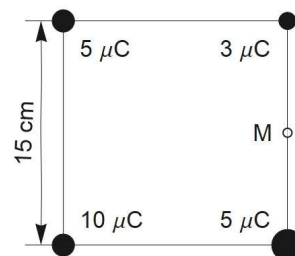


OPCIÓ A

- 1) Calcula la massa màxima d'un planeta de 5600 km de radi i sense atmosfera perquè una sonda llançada a 5,46 km/s des de la superfície s'allunyi indefinidament del planeta sense propulsió. (1,5 punts)

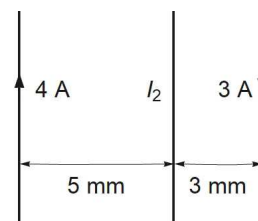
- 2) Amb les càrregues puntuals de la figura, calcula:

- a) El mòdul de la força que fa la càrrega de $10\ \mu\text{C}$ sobre la càrrega de $3\ \mu\text{C}$. (0,5 punts)
b) El vector força total sobre la càrrega de $3\ \mu\text{C}$ a causa de la interacció elèctrica amb les altres tres. Inclou un esquema de la força que fa cada càrrega individualment. (1 punt)
c) El potencial elèctric en el punt M a causa de les dues càrregues de $5\ \mu\text{C}$. (0,75 punts)



- 3) La figura representa tres fils conductors rectes, paral·lels i de longitud infinita.

- a) Suposant que el corrent I_2 va cap a baix, dibuixa els camps magnètics en la posició del fil central i la força sobre aquest fil a causa del corrent del fil que està a l'esquerra i a causa del fil que està a la dreta. (0,5 punts)
b) Determina el sentit i la intensitat del corrent I_2 perquè la força total per unitat de longitud sobre el fil central sigui d' $1,8\ \text{mN}$ per metre cap a la dreta. (0,75 punts)



- 4) Dues fonts, A i B, generen successivament sons que es propaguen per l'aire amb un front d'ona esfèric. El nivell llindar d'intensitat sonora és $I_0 = 10^{-12}\ \text{W/m}^2$. Calcula la intensitat sonora:

- a) A 12 m de la font A si el nivell d'intensitat sonora en aquesta posició és de 87 dB.
b) A 20 m de la font B si la intensitat sonora és de $2\ \text{mW/m}^2$ a 12 m de la font.
(a: 1 punt + b: 0,75 punts)

- 5) La imatge d'una finestra quadrada de $0,48\ \text{m}^2$ es projecta sobre una pantalla amb una lent prima col·locada a 1,5 m de la finestra. La imatge és real, invertida i de $0,03\ \text{m}^2$.

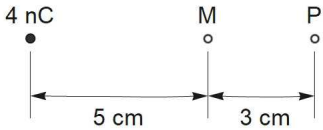
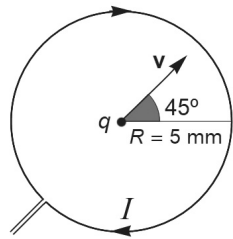
- a) Justifica amb aquesta informació, de manera breu i sense usar el resultat de l'aparat següent, si la lent és convergent o divergent. (0,5 punts)
b) Calcula la distància focal de la lent usada per formar la imatge. (1,5 punts)

- 6) a) Si l'activitat radioactiva d'una mostra decaigués de 1000 desintegracions per hora a 500 desintegracions per hora en 463 dies, i fos deguda a un únic element radioactiu, determina la vida mitjana en anys i calcula la constant de desintegració d'aquest element radioactiu. (0,75 punts)

- b) Calcula el nombre de protons i el nombre de neutrons del nucli ${}^{238}_{92}\text{U}$ després que hagi emès una partícula α . (0,5 punts)

