

Instruccions generals:

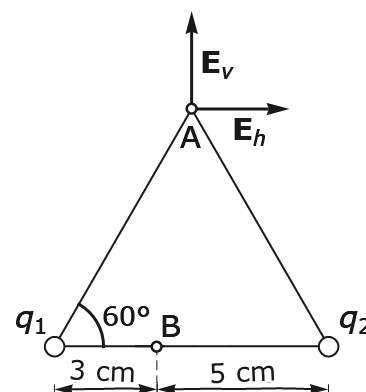
- **Nombre de problemes:** 5.
- **Opcionalitat:** els problemes 2 a 5 tenen preguntes opcionals.
- **Puntuació:** s'indica als apartats. **Les respostes han d'estar justificades.**
- **Material:** l'examen s'ha de contestar amb bolígraf blau o negre.
- **Material auxiliar:** una calculadora científica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

1. Isaac Newton va deduir que el quocient entre el període orbital al quadrat i el semieix major de l'òrbita al cub d'un planeta que orbita al voltant d'una estrella era

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G(M_{\text{estrella}} + M_{\text{planeta}})}.$$

- a) Descriu de manera breu i concisa per què aquesta expressió va servir per justificar la tercera llei de Kepler. 0.6 punts
- b) La massa de l'estrella  $\alpha$ -centauri B és  $M_B = 1.789 \times 10^{30}$  kg. Determinau el valor del quocient  $T^2/a^3$  per a un sistema planetari al voltant d'aquesta estrella. 0.4 punts
- c) Calculau el període orbital en anys d'un hipotètic planeta que orbitàs al voltant de l'estrella  $\alpha$ -centauri B amb una òrbita el·líptica amb el periastre a 0.45 ua i l'apoastre a 0.60 ua. 0.6 punts
- d) L'any 2012, l'Observatori Europeu Austral anuncià el descobriment d'un planeta que orbitava al voltant de l'estrella  $\alpha$ -centauri B. Es determinà que tenia una massa semblant a la de la Terra i que el seu període orbital era de 3.2357 dies. Calculau la longitud en unitats astronòmiques del semieix major de l'òrbita d'aquest planeta usant la tercera llei de Kepler. 0.4 punts
2. En dos vèrtexs d'un triangle equilàter de 8 cm de costat hi ha les càrregues elèctriques  $q_1$  i  $q_2$ .

- a) El camp elèctric  $\mathbf{E}_v$  creat per les càrregues  $q_1$  i  $q_2$  al punt A és perpendicular a la base del triangle i té una intensitat de 20.7 kN/C. Determinau el signe i el valor de les càrregues  $q_1$  i  $q_2$ . 0.7 punts
- b) Calculau la diferència de potencial  $V(B) - V(A)$  quan  $q_1 = 20$  nC i  $q_2 = 20$  nC. 0.7 punts

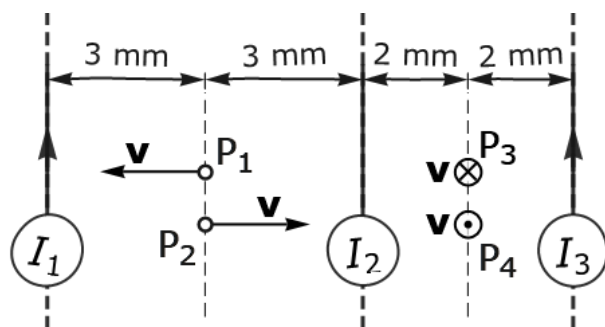


**Responen c1 o c2.**

**c1)** Determinau el valor i el signe de  $q_2$  quan  $q_1 = 18 \text{ nC}$  i el camp elèctric és nul al punt B. 0.6 punts

**c2)** Donada la càrrega  $q_1$ , determinau  $q_2/q_1$  quan el camp total al punt A creat per les dues càrregues és paral·lel a la base del triangle. 0.6 punts

- 3.** Tres fils conductors rectes, paral·lels entre si i molt llargs, estan situats en un pla com mostra la figura. Les intensitats dels corrents que porten els fils són, en valor absolut,  $I_1 = 9 \text{ A}$ ,  $I_2 = 7 \text{ A}$  i  $I_3 = 4 \text{ A}$ . Els sentits dels corrents  $I_1$  i  $I_3$  són cap a dalt. Determinau:



- a)** La intensitat, la direcció i el sentit de la força magnètica per unitat de longitud sobre el tercer fil a causa del primer. 0.7 punts
- b)** El mòdul de la intensitat  $I_2$  quan la força magnètica a causa dels corrents dels fils 1 i 3 sobre el segon fil és de  $0.7 \text{ mN/m}$ . 0.8 punts

