



Prova d'accés a la Universitat (2010)

Física

Solucions

Model 1

OPCIÓ A

1

- 1) La radiació del cos negre,
- 2) l'experiment de Michelson i Morley,
- 3) l'efecte fotoelèctric i
- 4) la discontinuïtat dels espectres atòmics

2

Calculam el pes de la massa i la càrrega de la partícula

$$\text{Pes} = (2 \mu\text{g}) \times (9.8 \text{ m s}^{-2}) = 196 \mu\text{N}$$

$$q = 5 \times (-1.6 \times 10^{-19}) \text{ C} = -8 \times 10^{-19} \text{ C}$$

i igualam la força elèctrica al pes:

$$|qE| = \text{Pes} \Rightarrow E = \frac{\text{Pes}}{q} = \frac{19.6 \times 10^{-6} \text{ N}}{8 \times 10^{-19} \text{ C}}$$

La força sobre una càrrega és $F = qE$ i, com que la càrrega és negativa, el camp ha de tenir la mateixa direcció i el mateix sentit que el pes perquè pugui anul·lar-lo.

$$E = 2.45 \times 10^{10} \text{ N C}^{-1} \text{ en la direcció i el sentit del pes}$$

3

a)

La relació $T =$

$$2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \text{ amb } m = 0.144 \text{ kg i } T = 1/1.5 \text{ s dóna}$$

$$k = 12.79 \text{ N/m}$$

b)

Usant la constant k obtinguda i el període $T = 2/1.5 \text{ s}$ dins la mateixa relació

$T = 2\pi \sqrt{m/k}$ s'obté la massa demanada.

$$m = 0.576 \text{ kg}$$

Sabem que $\lambda_{\text{vermell}} > \lambda_{\text{blau}}$. Llavors, amb el que diu l'enunciat, veiem que

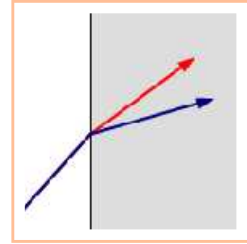
$$n_{\text{vermell}} < n_{\text{blau}}.$$

Per a un angle d'incidència θ , la llei de Snell ens dona les relacions

$$1 \sin \theta = n_{\text{blau}} \sin \theta_{\text{blau}}$$

$$1 \sin \theta = n_{\text{vermell}} \sin \theta_{\text{vermell}}$$

Com que el terme de l'esquerra és el mateix i $n_{\text{vermell}} < n_{\text{blau}}$, ha de ser $\sin \theta_{\text{vermell}} > \sin \theta_{\text{blau}}$ i $\theta_{\text{vermell}} > \theta_{\text{blau}}$. El raig vermell està més enfora de la normal. Per tant, el raig vermell va per la part superior:



Apartat a)

La igualació de la massa del satèl·lit per l'acceleració normal i la força gravitatòria sobre el satèl·lit permet aïllar la velocitat:

$$r_{\text{orbita}} = (6\,380\,000 + 1\,250\,000) m$$

$$\frac{m v^2}{(R_T + h)} = G \frac{m M_{\text{Terra}}}{(R_T + h)^2} \Rightarrow v = \sqrt{G \frac{M_{\text{Terra}}}{(R_T + h)}}$$

$$v = \sqrt{6.67 \times 10^{-11} \frac{5.97 \times 10^{24}}{r_{\text{orbita}}}} = 7224 \frac{m}{s} \rightarrow v = 26\,000 \frac{\text{km}}{h}$$

Apartat b)

L'energia mecànica total del satèl·lit és la suma de l'energia cinètica i l'energia potencial:

$$r = R_T + h$$

$$E = \frac{1}{2} m v^2 - G \frac{M_T m}{r} = -1.305 \times 10^{10} \text{ J}$$

El càlcul també es pot fer sabent que l'energia total és la meitat de l'energia potencial:

$$E = \frac{1}{2} E_p = -\frac{1}{2} G \frac{M_T m}{r} = -1.305 \times 10^{10} \text{ J} \rightarrow E = -1.305 \times 10^{10} \text{ J}$$

