



## **Proves d'accés a la Universitat. Curs 2008-2009**

---

### **Física**

#### **Sèrie 4**

---

Feu el problema P1 i responeu a les qüestions Q1 i Q2. A continuació, escolliu UNA de les opcions (A o B): feu el problema P2 i responeu a les qüestions Q3 i Q4 de l'opció escollida. Totes les respostes s'han de raonar i justificar.

Cada problema val 3 punts (1 punt per cada apartat). Les qüestions Q1 i Q2 valen 1 punt cadascuna.

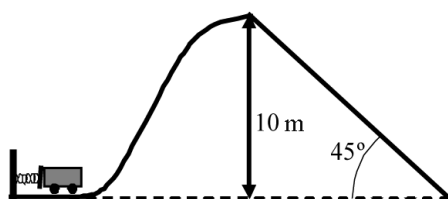
Cada qüestió de l'opció A val 1 punt.

Les qüestions de l'opció B puntuen entre totes dues un màxim de 2 punts. Cada qüestió de l'opció B consta de dues preguntes d'elecció múltiple que tenen només una resposta correcta. Respondre encertadament es valorarà amb 0,50 punts; cada resposta en blanc, amb 0 punts, i per cada resposta errònia es descomptaran 0,25 punts. En tot cas, la nota mínima conjunta de les qüestions de l'opció B no serà inferior a 0 punts.

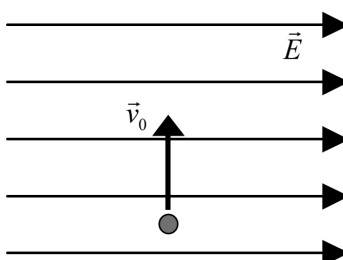
Podeu utilitzar la calculadora científica per al càlcul de funcions exponencials, logarítmiques, trigonomètriques i especials, així com per a efectuar càlculs estadístics. No es poden fer servir, però, calculadores o altres aparells que portin informació emmagatzemada o que puguin transmetre o rebre informació.

---

- P1)** Una atracció de fira consisteix en una vagoneta que, a partir del repòs, és impulsada una distància de 100 cm per un ressort horitzontal inicialment comprimit. La vagoneta puja fins a una altura de 10 m i a partir d'aquí baixa per un pla inclinat  $45^\circ$  en què una força de fricció constant fa que s'aturi just quan arriba a l'altura zero. La vagoneta té una massa total de 1000 kg, la constant elàstica del ressort és  $2,50 \cdot 10^5$  N/m i suposem que sobre la vagoneta no hi actuen forces de fricció ni mentre és impulsada ni mentre puja. Calculeu:
- La velocitat de la vagoneta just després que la molla la impulsi.
  - La velocitat amb què arribarà al punt més alt de l'atracció.
  - El mòdul de la força de fricció que fa que la vagoneta s'aturi.



- Q1)** Un electró penetra en un camp elèctric uniforme de mòdul  $E = 4,00 \cdot 10^4$  N/C a una velocitat de mòdul  $v_0 = 10^6$  m/s, perpendicular a la direcció del camp, tal com mostra la figura. Calculeu el mòdul de l'acceleració que experimenta l'electró i indiqueu-ne la direcció i el sentit. Feu un dibuix de la trajectòria aproximada que seguirà l'electró. Justifiqueu quina serà l'equació de la gràfica que representa aquesta trajectòria i calculeu-la.



DADES:  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg;  $q_e = -1,60 \cdot 10^{-19}$  C.

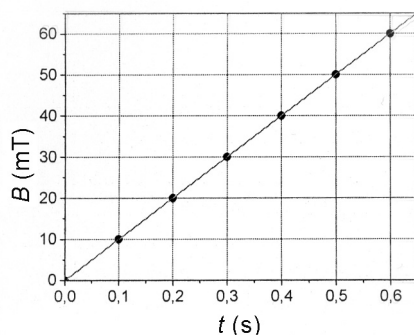
- Q2)** Un experiment consisteix a fer penetrar un raig làser de llum vermella des de l'aire fins a l'interior d'un material que té un índex de refracció desconegut. Hem mesurat l'angle d'incidència, que és de  $20^\circ$  respecte de la normal, i l'angle de refracció, que és de  $14,90^\circ$ . Determineu l'índex de refracció d'aquest material.