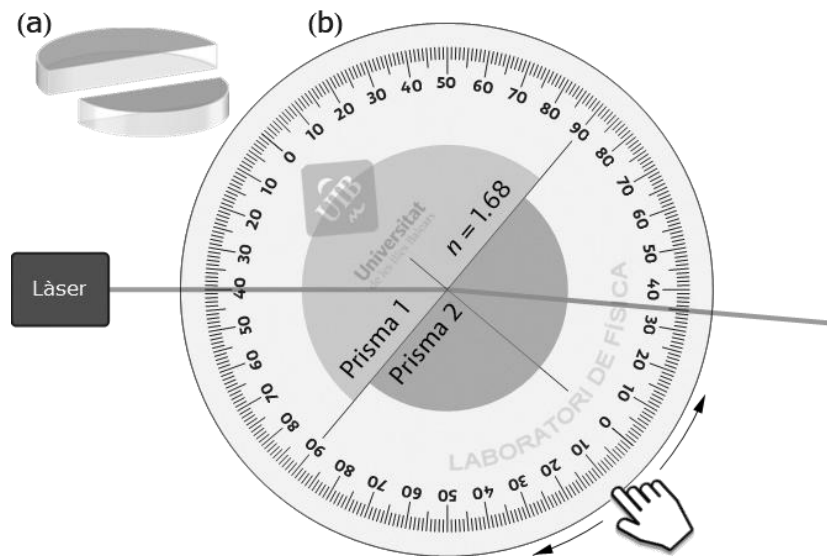
**Responen c1 o c2.**

**c1)** S'estableixen corrents de  $20 \text{ A}$  cap a dalt als tres fils. Quatre partícules amb càrregues elèctriques de  $36 \text{ nC}$  cada una passen pels punts  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  i  $P_4$  amb una velocitat de  $50 \text{ km/s}$  amb les direccions i els sentits que marquen les fletxes i els símbols de la figura. Determinau la intensitat, la direcció i el sentit de la força magnètica sobre cada partícula. 1 punt

**c2)** Cessen els corrents  $I_1$  i  $I_2$  i el corrent  $I_3$  és altern, de manera que el camp magnètic en mT al punt  $P_1$  val  $60 \cos(70 t + 0.8 \text{ rad})$  quan el temps es dona en segons.

- i) Calculau la força electromotriu a  $t = 0.1 \text{ s}$  que causaria un camp uniforme a l'espai amb aquesta intensitat en una espira circular de  $5 \text{ mm}$  de radi quan un diàmetre de l'espira és paral·lel al camp.
- ii) Repetiu el càlcul quan el diàmetre és perpendicular al camp. 1 punt

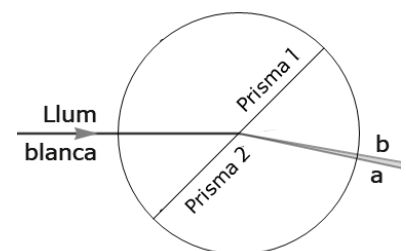
4. Dos prismes semicirculars de plàstic transparents distints (figura a) es col·loquen sobre una plataforma circular graduada amb les cares planes en contacte (figura b). La plataforma pot girar al voltant del centre perquè té un eix perpendicular per la part de baix. Un raig làser incideix perpendicularment a la cara circular del prisma 1, d'índex de refracció 1.68.



- a) Calculeu l'índex de refracció del plàstic del prisma 2 a partir de la trajectòria del raig mostrada a la figura. 0.7 punts
- b) Si l'índex de refracció del prisma 2 és 1.77, calculeu l'angle límit entre els dos prismes. Per quin prisma ha d'entrar el raig perquè es reflecteixi totalment a la cara plana? 0.7 punts

**Responen c1 o c2.**

- c1) El prisma 2 es canvia per un altre d'índex de refracció 1.55 i radi  $R$ . La llum del làser tarda el mateix temps a travessar aquest prisma que a travessar el prisma 1, que té un radi de 3.5 cm. Calculeu  $R$ . 0.6 punts
- c2) S'usen dos prismes sobre la plataforma amb els índexs de refracció  $n_1$  constant i  $n_2$  funció de la longitud d'ona de la llum. L'angle d'incidència d'un raig de llum blanca sobre la cara plana entre els prismes és de  $45^\circ$ . La llum visible es dispersa entre les línies  $a$  i  $b$ . El color vermell queda a la part  $a$  o  $b$  de la llum dispersada? L'espectre visible va de 400 nm a 700 nm. 0.6 punts



$$n_1 = 1.468$$

$$n_2(\lambda \text{ nm}) = 1.824 + 5200/\lambda^2$$

5. a) Es va descobrir un manuscrit amb símbols estranys que ningú no podia entendre. Alguns estudiosos consideraren que l'autor podria ser el filòsof i científic Roger Bacon, perquè havia fet estudis sobre l'alquímia, l'astrologia i diverses llengües. Bacon va morir al voltant de l'any 1292.

L'any 2009 es dataren per radiocarboni unes mostres del pergamí del manuscrit. Les mesures donaren entre 8275 i 8310 desintegracions per dia, i una mostra de la mateixa massa de pergamí actual donà 371 desintegracions per hora.

Determineu l'interval d'anys que proporciona el mètode del carboni-14 per a l'antiguitat del pergamí. Pot ser Roger Bacon l'autor del manuscrit?

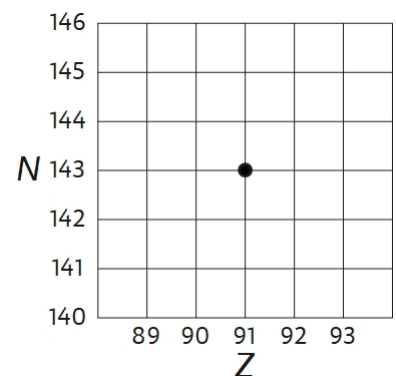
1 punt

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

**Responen b1 o b2.**

- b1)** Copiau el pla N-Z de la figura al full de resposta amb el punt central que representa un element radioactiu. Dibuixau les fletxes que representen una desintegració  $\beta^-$  seguida d'una desintegració  $\alpha$ .

0.5 punts



- b2)** La velocitat màxima dels electrons emesos per una placa d'un material pur és de 505 km/s quan s'il·lumina amb llum monocromàtica de 229 nm. Calculeu el treball d'extracció en eV del material de la placa. De quin material és la placa?

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 <sup>-2</sup>               |
| Tesla (T)   | kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup> |
| Volt (V)    | J A <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup>  |
| Weber (Wb)  | T m <sup>2</sup>                   |

| 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   |