Apartat c)

De la relació entre l'acceleració normal i la força d'atracció gravitatòria es pot aïllar la massa del planeta

$$r = r_{\text{orbita}}$$

$$m \frac{v^2}{r} =$$

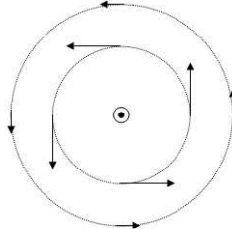
$$G \frac{M_{\text{Mart}} m}{r^2} \rightarrow M_{\text{Mart}} = \frac{r v^2}{G} = \frac{7\,630\,000 \times 2370^2}{6.67 \times 10^{-11}} \rightarrow M_{\text{Mart}} = 6.4 \times 10^{23} \text{ kg}$$

Apartat a)

El mòdul del camp magnètic en un punt de l'espai a una distància r d'un fil recte amb corrent I es calcula amb l'expressió

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

La figura següent il·lustra les característiques del camp d'un corrent rectilini.

**Apartat b)**

Si els fils s'atreuen, els corrents tenen el mateix sentit.

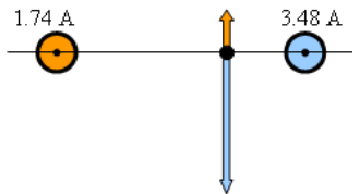
La força d'atracció per unitat de longitud entre els fils separats una distància d és

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d} \rightarrow \text{amb } I_2 = 2 I_1 \text{ dóna } I_1 = \sqrt{\frac{\pi d F}{\mu_0}} = 1.74 \text{ A}$$

Els corrents tenen el mateix sentit. $I_1 = 1.74 \text{ A} = 1740 \text{ mA}$

Apartat c)

El camp generat per cada fil és el mostrat a la figura. Els camps van en sentits contraris. La distància d'un fil al punt indicat és 0.002 m i la de l'altra és 0.001 m:



$$B = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi \cdot 0.002} - \frac{\mu_0 I_2}{2\pi \cdot 0.001} = -0.000522 \text{ T}$$

$B = 0.52 \text{ mT}$ en el sentit de la fletxa blava



Prova d'accés a la Universitat (2010)

Física

Solucions

Model 1

OPCIÓ B

1

L'activitat d'una mostra radioactiva és

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

Aïllant la constant de desintegració i usant les dades del problema, resulta

$$\lambda = -\frac{1}{t} \ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = -\frac{1}{7 \text{ dies}} \ln\left(\frac{1.23 \times 10^8 \text{ Bq}}{4.32 \times 10^8 \text{ Bq}}\right) = 0.1795 \text{ dies}^{-1}.$$

L'activitat que té la mostra ara, quan han passat dues setmanes, és

$$A(14 \text{ dies}) =$$

$$4.32 \times 10^8 \text{ Bq} \exp(-0.1795 \times 14) = 3.50 \times 10^7 \text{ Bq}. \quad A(\text{avui}) = 3.50 \times 10^7 \text{ Bq}$$

2

Tenim

$$(1) M_{\text{Terra}} \omega^2 R = G \frac{M_{\text{Sol}} M_{\text{Terra}}}{R^2} \quad \text{amb} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

on T és el període i R és el radi de l'òrbita, d'on es pot aïllar la massa del Sol:

$$(2) M_{\text{Sol}} = \frac{4\pi^2 R^3}{G T^2}$$

Usant els valors numèrics i la constant $G = 6.7 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$, que sabem,

$$M_{\text{Sol}} = \frac{4\pi^2 (150 \times 10^6 \times 10^3)^3}{6.7 \times 10^{-11} (8766 \times 3600)^2} = 2.0 \times 10^{30} \text{ kg} \rightarrow M_{\text{Sol}} = 2.0 \times 10^{30} \text{ kg}$$

3

Resoldrem l'exercici calculant les mides de les imatges amb les equacions de Descartes i de l'augment transversal:

$$\frac{1}{q} + \frac{1}{p} = \frac{2}{R}; \quad M_T = -\frac{q}{p}$$

En el cas $R = 70 \text{ cm}$: $q = 24.35 \text{ cm}$ i $h' = 0.15 \text{ cm}$
En el cas $R = -70 \text{ cm}$: $q = -62.22 \text{ cm}$ i $h' = -0.39 \text{ cm}$
La imatge formada pel mirall de -70 cm és més gran.