## Opció A

**P2)** L'equació d'una ona harmònica transversal que es propaga en una corda tensa de gran longitud és  $y(x, t) = 0,03 \cdot \sin(2\pi t - \pi x)$ , on  $x$  i  $y$  s'expressen en metres i  $t$ , en segons. Calculeu:

- a)** La velocitat de propagació de l'ona, el període i la longitud d'ona.
- b)** L'expressió de la velocitat d'oscil·lació de les partícules de la corda i la velocitat màxima d'oscil·lació.
- c)** A l'instant  $t = 2,0$  s, el valor del desplaçament i la velocitat d'un punt de la corda situat a  $x = 0,75$  m.

**Q3)** En un circuit de  $50 \text{ cm}^2$  de superfície, hi apliquem un camp magnètic perpendicular al pla que defineix el circuit. El seu mòdul varia amb el temps, tal com es representa en la gràfica.



- a)** Determineu l'equació amb què s'obté la variació del camp magnètic en funció del temps.
- b)** Calculeu el valor de la força electromotriu induïda en el circuit.

**Q4)** Els cometes descriuen òrbites el·líptiques molt allargades al voltant del Sol, de manera que la distància del cometa al Sol varia molt. En quina posició respecte al Sol el cometa va a una velocitat més gran? I en quina va a una velocitat més petita? Justifiqueu les respostes utilitzant arguments basats en l'energia.

## Opció B

- P2)** Els satèl·lits GPS (*global positioning system*, ‘sistema de posicionament global’) descriuen òrbites circulars al voltant de la Terra. El conjunt dels satèl·lits permet que en qualsevol punt de la Terra una persona amb un receptor GPS pugui determinar la posició on es troba amb una precisió de pocs metres. Tots els satèl·lits GPS estan a la mateixa altura i fan dues voltes a la Terra cada 24 hores. Calculeu:
- a)** La velocitat angular dels satèl·lits i l’altura de la seva òrbita, mesurada sobre la superfície de la Terra.
  - b)** L’energia mecànica i la velocitat lineal que té un d’aquests satèl·lits GPS en la seva òrbita.
  - c)** La nova velocitat i el temps que trigaria a fer una volta a la Terra, si féssim orbitar un d’aquests satèl·lits a una altura doble.

DADES:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ ;  $M_{\text{TERRA}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{kg}$ ;  $R_{\text{TERRA}} = 6380 \text{km}$ ;  
 $M_{\text{SAT}} = 150 \text{kg}$ .

---

Les dues qüestions següents tenen format de pregunta d'elecció múltiple. A cada pregunta (tant la 1 com la 2) es proposen tres respostes (*a*, *b*, *c*), de les quals només UNA és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadern de respostes. Indiqueu-hi el número de la qüestió, el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que hàgiu triat (exemple: Q2-2-*c*). No cal que justifiqueu la resposta.

---

**Q3)** Fem oscil·lar un objecte lligat a una corda de 40 cm de longitud, com si fos un pèndol, de manera que quan l'objecte es troba en el punt més alt de la trajectòria la corda forma un angle de  $37^\circ$  amb la vertical.

1. L'objecte passarà pel punt més baix del recorregut a una velocitat de
  - a*) 2,50 m/s.
  - b*) 2,80 m/s.
  - c*) 1,26 m/s.
2. La tensió de la corda
  - a*) és màxima en el punt més alt del recorregut.
  - b*) és màxima en el punt més baix del recorregut.
  - c*) fa un treball positiu sobre l'objecte quan passa del punt més alt al més baix de la trajectòria.

**Q4)** Un dispositiu llança, al mateix temps, en la mateixa direcció i en sentits oposats, un protó i un electró. És a dir:  $\vec{v}(\text{protó}) = -v\vec{j}$ ,  $\vec{v}(\text{electró}) = +v\vec{j}$ .

1. Quan aquest dispositiu es col·loca dins un camp magnètic  $\vec{B} = +B\vec{i}$ :
  - a*) Sobre el protó actua una força  $\vec{F} = +qvB\vec{k}$  i, sobre l'electró,  $\vec{F} = -qvB\vec{k}$ .
  - b*) Sobre el protó actua una força  $\vec{F} = -qvB\vec{k}$  i, sobre l'electró,  $\vec{F} = +qvB\vec{k}$ .
  - c*) Sobre el protó actua una força  $\vec{F} = +qvB\vec{k}$  i, sobre l'electró,  $\vec{F} = +qvB\vec{k}$ .
2. Quan el dispositiu es col·loca dins un camp elèctric  $\vec{E} = +E\vec{j}$ :
  - a*) Sobre el protó actua una força  $\vec{F} = +qE\vec{j}$  i, sobre l'electró,  $\vec{F} = -qE\vec{j}$ .
  - b*) Sobre el protó actua una força  $\vec{F} = -qE\vec{j}$  i, sobre l'electró,  $\vec{F} = +qE\vec{j}$ .
  - c*) Sobre el protó actua una força  $\vec{F} = -qE\vec{j}$  i, sobre l'electró,  $\vec{F} = -qE\vec{j}$ .