OPCIÓ B

- 1) **a)** Ceres orbita el Sol amb un període de 1682 dies. Calcula quantes unitats astronòmiques té el semieix major de l'òrbita d'aquest planeta nan usant el període. (1 punt)
b) Si el semieix major de l'òrbita d'un altre planeta nan és de 39,24 ua i el periheli està a 29,67 ua del Sol, calcula la distància de l'afeli al Sol d'aquest altre planeta nan en unitats astronòmiques. Distància Terra-Sol = 1 ua = 149 597 870 700 m. (0,5 punts)

 - 2) **a)** Calcula el mòdul del treball per dur una partícula carregada amb $1,4 \mu\text{C}$ des del punt M de la figura, on el potencial és de 720 V, fins al punt P. (0,75 punts)
b) Calcula el valor de la càrrega puntual q que s'ha de posar en el punt P perquè el camp elèctric en el punt M a causa d'aquesta càrrega q i la càrrega de 4 nC sigui nul. (0,75 punts)
- 
-
- 3) **a)** Calcula la intensitat del camp magnètic en el centre d'una espira de 5 mm de radi amb un corrent de 8 A en el sentit que mostra la figura. Fes un esquema per mostrar el vector camp magnètic amb relació a l'espira. (1,25 punts)
b) Determina la direcció i el sentit de la força sobre una partícula de càrrega q negativa quan la partícula passi pel centre de l'espira amb una velocitat \mathbf{v} com mostra la figura adjunta. Escriu la llei usada i el seu nom. (0,75 punts)
- 
-
- 4) L'equació d'una ona mecànica transversal és $y(x, t) = 5 \cos(kx - 3 \text{ (rad/s)} t)$, on y s'ha d'expressar en centímetres, x en metres i t en segons. Calcula:
a) La velocitat de vibració màxima de les partícules que formen l'ona. (0,5 punts)
b) El nombre d'ona perquè la velocitat de propagació sigui quatre vegades la velocitat de vibració màxima. (1,25 punts)

 - 5) **a)** Fes un esquema amb els tres raigs principals que determinen la imatge d'una fletxa amb el peu sobre l'eix òptic, a 3 cm d'una lent de distància focal +50 mm. Es valorarà la claredat de l'esquema. (1,25 punts)
b) Calcula a quina distància de la lent convergent s'ha de posar la fletxa perquè la imatge sigui virtual i tres vegades més alta. (0,75 punts)

 - 6) **a)** La velocitat màxima dels electrons emesos per efecte fotoelèctric quan el càtode metàl·lic d'una cèl·lula fotoelèctrica s'il·lumina amb llum de 572 nm és $1,19 \times 10^5 \text{ m/s}$. Calcula el treball d'extracció del càtode metàl·lic d'aquesta cèl·lula en eV. (0,75 punts)
 $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$, $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$.
b) Escriu els noms de dos dels fets experimentals de gran interès que la física clàssica del segle XIX no podia explicar. (0,5 punts)

OPCIÓ A. Criteris específics de correcció:

A1

1 Escribe l'equació de conservació o equivalent (p. e. ja sense m o amb v aïllat).

0.5 Obté massa màxima = $1.251 \cdot 10^{24}$ kg.

0.5 Escribe r^2 en lloc de r a l'equació de l'energia i obté la massa màxima $7.00 \cdot 10^{30}$ kg

−0.2 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

Si escriu $+ G m M_p$, no puntua perquè després obtindrà $M_p < 0$ i pot veure que no està bé.

A2a

0.2 Escribe que $F = K q_1 q_2 / r^2$ o $F = 9 \cdot 10^9 q_1 q_2 / r^2$.

0.15 Identifica la distància $r = 0.15$ per arrel de 2 o escriu $r = 0.2121$ m.

0.15 Obté $F = 6$ N.

−0.1 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

A2b

0.2 Força a causa de la càrrega en el vèrtex superior esquerra = (6, 0). No fa falta posar N.

0.2 Força a causa de la càrrega en el vèrtex inferior esquerra = (6, 6) / $\sqrt{2}$. No fa falta posar N.

0.2 Força a causa de la càrrega en el vèrtex inferior dret = (0, 6). No fa falta posar N.

0.1 Força total = (10.24, 10.24) N

0.3 Esquema amb les tres forces amb la direcció i el sentit correcte.

−0.15 El resultat final s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

Si les forces a l'esquema estan en la direcció correcta però en sentit contrari, no puntua per l'esquema però pot puntuar en els altres apartats si obté els valors correctes canviats de signe.

