

Instruccions generals:

- **Nombre de problemes: 5.**
- **Opcionalitat:** els problemes **2 a 5** tenen preguntes opcionals.
- **Puntuació:** s'indica als apartats. **Les respostes han d'estar justificades.**
- **Material:** l'examen s'ha de contestar amb bolígraf blau o negre.
- **Material auxiliar:** una calculadora científica simple i un regle.
- **Temps per fer l'examen:** 90 minuts.

- 1.** Un estudiant va escriure el següent text en un treball sobre el descobriment d'exoplanetes amb el telescopi espacial *Kepler*.

«El telescopi envià dades de les variacions de la brillantor de més de mig milió d'estrelles de la Via Làctia durant quasi nou anys per detectar exoplanetes. (...) El telescopi estava en una òrbita al voltant del Sol. El període orbital del telescopi era de 372.57 dies i el semieix major de l'òrbita era de 10.133 ua.»

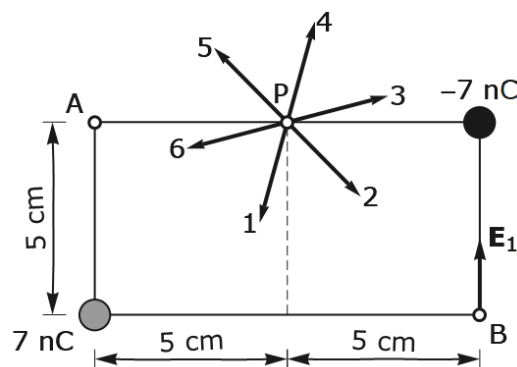
El professor va demanar a l'estudiant que llegís les lleis de Kepler i, després, explicàs per què les dades orbitals del telescopi *Kepler* presentades no podien estar bé.

- a)** Quina llei de Kepler ha d'aplicar l'estudiant per veure que les dades orbitals que va escriure no són coherents? Enuncieu la llei. 0.7 punts
- b)** Qualsevol objecte que orbita al voltant del Sol compleix les lleis de Kepler com els planetes. Calculeu el període orbital d'un objecte del sistema solar que segueix una òrbita el·líptica que té el semieix major de 10 ua. 0.5 punts
- c)** Determineu el semieix major de l'òrbita del telescopi *Kepler* si el període orbital és de 373.57 dies. 0.5 punts
- d)** Si un objecte com el telescopi es trobàs en un moment aturat a 10 ua del Sol, lluny dels planetes, es començaria a moure radialment cap al Sol. Quina velocitat hauria adquirit l'objecte quan es trobàs a la mateixa distància del Sol que la distància mitjana de la Terra al Sol? 0.8 punts

Massa del Sol = $1.99 \cdot 10^{30}$ kg

2. Una partícula amb una càrrega de 7 nC i una altra amb una càrrega de -7 nC són als extrems d'una diagonal d'un rectangle com mostra la figura. Calculeu:

- a) El mòdul del camp elèctric al punt A. 0.7 punts
- b) La diferència de potencial $V(P) - V(B)$. 0.7 punts

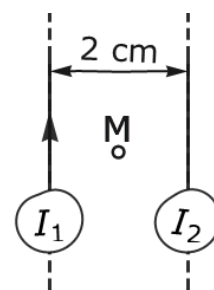


Responen c1 o c2.

- c1) Per què es diu que el camp elèctric és conservatiu? Usau aquesta propietat per determinar el treball d'una força externa per moure una càrrega elèctrica de 2 nC del punt B al punt P. 0.6 punts
- c2) Quin és el número de la fletxa que indica la orientació del camp elèctric total al punt P? La fletxa $\mathbf{E}_1$ representa el camp elèctric creat per una de les càrregues al punt B. Dibuixau la fletxa $\mathbf{E}_1$ amb una longitud de 2 cm al full de resposta i la fletxa del camp creat per l'altra càrrega al punt B amb la mateixa escala. 0.6 punts

3. Dos fils conductors rectes paral·lels estan separats 2 cm . El sentit del corrent I_1 és cap a dalt, el del corrent I_2 no se sap.