NOTA:  $q$  representa el valor absolut de la càrrega de l'electró i la del protó.











## **Proves d'accés a la Universitat. Curs 2008-2009**

---

### **Física**

#### **Sèrie 3**

---

Feu el problema P1 i responeu a les qüestions Q1 i Q2. A continuació, escolliu UNA de les opcions (A o B): feu el problema P2 i responeu a les qüestions Q3 i Q4 de l'opció escollida. Totes les respostes s'han de raonar i justificar.

Cada problema val 3 punts (1 punt per cada apartat). Les qüestions Q1 i Q2 valen 1 punt cadascuna.

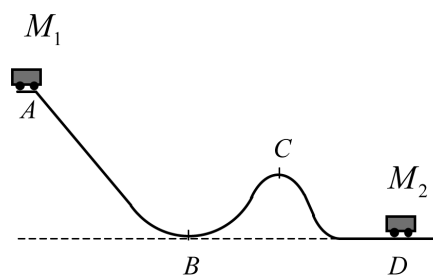
Cada qüestió de l'opció A val 1 punt.

Les qüestions de l'opció B puntuen entre totes dues un màxim de 2 punts. Cada qüestió de l'opció B consta de dues preguntes d'elecció múltiple que tenen només una resposta correcta. Respondre encertadament es valorarà amb 0,50 punts; cada resposta en blanc, amb 0 punts, i per cada resposta errònia es descomptaran 0,25 punts. En tot cas, la nota mínima conjunta de les qüestions de l'opció B no serà inferior a 0 punts.

Podeu utilitzar la calculadora científica per al càlcul de funcions exponencials, logarítmiques, trigonomètriques i especials, així com per a efectuar càlculs estadístics. No es poden fer servir, però, calculadores o altres aparells que portin informació emmagatzemada o que puguin transmetre o rebre informació.

---

- P1)** En unes muntanyes russes, una vagoneta de massa  $M_1 = 2500 \text{ kg}$  arrenca del repòs en el punt A i recorre una pista com la representada a la figura. Després de recórrer el trajecte, xoca amb un altra vagoneta de massa  $M_2 = 3500 \text{ kg}$ , que estava aturada en el punt D, de manera que després de la col·lisió queden totes dues unides. El fregament és negligible en tot el recorregut. El punt A és a una altura de 25 m respecte de l'horitzontal que passa pels punts B i D, i el punt C és a una altura de 20 m.
- Calculeu la velocitat que tindrà el conjunt de les dues vagonetes després del xoc.
  - Dibuixeu l'esquema de les forces que actuen sobre la vagoneta de massa  $M_1$  quan passa pel punt B. Calculeu el valor de cada una d'aquestes forces. Sabem que el punt B és el punt més baix d'un arc de circumferència de 20 m de radi.
  - Calculeu el mínim radi de curvatura que ha de tenir la pista en el punt C perquè la vagoneta no perdi el contacte amb les vies.



- Q1)** Calculeu la velocitat mínima a la qual s'ha de llançar verticalment cap amunt un satèl·lit des de la superfície terrestre perquè assoleixi una altura igual que el radi de la Terra.

DADES:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ ;  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

- Q2)** Una cubeta d'ones consisteix en un recipient amb aigua en què, mitjançant una punta que percudeix la superfície del líquid, es generen ones superficials. Regulem el percussor perquè colpegi l'aigua dues vegades per segon. Si l'ona triga 1,0 s a arribar al límit de la cubeta, situat a 30 cm del percussor, calculeu la longitud d'ona.