A2c

0.25 Escribe que $V = K q / r$ o $V = 9 \cdot 10^9 q / r$.

0.25 Identifica que el potencial en el punt M és la suma de dos potencials.

0.25 Obté $V(M) = 868$ kV.

−0.15 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

A3a

0.25 La direcció i el sentit dels dos camps s'han donat correctament.

0.25 Les dues forces s'han dibuixat cap a la dreta.

A3b

0.25 Escribe que $F = \mu_0 I_1 I_2 / (2 \pi d)$.

0.25 Escribe que $F_1 + F_2 = 1.8$ mN o equivalent.

0.25 Obté $I = 5$ A, o ho deixa en funció de μ_0 .

0.15 Escribe, malament, que les forces es resten i les iguala a a 1.8 mN però obté la intensitat igual a 45 o −45 A.

−0.15 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

A4a

0.5 Escribe $87 = 10 \log(I / 10^{-12})$ o directamente $I = 10^{-12} 10^{8.7}$.

0.5 Obté $I = 0.501 \text{ mW} / \text{m}^2$.

–0.2 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

A4b

0.5 Escribe $4 \pi 20^2 I_2 = 4 \pi 12^2 0.002$ o equivalent (p. e. amb 4π simplificat).

0.25 Obté $I(20 \text{ m}) = 0.720 \text{ mW} / \text{m}^2$.

No penalitza si les unitats del resultat són incorrectes però són les mateixes que les de l'apartat 4a.

–0.15 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes diferents a les de l'apartat 4a.

A5a

0.5 La lent és convergent perquè la imatge és real (o perquè està invertida).

0.5 Una lent divergent crearia sempre una imatge virtual d'una finestra.

A5b

0.5 Identifica que l'augment transversal ha de valer –0.25 (independent del criteri de signes usat)

0.25 Amb el criteri DIN escriu l'augment $M_t = s' / s$.

0.25 Amb el criteri DIN escriu l'equació $1 / s' - 1 / s = 1 / f$.

0.5 Obté $f = + 300 \text{ mm}$ (no depèn del criteri de signes usat)

0.5 Obté $f = +0.088 \text{ m}$ perquè ha calculat l'augment sense haver calculat la longitud del costat.

–0.15 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

A6a

0.25 MÈTODE 1. Escribe $500 = 1000 \exp(-463 / \tau)$ o $500 = 1000 \exp(-\lambda 463)$

0.25 Obté $\tau = 1.83 \text{ a}$ o $\tau = 668 \text{ d}$ (a partir de l'equació o a partir de λ).

0.25 Obté $\lambda = 0.546 \text{ a}^{-1}$ o $\lambda = 0.00150 \text{ d}^{-1}$ (a partir de l'equació o a partir de τ).

0.25 MÈTODE 2. Escribe $T_{1/2} = 463 \text{ d}$.

0.25 Obté $\tau = 1.83 \text{ a}$ (a partir de la relació amb $T_{1/2}$ o amb λ)

0.25 Obté $\lambda = 0.546 \text{ a}^{-1}$ (a partir de $T_{1/2}$ o τ).

–0.05 No ha donat τ en anys com demana l'enunciat (p. e. dona $\tau = 668 \text{ d}$)

–0.15 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

MÈTODE 1. Pot ser que en lloc de 463 d ja posi 1.2685 anys (o 1.27 a) perquè el resultat es demana en anys.