Les partícules carregades segueixen trajectòries circulars dins un camp magnètic uniforme perpendicular. L'acceleració normal la produeix la força de Lorentz. Es té:

$$\frac{v^2}{R} = \frac{1}{m} (q v B) \rightarrow R = \frac{m v}{q B}$$

La velocitat és proporcional al radi de la trajectòria. Per tant, si la massa de les partícules és la mateixa i les càrregues són iguals en valor absolut:

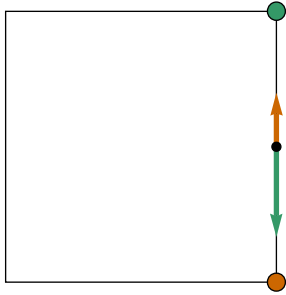
La partícula més ràpida és la número 1; la més lenta és la 3

La força de Lorentz és $\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$. Amb la velocitat i el camp indicats a la figura, el producte vectorial dóna una força cap a l'esquerra sobre una càrrega positiva. Llavors, els signes són:

2 i 3: positives; 1: negativa

Apartat a

Prenem la direcció cap amunt positiva. El camp generat per cada càrrega es mostra a la figura.



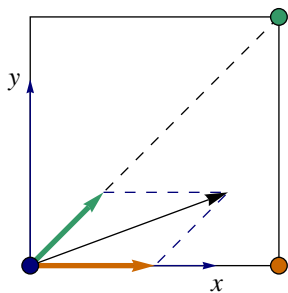
$$E_1 = -K \frac{Q_1}{(d/2)^2} = 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-9}}{1.5^2} = -20 \text{ N C}^{-1}.$$

$$E_2 = -K \frac{Q_2}{(d/2)^2} = 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-9}}{1.5^2} = 12 \text{ N C}^{-1}.$$

$$E_T = E_1 + E_2 = (0, -8) \text{ N C}^{-1}$$

Apartat b

La direcció de les forces que actuen sobre la partícula es mostren a la figura amb els eixos de coordenades, que es faran servir per definir les components de les forces:



$$\mathbf{F}_1 = \left| K \frac{Q_1 q}{r^2} \right| (\cos 45^\circ, \sin 45^\circ) =$$

$$= \left| 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-9} \times (-2)}{(\sqrt{2} \cdot 3)^2} \right| \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \left(\frac{5}{\sqrt{2}}, \frac{5}{\sqrt{2}} \right) \text{ N} = (3.54, 3.54) \text{ N}$$

$$\mathbf{F}_2 = \left| K \frac{Q_2 q}{r^2} \right| (1, 0) = \left| 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-9} \times (-2)}{3^2} \right| (1, 0) = (6, 0) \text{ N}$$

$$\mathbf{F}_T = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = (9.54, 3.54) \text{ N}$$

$$F_T = 10.12 \text{ N}$$

Apartat c

Aplicam el principi de conservació de l'energia

$$\frac{1}{2} m v^2 + K \frac{Q_1 q}{d/2} + K \frac{Q_2 q}{d/2} = \frac{1}{2} m v_0^2 + K \frac{Q_1 q}{\sqrt{2} d} + K \frac{Q_2 q}{d}$$

Usant els valors numèrics

$$\frac{1}{2} 0.02 v^2 + 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-9} \times (-2)}{1.5} + 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-9} \times (-2)}{1.5} =$$
$$\frac{1}{2} 0.02 \times 8.24^2 + 9 \times 10^9 \frac{5 \times 10^{-9} \times (-2)}{\sqrt{2} 3} + 9 \times 10^9 \frac{3 \times 10^{-9} \times (-2)}{3}$$

Simplificant i aïllant la velocitat, s'obté el resultat que demana l'enunciat:

$$0.01 v^2 - 96 = -38.53 \rightarrow v = 75.8 \text{ m/s}$$

6

a)