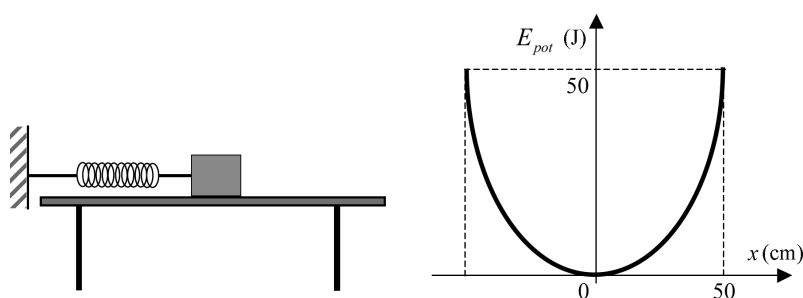
## Opció A

- P2)** Un dipol elèctric és un sistema constituït per dues càrregues del mateix valor i de signe contrari, separades per una distància fixa. Sabem que la càrrega positiva d'un dipol està situada en el punt (0, 0), que la negativa és en el punt (3, 0) i que el valor absolut de cada una de les càrregues és  $10^{-4}$  C. Calculeu:
- El potencial elèctric creat pel dipol en el punt (0, 4).
  - L'acceleració que experimenta un protó situat en el punt mitjà del segment que uneix les dues càrregues del dipol, si el deixem inicialment en repòs en aquest punt.
  - L'energia necessària per a separar les càrregues del dipol fins a una distància doble de la inicial.

NOTA: Les coordenades s'expressen en metres.

DADES:  $q_{\text{protó}} = 1,60 \cdot 10^{-19}$  C;  $m_{\text{protó}} = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg;  $k = 1/4\pi\epsilon_0 = 9,00 \cdot 10^9$  N · m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>.

- Q3)** Una molla, situada sobre una taula horitzontal sense fregament, està fixada per un dels extrems a una paret i a l'altre extrem hi ha lligat un cos de 0,5 kg de massa. La molla no està deformada inicialment. Desplacem el cos una distància de 50 cm de la seva posició d'equilibri i el deixem moure lliurement, amb la qual cosa descriu un moviment vibratori harmònic simple. L'energia potencial del sistema en funció del desplaçament es representa amb la paràbola de la gràfica següent:



Determineu el valor de la constant recuperadora de la molla i el valor de la velocitat del cos quan té una elongació de 20 cm.

- Q4)** Una atracció d'una fira consisteix en uns cotxes petits que giren a una velocitat de mòdul constant de 3,0 m/s i que descriuen una circumferència de 8,0 m de radi en un pla horitzontal.
- Calculeu les components intrínseques de l'acceleració d'un dels cotxes.
  - Si el mòdul de la velocitat dels cotxes, quan finalitza el temps de l'atracció, es redueix de manera uniforme des de 3,0 m/s fins a 1,0 m/s en 10 s, calculeu-ne l'acceleració angular i l'acceleració tangencial en aquest interval de temps.

### Opció B

- P2)** Un cos de 10 kg de massa es penja d'una molla vertical i s'observa que la molla s'allarga 2 cm. A continuació, estirem la molla cap avall i el sistema comença a oscil·lar fent un moviment harmònic simple de 3 cm d'amplitud.

Calculeu:

- a)** L'equació del moviment que seguirà el cos.
- b)** La velocitat del cos oscil·lant al cap de 5 s d'haver començat el moviment.
- c)** La força recuperadora de la molla al cap de 6 s d'haver començat el moviment.

---

Les dues qüestions següents tenen format de pregunta d'elecció múltiple. A cada pregunta (tant la 1 com la 2) es proposen tres respostes (*a*, *b*, *c*), de les quals només UNA és correcta. Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadern de respostes. Indiqueu-hi el número de la qüestió, el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que hàgiu triat (exemple: Q2-2-*c*). No cal que justifiqueu la resposta.

---

- Q3)** 1. Les persones miops utilitzen lents divergents. Les imatges que forma una lent divergent, comparades amb els objectes, són
- a*) més petites i més pròximes.
  - b*) més grans i més llunyanes.
  - c*) Depèn de si es troben a una distància de la lent més gran o més petita que la distància focal.
2. Les radiacions UV tenen una longitud d'ona d'entre 15 i 400 nanòmetres, mentre que les radiacions IR tenen longituds d'ona compreses entre 0,75 i 1 000  $\mu\text{m}$ . Si considerem que per a trencar un enllaç d'una molècula típica de les que es troben en un ésser viu és necessària una energia de  $4,7 \cdot 10^{-19}\text{J}$ ,
- a*) la molècula es pot trencar amb fotons de radiació IR de 100  $\mu\text{m}$ , però no amb fotons de radiació UV de 100 nm.
  - b*) la molècula es pot trencar amb fotons de radiació UV de 100 nm, però no amb fotons de radiació IR de 100  $\mu\text{m}$ .
  - c*) Cap de les opcions anteriors no és certa.