A6b

0.1 La partícula α està formada per dos protons i dos neutrons o respon bé a Z i N.

0.2 Z = 90

0.2 N = 144.

OPCIÓ B. Criteris específics de correcció:

B1a

- 0.3 ESCRIU que $T^2 / a^3 = \text{constant}$ o equivalent.
- 0.3 Determina la constant amb el període i el semieix major de l'òrbita terrestre.
- 0.4 Obté $a = 2.769 \text{ ua}$.
- −0.2 ESCRIU el resultat en km en lloc d'ua.
- −0.2 ESCRIU el resultat correcte sense unitats.

B1b

- 0.3 ESCRIU que $r_p + r_a = 2a$.
- 0.2 Obté $r_a = 48.81 \text{ ua}$.
- −0.1 ESCRIU el resultat en km en lloc d'ua.
- −0.1 ESCRIU el resultat correcte sense unitats.

B2a

- 0.25 ESCRIU que $V = K q / r$ o $V = 9 \cdot 10^9 q / r$.
- 0.25 Identifica que $|W| = q (V(P) - V(M))$.
- 0.25 Obté $|W| = 0.378 \text{ mJ}$.
- −0.15 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

B2b

- 0.5 ESCRIU l'equació $K 4 \text{ nC} / (5 \text{ cm})^2 = K q / (3 \text{ cm})^2$ o equivalent.
- 0.25 Obté $q = 1.44 \text{ nC}$.
- −0.2 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

B3a

- 0.5 ESCRIU que $B = \mu_0 I / (2 R)$.
- 0.35 Obté $B = 1.0 \text{ mT}$, o ho deixa en funció de μ_0 .
- 0.4 L'esquema del camp amb relació a l'espira és correcte.
- −0.2 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

B3b

- 0.2 ESCRIU que usa la llei de Lorentz.
- 0.2 (1) ESCRIU la llei de Lorentz en forma vectorial $\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$.
- 0.15 Direcció correcte: \mathbf{F} sobre la línia en el pla de l'espira perpendicular a \mathbf{v} .
- 0.2 Sentit correcte: \mathbf{F} cap a la dreta i cap a baix.
- 0.2 Si (1) no puntua però escriu llei de Lorentz escalar i usa llei mà dreta per direcció i sentit de \mathbf{F} .
- −0.15 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

B4a

0.25 (1) Escribe que $v_{y,m\grave{a}x} = A \omega$.

0.25 Determina $v_{y,m\grave{a}x} = 15 \text{ cm/s}$.

0.25 Si (1) no puntua, però escriu que $v_y = (dy/dt)$ i identifica el coeficient del sinus com a $v_{y,m\grave{a}x}$.

–0.15 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.

B4b

0.5 Escribe que la velocitat de propagació és λ/T o ω/k .

0.5 Escribe l'equació $v_p = 4 v_{y,m\grave{a}x}$.

0.25 Obté $k = 0.05 \text{ cm}^{-1}$ o 5 m^{-1} ...

0.25 ...o obté k correcte d'acord amb el valor de $v_{y,m\grave{a}x}$ que hagi obtingut a l'apartat 4a.

0.25 Ha escrit (incorrectament) $v_{y,m\grave{a}x} = 4 v_p$ i obté $k = 0.8 \text{ cm}^{-1}$ o $k = 80 \text{ m}^{-1}$.

–0.1 Escribe les unitat de k en cm o m.

–0.15 Escribe k sense unitats o amb altres unitats incorrectes.

B5a

0.15 L'objecte està col·locat entre el punt focal objecte i la lent a l'esquema.

0.25 Es dibuixa bé la trajectòria del raig que arriba a la lent paral·lel a l'eix.

0.25 Es dibuixa bé la trajectòria del raig que passa pel focus objecte,

0.25 Es dibuixa bé la trajectòria del raig que passa pel centre de la lent.

0.2 Es dibuixen les prolongacions dels raigs cap endarrere per fixar l'extrem de la imatge

0.15 Es distingeixen els raigs de les prolongacions.

B5b

0.15 Identifica que l'augment transversal és positiu i igual a +3.

0.2 Amb el criteri DIN escriu $M_t = s'/s$.

0.2 Amb el criteri DIN escriu $1/s' - 1/s = 1/f$.

0.2 Amb el criteri DIN obté $s = -3.33 \text{ cm}$ o equivalent en mm o m.

0.5 No escriu criteri o és diferent a DIN però el resultat és correcte...

0.25 ...i interpreta el signe obtingut.