La posició demanada està a una distància igual a la longitud d'ona.

$$y(x, t) = A \sin 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} \pm \frac{t}{T} \right) \rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} = 1.2 \rightarrow \lambda = 5.24 \text{ m} \rightarrow x = 5.24 \text{ m}$$

b)

El primer temps en què y val zero a $x = 1$ és:

$$y(1, t) = 0.02 \cos (1.2 + 2.4 t) = 0 \rightarrow 1.2 + 2.4 t = \pi/2 \rightarrow t = 0.154 \text{ s}$$

El període és

$$\frac{2\pi}{T} = 2.4 \rightarrow T = 2.618 \text{ s}$$

$$t_1 = 0.154 \text{ s}, t_2 = t_1 + (T/2) = 1.463 \text{ s}$$

c)

$$y(x, t) = 0.02 \cos (1.2 x + 2.4 t)$$

$$y'(x, t) = -0.02 \times 2.4 \sin (1.2 x + 2.4 t)$$

La velocitat amb mòdul serà màxima quan el sinus valgui 1. El primer instant en que això passa a $x = 0.5$ serà quan

$$1.2 \times 0.5 + 2.4 t = \pi/2,$$

Llavors :

$$t = 0.40 \text{ s}$$

Física

criteris

Model 1

OPCIÓ A

1

- Per cada fet experimental correcte: +0,25 punts.
 - Per cada teoria, llei o model esmentat en lloc d'un fet experimental: –0, 25 punts.
 - Per cada fet experimental incorrecte: –0, 25 punts.
- Esmentar l'efecte Compton és una resposta incorrecte, però no restarà punts.
Si la resposta s'exten explicant un fet de manera incorrecte, el fet no sumarà punts.

2

- Si es calcula el pes: +0.2 punts
- Si es planteja $E = \text{Pes} / q$: +0.3 punts
- Si s'obté $E = 2.45 \times 10^{13} \text{ N C}^{-1}$: +0.3 punts
- Si s'indica la direcció i sentit del camp: +0.2 punts
- Si falten les unitats d'algun resultat o són incorrectes: –0.2 punts

3

a)

- Si s'escriu $T = 2\pi \sqrt{m/k}$ o equivalent: +0.2 punts
- Si es dóna $k = 12.79 \text{ N/m}$: +0.3 punts
- Si falten les unitats de k o són incorrectes: –0.1 punt

b)

- Si es dóna $m = 0.576 \text{ kg}$: +0.5 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: –0.1 punt

4

- Si s'identifica que $n_{\text{vermell}} < n_{\text{blau}}$: +0.2 punts
- Si s'escriu la llei de Snell: +0.2 punts
- Si s'obté $\theta_{\text{vermell}} > \theta_{\text{blau}}$: +0.3 punts
- Si s'escriu que el raig vermell va per damunt: +0.3 punts

Si s'ha identificat incorrectament $n_{\text{vermell}} > n_{\text{blau}}$:

- Si s'escriu la llei de Snell: +0.2 punts
- Si s'obté $\theta_{\text{blau}} > \theta_{\text{vermell}}$: +0.3 punts
- Si s'escriu que el raig blau va per damunt: +0.3 punts

Si la llei de Snell no s'escriu explícitament, hi ha d'haver una explicació clara i correcte de perquè $\theta_{\text{vermell}} > \theta_{\text{blau}}$ (o, si s'han equivocat amb la relació entre els índex de refracció, de perquè dedueixen $\theta_{\text{blau}} > \theta_{\text{vermell}}$).