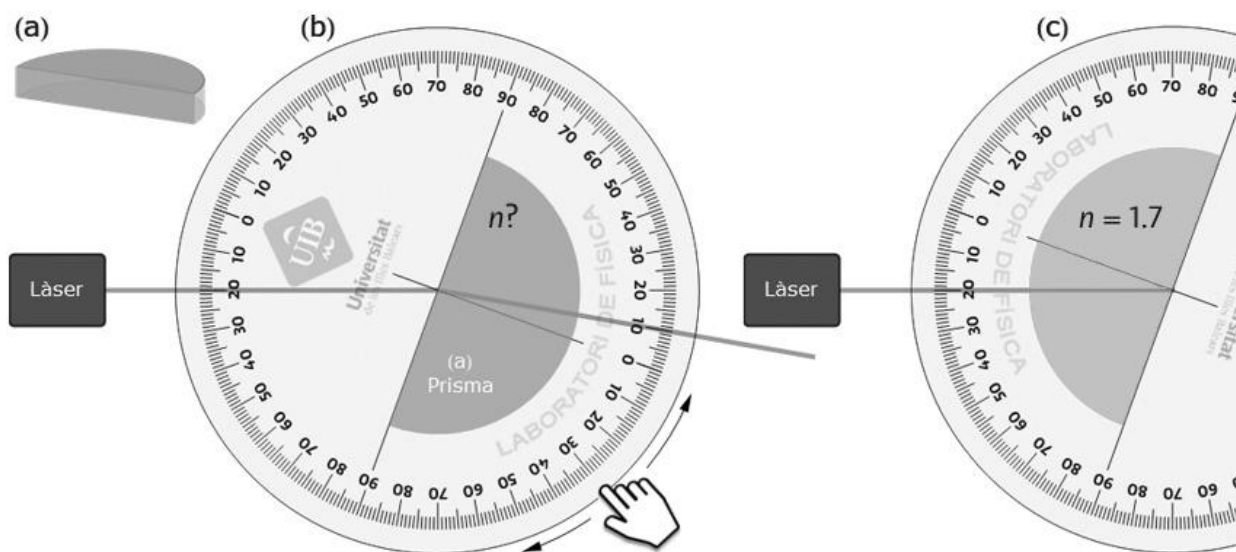
- a) Un teslàmetre al punt M, a 1 cm de cada fil, dona una lectura de 0.4 mT . Quan es canvia el sentit del corrent del segon fil, la lectura és de 0.8 mT . Determineu si el corrent inicial del fil 2 era cap a dalt o cap a baix i els valors absoluts d' I_1 i I_2 . 1 punt



Responen b1 o b2.

- b1) Es fixen I_1 i I_2 a 20 A cap a dalt i es col·loca un fil recte paral·lel als dos anteriors que passa pel punt M, amb un corrent $I_M = 30 \text{ A}$ cap a baix. Calculeu la força magnètica total per unitat de longitud sobre el fil de la dreta. Dibuixau els fils i els vectors de les forces que els corrents I_1 i I_M exerceixen sobre I_2 individualment. 1 punt
- b2) Es fixa I_1 a 20 A cap a dalt i I_2 a 20 A cap a baix. Per anul·lar el camp magnètic al punt M, determineu: i) La intensitat i el sentit del corrent d'un fil recte paral·lel als dos anteriors, a 2 cm a l'esquerra del primer fil. ii) El radi d'una espira circular centrada a M amb un corrent de 12.7 A . 1 punt

4. Un prisma de base semicircular de plàstic transparent (figura a) es col·loca sobre una plataforma circular graduada (figura b). La plataforma pot girar al voltant del seu centre perquè té un eix perpendicular per la part de baix. El prisma se centra com mostra la figura b. Un raig làser es dirigeix a la cara plana del prisma i es refracta en direcció radial.



- a) Calculau l'índex de refracció del plàstic del prisma a partir de la trajectòria del raig mostrada a la figura b. 0.6 punts
- b) Es canvia el prisma per un altre d'índex 1.7. La plataforma es gira 180° . El raig entra en el prisma per la cara circular i arriba a la cara plana com a la figura c. Determinau l'angle que forma el raig a la sortida de la cara plana amb la prolongació de la línia del raig que surt del làser. 0.7 punts

Responen c1 o c2.

- c1) Un prisma de la mateixa forma que els anteriors és de vidre d'índex de refracció 1.55. Quin és l'angle límit d'aquest material en aire? Es pot trobar l'angle límit girant la plataforma mentre el raig entra en el prisma per la cara plana com a la figura b? 0.7 punts
- c2) Amb el mateix muntatge de la figura b, s'usa un altre prisma d'índex de refracció 1.55. La longitud de la cara plana del prisma és de 8 cm. Es determina que la longitud total recorreguda pel raig des de la sortida del làser fins a una pantalla a la dreta del muntatge és de 30 cm. Quant de temps tarda la llum a fer aquest recorregut? 0.7 punts

5. a) Quina era la hipòtesi fonamental d'Einstein per explicar l'efecte fotoelèctric? 0.5 punts
- b) Què proposa la hipòtesi de De Broglie? 0.5 punts

Responen c1 o c2.

- c1) L'existència de l'efecte fotoelèctric és una prova de la naturalesa quàntica de la llum, però no prova directament la hipòtesi de De Broglie. Esmentau un exemple que valida la hipòtesi de De Broglie. 0.5 punts
- c2) S'il·lumina una placa d'alumini i una placa de plata amb llum de 250 nm. De quina placa surten els electrons amb la velocitat màxima més alta? Justificau la resposta. 0.5 punts

$$G = 6.674 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

$$K = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

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

$$e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$M_T = 5.9736 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$R_T = 6370 \text{ km}$$

$$1 \text{ au} = 149\,597\,871 \text{ km}$$

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

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

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

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

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

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

$$B_\infty = \mu_0 n I$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$E = hf \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

$$h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

$$\lambda_{\text{rebuda}} = \lambda_{\text{emesa}} \sqrt{(1 + \beta)/(1 - \beta)}$$

$$\beta = v/c \quad \oplus \dots \odot \rightarrow \odot \quad v > 0$$

$$\lambda_m T = 2897 \mu\text{m K}$$

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

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

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