–0.15 Escribe s sense unitats o amb una unitat que no és de longitud.

B6a

0.75 Tot bé. Càlcul i resultat correcte amb $W = 2.13 \text{ eV}$.

0.25 Obté que $E_{c,m\grave{a}x} = 6.45 \cdot 10^{-21} \text{ J} = 0.040 \text{ eV}$.

0.25 Escribe que $E_{c,m\grave{a}x} = h f - W$ o $E_{c,m\grave{a}x} = h c / \lambda - W$.

0.1 Usa $c = 300000 \text{ km/s}$.

–0.1 El resultat s'ha deixat en joules.

–0.15 El resultat s'ha donat sense unitats o amb unitats incorrectes.



B6b

0.25 Si escriu un fet experimental correcte.

0.50 Si escriu dos fets experimentals correctes.

Fets experimentals: Efecte fotoelèctric, experiment de Michelson i Morley, radiació del cos negre, discontinuïtat dels espectres atòmics.

OPCIÓ A

1

Dades $R_p = 5600 \text{ km}$, $v_0 = 5.46 \text{ km/s}$.

a) La sonda s'allunya indefinidament d'un planeta si $v(r \rightarrow \infty) \geq 0$. La massa màxima del planeta s'obtindrà imposant que l'energia mecànica de la sonda ha de ser zero a l'infinit. L'equació de conservació de l'energia dona

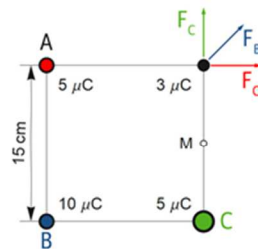
$$\frac{1}{2} m_s v^2 - G \frac{m_s M_p}{r} = 0 \rightarrow M_p = 1.251 \times 10^{24} \text{ kg}$$

2

a) La distància r de la càrrega de $3 \mu\text{C}$ a la càrrega de $10 \mu\text{C}$ és la longitud de la diagonal del quadrat: $r = 0.15 \sqrt{2} \text{ m}$. Llavors, el mòdul de la força val

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N m}^2}{\text{C}^2} \frac{(10 \cdot 10^{-6} \text{ C})(3 \cdot 10^{-6} \text{ C})}{(0.15 \sqrt{2} \text{ m})^2} \rightarrow F = 6 \text{ N}$$

b) Les fletxes de la figura representen les forces de les càrregues A, B i C sobre la càrrega de $3 \mu\text{C}$. Amb la llei de Coulomb es troba que els mòduls de les tres forces són iguals a 6 N. Llavors, la força total és la suma vectorial següent:



$$\mathbf{F}_T = (6, 0) + 6 \left(\frac{1}{\sqrt{2}}, \frac{1}{\sqrt{2}} \right) + (0, 6)$$

$$\mathbf{F}_T = (10.24, 10.24) \text{ N}$$

c) El potencial elèctric d'una càrrega puntual és Kq/r .

El potencial en el punt M a causa de les dues càrregues de $5 \mu\text{C}$ és

$$V = 9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \left(\frac{1}{0.075} + \frac{1}{\sqrt{0.075^2 + 0.15^2}} \right) \rightarrow V(M) = 868 \text{ kV}$$

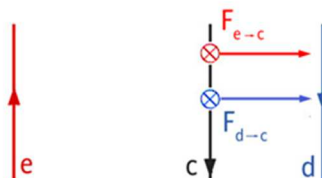
3

a) D'acord amb la regla de la mà dreta, el sentit dels camps magnètics creats pels fils laterals en la posició del fil central és perpendicular al pla del dibuix cap a dins.

L'enunciat indica que el corrent en el fil central va cap a baix. Llavors:

Els corrents en els fils esquerre (vermell en el dibuix) i central (negre) tenen sentits contraris i la força és repulsiva: La força va cap a la dreta.