5

a)

- Si es planteja la igualació de l'acceleració amb la força o escriuen $v = \sqrt{GM/R}$: +0.3 punts
- Si s'obté $v = 26\,000$ km/h: +0.7 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts
- Si el resultat es deixa en m/s: -0.2 punt

b)

- Si s'escriu l'expressió de l'energia mecànica: +0.3 punts
- Si s'obté $E = -1.305 \times 10^{10}$ J: +0.7 punts
- Si s'obté erròniament $E = +1.305 \times 10^{10}$ J: +0.3 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

c)

- Si s'escriu l'expressió que dona la massa de Mart: +0.5 punts
- Si s'obté $M_{\text{Mart}} = 6.4 \times 10^{23}$ kg: +0.5 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

6

a)

- Si s'escriu $B = \mu_0 I / (2 \pi r)$: +0.5 punts
- Si els vectors que representen el camp són correctes: +0.5 punts
(La mida dels vectors en funció de r no es demana explícitament i no es tindrà en compte).

b)

- Si s'escriu l'expressió que dona la força: +0.3 punts;
- Si s'obté $I_1 = 1.74$ A: +0.4 punts
- Si es diu que els corrents tenen el mateix sentit perquè els fils s'atreuen: +0.3 punts
- Si falten les unitats de la intensitat o són incorrectes: -0.2 punts

c)

- Si s'indica que els camps es resten: +0.4 punts
- Si es troba $B = 0.52$ mT: +0.6 punts
- Si falten les unitats del camp o són incorrectes: -0.2 punts



Prova d'accés a la Universitat (2010)

Física

Criteris

Model 1

OPCIÓ B

1

- Si s'escriu $A(t) = A_0 \exp(-\lambda t)$ o equivalent: +0.3 punts
- Si es planteja l'equació per trobar λ : +0.3 punts
- Si es troba $A = 3.50 \times 10^7$ Bq: +0.4 punts

2

- Si es planteja (1) o s'escriu (2) (vegeu document de les solucions): +0,5 punts.
- Si s'obté $M_{\text{Sol}} = 2.0 \times 10^{30}$ kg: +0.5 punts.
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

3

a)

- Si amb el mirall de 70 cm es troba $h' = 0.15$ cm: +0.4 punts
 - Si amb el mirall de -70 cm es troba $h' = -0.39$ cm: +0.4 punts
 - Si s'indica que la imatge formada pel mirall de -70 cm és més gran: +0.2 punts
- En cas que es facin diagrames de raigs:
- Per a cada diagrama correcte per trobar la imatge: +0.4 punts
 - Si s'indica que la imatge formada pel mirall de -70 cm és més gran: +0.2 punts

4

- Si es justifica que la partícula més ràpida és la 1 i la més lenta la 3: +0.5 punts
- Si es justifica que les partícules 2 i 3 són positives i la 1 és negativa: +0.5 punts

5

a)

- Si es planteja la suma dels camps: +0.2 punts
- Si hi ha un diagrama o es calculen els camps amb components: +0.4 punts
- Si s'obté $E_T = E_1 + E_2 = (0, -8) \text{ N C}^{-1}$: +0.4 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

b)

- Si hi ha un diagrama o es calculen les forces amb components: +0.4 punts
- Si s'obté $\mathbf{F}_T = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = (9.54, 3.54) \text{ N}$: +0.3 punts
- Si s'obté $F_T = 10.12 \text{ N}$: +0.3 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

c)

- Si s'esmenta que el problema es pot resoldre per conservació de l'energia: +0.2 punts
- Si s'escriu l'equació de la conservació de l'energia: +0.4 punts
- Si s'obté $v = 75.8 \text{ m/s}$: +0.4 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

6

a)

- Si s'identifica que el punt està a una longitud d'ona: +0.5 punts
- Si s'identifica $\lambda = 5.24 \text{ m}$: +0.3 punts
- Si es presenta el resultat $x = 5.24 \text{ m}$: +0.2 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

b)

- Si es planteja l'equació $\cos(1.2 + 2.4 t) = 0$: +0.4 punts
- Si s'obté el primer temps $t = 0.154 \text{ s}$: +0.3 punts
- Si es donen els dos temps sumant mig període: +0.3 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

c)

- Si es calcula y' correctament o s'aplica que la velocitat és màxima quan $y = 0$: +0.4 punts
- Si es planteja l'equació amb l'argument igual a $\pi/2$: +0.4 punt
- Si es resol correctament $t = 0.40 \text{ s}$: +0.2 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts