responen a i triau entre b.1 o b.2

- a) **Dibuixau** una **lent prima convergent**, marcant la posició del **focus imatge a 4 cm de la lent**, i una **fletxa d'1 cm** perpendicular a l'eix òptic, amb la base **a 2,5 cm de la lent**. **Traçau** els **tres raigs principals** per determinar la imatge de la fletxa **amb línia contínua**, i **les línies de referència**, amb **línia discontinua**.

1 punt

- b.1) (i) Dues làmines de vidre de cares planoparaleles d'índexs de refracció n_1 i n_2 estan juntes. Un raig làser es dirigeix a la superfície de la primera làmina com mostra la figura. **Calculau** l'índex de refracció n_1 si l'angle de refracció del raig dins la primera làmina és de **22,50°**.

0,5 punts



- (ii) Se substitueix la primera làmina per una altra amb un índex de refracció $n_1 = 1,94$ i s'ajusta l'angle d'incidència, de manera que l'angle de refracció del raig al seu interior continuï sent de **22,50°**, com abans. Es determina que el raig es desvia **11°** quan passa de la primera làmina a la segona. **Calculau** l'índex de refracció n_2 .

0,5 punts

- (iii) **Justificau** si un raig làser pot tenir **reflexió total** a la superfície S entre làmines d'índexs $n_1 = 1,94$ i $n_2 = 1,75$. Si en pot tenir, per a quins angles d'incidència sobre S n'hi ha?

0,5 punts

- b.2) Una **ona electromagnètica** de llum verda ($\lambda = 500 \text{ nm}$) es propaga **cap a la dreta** al llarg de l'eix x. El camp elèctric $E(x, t)$ té una amplitud de **4 N/C**, és **nul** a l'origen de coordenades a **$t = 0$** i $E(x = \lambda/4, 0) < 0$.

- (i) **Escriuiu** la **funció d'ona** de la intensitat del camp elèctric amb la funció cosinus i els valors numèrics amb **quatre decimals** (usau el valor exacte de la velocitat de la llum) i **calculau** el camp a **$t = 0,05 \text{ ps}$** i **$x = 14,8 \text{ } \mu\text{m}$** .

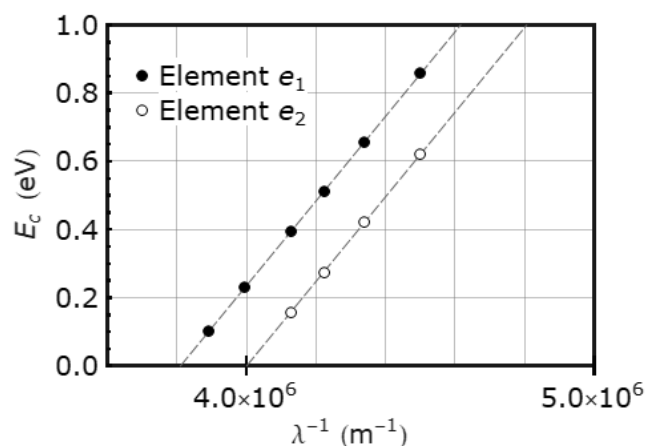
0,75 punts

- (ii) **Determinau** el primer instant **posterior a $t = 0$** quan l'expressió **$\cos(2 - 5t + \pi)$** és màxima.

0,75 punts

5. Responen a.1 o a.2

a.1) Una placa de l'element e_1 s'il·lumina amb sis ones monocromàtiques i es mesura l'energia cinètica dels electrons emesos per **efecte fotoelèctric**. En il·luminar una placa de l'element e_2 amb les mateixes ones, només s'emeten electrons en quatre casos.



Els **punts del gràfic** representen

l'energia cinètica dels electrons emesos en funció de l'invers de la longitud d'ona de les ones monocromàtiques.

(i) **Explicau** per què els **punts** del mateix element estan **alineats**.

0,75 punts

(ii) **Explicau qualitativament quin** dels dos elements té el **treball d'extracció** més gran.

0,75 punts

(iii) **Calculau** el **treball d'extracció** de l'element e_2 a partir de la línia discontinua dibuixada seguint els punts.

1 punt

a.2) (i) Quines partícules s'emeten en les **desintegracions α i β^-** ?

0,5 punts

(ii) Quants de **protons** tindrà el nucli de l'isòtop $^{224}_{88}\text{Ra}$ després de tres desintegracions α i una desintegració β^- ?

0,5 punts

(iii) L'activitat actual d'una mostra d'un element radioactiu és de **4096** desintegracions per minut. **Quina** és l'activitat de la mostra després de **4** semivides?

0,5 punts

(iv) La semivida del fòsfor 32 és de **14 dies**, i la del crom 51, de **28 dies**. En un moment donat, una mostra amb fòsfor 32 té una activitat de **12000** desintegracions per dia, i una mostra amb crom 51, de **6000**. **Escriviu l'equació** que permet determinar al cap de quants de dies les activitats de les mostres són iguals. **Calculau** les activitats de les dues mostres al cap de 14, 28 i 56 dies.

1 punt

$$G \approx 6,6743 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

$$K \approx 8,9876 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$e = 1,602176634 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e \approx 9,1094 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$m_p \approx 1,6726 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\mu_0 \approx 4 \pi 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$$

$$c = 299792458 \text{ m/s}$$

$$h = 6,62607015 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\mathbf{F} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$$

$$E_p = -G \frac{M m}{r} \quad E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

$$1 \text{ ua} = 149597870700 \text{ m}$$

$$\mathbf{F} = K \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{\mathbf{r}}$$

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

$$B_l = \frac{\mu_0 I}{2 \pi r} \quad B_\odot = \frac{\mu_0 I}{2 R}$$

$$B_{\text{m}} = \mu_0 n I$$

$$\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$$

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

$$\frac{F}{L} = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2 \pi d}$$

$$\text{fem} = - \frac{d\phi(t)}{dt}$$

$$y(x, t) = A \sin(kx \pm \omega t + \delta)$$

$$P(r, t) = \frac{A_0}{r} \sin(kr - \omega t)$$

$$k = \frac{2 \pi}{\lambda} \quad \omega = \frac{2 \pi}{T}$$

$$f = \frac{1}{T} \quad v = \frac{\lambda}{T} = \frac{\omega}{k}$$

$$I(\text{dB}) = 10 \log \frac{I}{10^{-12} \text{ W m}^{-2}}$$

$$I_1 4 \pi r_1^2 = I_2 4 \pi r_2^2$$

$$n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$$

Criteri DIN lents primes

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

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

Criteri DIN miralls esfèrics

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{2}{R}$$

$$M_T = \frac{y'}{y} = - \frac{s'}{s}$$

$$E = h f$$

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

$$A(t) = A_0 \exp(-\lambda t)$$

$$\lambda = \frac{\ln(2)}{T_{1/2}}$$

$$T_{1/2}(^{14}\text{C}) = 5730 \text{ a}$$

Nom	Unitats
Coulomb (C)	A s
Joule (J)	N m
Newton (N)	kg m s ⁻²
Tesla (T)	kg s ⁻² A ⁻¹
Volt (V)	J A ⁻¹ s ⁻¹
Weber (Wb)	T m ²

Element	W (eV)
Cesi	1,94
Rubidi	2,13
Sodi	2,28
Silici	3,59
Alumini	4,08
Coure	4,70
Plata	4,73
Or	5,10