Els corrents en els fils central (negre) i dret (blau) tenen sentits iguals i la força és atractiva. La força va cap a la dreta.



b) D'acord amb l'apartat anterior, el corrent en el fil central ha d'anar cap a baix i la intensitat ha de complir aquesta equació:

$$\mu_0 \frac{4 I_{\text{centr}}}{2 \pi 5 \cdot 10^{-3}} + \mu_0 \frac{I_{\text{centr}} 3}{2 \pi 3 \cdot 10^{-3}} = 1.8 \cdot 10^{-3} \text{ N} \rightarrow I_{\text{centr}} = 5 \text{ A}$$

4

a) A 12 m de la font, el nivell d'intensitat sonora és de 87 dB. S'aplica la definició de la intensitat en decibels i es troba

$$87 \text{ dB} = 10 \log \frac{I}{10^{-12}} \rightarrow I = 0.501 \text{ mW/m}^2$$

b) El producte de $4\pi r^2$ per la intensitat sonora a la distància r es manté constant en un front d'ona esfèric, llavors

$$4 \pi 20^2 I_{20} = 4 \pi 12^2 (2 \cdot 10^{-3}) \rightarrow I(20 \text{ m}) = 0.720 \text{ mW/m}^2$$

5

a) La lent és convergent perquè la imatge és real. Una lent divergent crearia sempre una imatge virtual d'una finestra.

b) S'usa el criteri DIN.

Dades: Àrea finestra = 0.48 m^2 , àrea imatge (real i invertida) = 0.03 m^2 , $s = -1.5 \text{ m}$.

L'augment transversal i l'equació de Descartes donen

$$\frac{s'}{1.5} = -\frac{\sqrt{0.03}}{\sqrt{0.48}}, \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{-1.5} = \frac{1}{f} \rightarrow s' = 0.375 \text{ m} \quad f = +0.3 \text{ m} = +300 \text{ mm}$$

6

a) Dades: $A_0 = 1000 \text{ des/h}$, $A(463 \text{ d}) = 500 \text{ des/h}$.

Mètode de resolució 1

A partir de la llei de desintegració

$$500 \frac{\text{des}}{\text{h}} = 1000 \frac{\text{des}}{\text{h}} \exp\left(-\frac{463 \text{ d}}{\tau}\right) \rightarrow \tau = 668 \text{ d} = 1.83 \text{ a}$$

$$\lambda = \frac{1}{\tau} \rightarrow \lambda = 0.00150 \text{ d}^{-1} = 0.546 \text{ a}^{-1}$$

Mètode de resolució 2

Com que l'activitat d'una mostra es redueix a la meitat en un temps igual a la semivida, les dades donen directament $T_{1/2} = 463 \text{ d}$.

Llavors

$$\tau = \frac{T_{1/2}}{\ln(2)} \rightarrow \tau = 668 \text{ d} = 1.83 \text{ a}$$

$$\lambda = \frac{1}{\tau} \rightarrow \lambda = 0.00150 \text{ d}^{-1} = 0.546 \text{ a}^{-1}$$

b) L'isòtop ${}^{238}_{92}\text{U}$ té $Z = 92$ protons i $N = 146$ neutrons.

La partícula alfa està formada per dos protons i dos neutrons. El nucli que queda té

$$Z = 90, N = 144$$

OPCIÓ B
1
a) Dades: $T_{\text{Ceres}} = 1682 \text{ d.}$

El semieix major de l'òrbita de Ceres es determina a partir del període amb la tercera llei de Kepler

$$\frac{T_{\text{Ceres}}^2}{a_{\text{Ceres}}^3} = \frac{T_{\text{Terra}}^2}{a_{\text{Terra}}^3} = \frac{(365 \text{ d})^2}{(1 \text{ ua})^3} \rightarrow a_{\text{Ceres}} = 2.769 \text{ ua}$$

b) Dades: $a = 39.24 \text{ ua}$, $r_p = 29.67 \text{ ua}$.

La distància del periheli al Sol més la distància de l'afeli és igual a dues vegades el semieix major:

$$r_p + r_a = 2a \rightarrow r_a = 48.81 \text{ ua}$$

2
a) Dada: $V(M) = 720 \text{ V.}$

El potencial electrostàtic en el punt P a causa de la càrrega d' 1.4 nC és

$$V(P) = 9 \cdot 10^9 \frac{4 \cdot 10^{-9}}{0.08} = 450 \text{ V.}$$

El mòdul del treball per dur una càrrega d' $1.4 \mu\text{C}$ del punt M al punt P val

$$|W| = 1.4 \cdot 10^{-6} (720 - 450) \rightarrow |W| = 0.378 \text{ mJ}$$

b) Perquè el camp electrostàtic s'anul·li en el punt M:

$$K \frac{4 \text{ nC}}{(5 \text{ cm})^2} = K \frac{q}{(3 \text{ cm})^2} \rightarrow q = 1.44 \text{ nC}$$

3

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

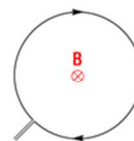
a) El camp magnètic en el centre de l'espira és perpendicular al pla del dibuix.

El sentit del camp magnètic és cap a dins d'acord amb la regla de la mà dreta.

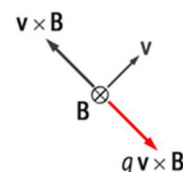
El mòdul del camp magnètic és:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R} = \frac{\mu_0 (8 \text{ A})}{2(5 \cdot 10^{-3} \text{ m})}$$

$$B = 1.0 \text{ mT}$$


b) El camp magnètic en el centre de l'espira és perpendicular al pla del dibuix.

La direcció i el sentit de la força magnètica es determina amb la regla de la mà dreta i el signe de la càrrega (negatiu en aquest exercici).



4

a) $y = 5 \cos(kx - 3t)$

La velocitat de vibració és $v_y = (dy/dt)$. La velocitat de vibració màxima és igual a

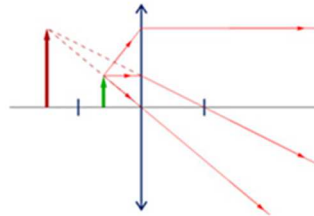
$$v_{y,\max} = A \omega = 5 \text{ cm } 3 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \rightarrow v_{y,\max} = 15 \text{ cm/s}$$

b) La velocitat de propagació de l'ona és $v_p = \omega/k = (3 \text{ rad/s})/k$. Llavors,

$$v_p = 4 v_{y,\max} \rightarrow \frac{\omega}{k} = 4 \times 15 \frac{\text{cm}}{\text{s}} \rightarrow k = 0.05 \text{ cm}^{-1} = 5 \text{ m}^{-1}$$

5

a) Objecte = fletxa verda. Imatge = fletxa vermella.



b) S'usa el criteri DIN. Dades: $f = +50 \text{ mm}$, $M_T = 3$.

$$\frac{s'}{s} = 3, \quad \frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{50 \text{ mm}} \rightarrow s = -3.33 \text{ cm}$$

6

a) Dades: $\lambda = 572 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, $v_{\max} = 1.19 \cdot 10^5 \text{ m/s}$, $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

L'energia cinètica màxima dels electrons és

$$E_{c,\max} = \frac{1}{2} m_e v^2 \rightarrow E_{c,\max} = 2.13 \text{ eV}$$

El treball d'extracció W s'obté per la relació

$$E_{c,\max} = hf - W = h \frac{c}{\lambda} - W \rightarrow W = 3.413 \cdot 10^{-19} \text{ J} \rightarrow W = 2.13 \text{ eV}$$

b) S'han d'escriure dos dels fets experimentals següents: L'efecte fotoelèctric, l'experiment de Michelson i Morley, la radiació del cos negre i la discontinuïtat dels espectres atòmics.