DADES:  $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ;  $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ;  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ .

**Q4)** Suposem que la distància entre la Terra i el Sol es reduís a la meitat.

- 1. La força d'atracció entre el Sol i la Terra seria
  - a*) el doble.
  - b*) la meitat.
  - c*) quatre vegades més gran.
- 2. La durada de l'any terrestre
  - a*) disminuiria.
  - b*) augmentaria.
  - c*) seria la mateixa.









## SÈRIE 4

## P1

a) conservació de l'energia:  $\frac{1}{2} kx^2 = \frac{1}{2} mv_0^2$  [0,4]  $\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{2,5 \cdot 10^5 \cdot 1^2}{1000}} = 15,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  [0,6]

b) conservació de l'energia:  $\frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{1}{2} mv^2 + mgh$  [0,4];  $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} = \sqrt{15,8^2 - 2 \cdot 9,8 \cdot 10} = 7,32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  [0,6]

c)  $W = \Delta E_m$ ;  $|W| = |\vec{F} \cdot \Delta \vec{r}| = |F_f| \frac{h}{\sin 45}$  [0,4]

$$|\Delta E_m| = mgh + \frac{1}{2} mv^2 = 1.000 \cdot 9,8 \cdot 10 + \frac{1}{2} \cdot 1.000 \cdot 7,32^2 = 1,25 \cdot 10^5 \text{ J} \quad [0,4];$$

$$|F_f| = \frac{|W| \sin 45}{h} = \frac{|\Delta E_m| \sin 45}{h} = 8,82 \cdot 10^3 \text{ N} \quad [0,2]$$

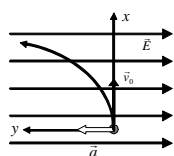
Resposta alternativa: 
$$\left. \begin{aligned} v_{fi} &= v_{ini} + at \\ d &= v_{ini} t + \frac{1}{2} at^2 \end{aligned} \right\} a = \frac{v_{fi}(v_{fi} - v_{ini})}{d} + \frac{(v_{fi} - v_{ini})^2}{2d} = -\frac{7,32^2}{2 \cdot \frac{10}{\sin 45}} = -1,89 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad [0,4];$$

$$mg \sin 45 - F_f = ma \quad [0,4];$$

$$F_f = m(g \sin 45 - a) = 1000 \cdot (9,8 \sin 45 + 1,89) = 8,82 \cdot 10^3 \text{ N} \quad [0,2]$$

## Q1

$$F = ma = qE \Rightarrow a = \frac{qE}{m} = 7,03 \cdot 10^{15} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \text{ constant, la direcció i el sentit estan indicats a la figura} \quad [0,4]$$



[0,3]

La trajectòria és una paràbola, ja que  $F_x = 0$ ;  $F_y = \text{constant}$  [0,2]

$$\left. \begin{aligned} x &= v_0 t \\ y &= \frac{1}{2} at^2 = \frac{1}{2} \frac{qE}{m} t^2 \end{aligned} \right\} y = \frac{1}{2} \frac{qE}{mv_0^2} x^2; \quad y = 3,51 \cdot 10^3 x^2 \quad [0,1]$$

## Q2

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r \quad [0,3]; \quad \Rightarrow \quad n_2 = \frac{n_1 \sin i}{\sin r} = \frac{1 \cdot \sin 20^\circ}{\sin 14,90^\circ} = 1,33 \quad [0,7]$$

**OPCIÓ A****P2**

a)

Equació general:  $y(x, t) = A \sin(\omega t - kx + \varphi)$ .En el nostre cas,  $y(x, t) = 0,03 \cdot \sin(2\pi t - \pi x)$ :  $A=0,03\text{m}$ ,  $\omega=2\pi \text{ rad/s}$ ;  $k=\pi \text{ rad/m}$ ;  $\varphi=0$  **[0,3]**

$$k = \frac{\omega}{v}; \quad v = \frac{\omega}{k} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \mathbf{[0,3]}$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = 1\text{s} \quad \mathbf{[0,2]}; \quad k = \frac{2\pi}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{k} = 2,0\text{m} \quad \mathbf{[0,2]}$$

b)

$$\text{Velocitat d'oscil·lació: } v_{\text{oscil}} = \frac{dy}{dt} = A\omega \cos(\omega t - kx + \varphi) \quad \mathbf{[0,2]}$$

$$\text{En el nostre cas: } v_{\text{oscil}} = \frac{dy}{dt} = 0,19 \cdot \cos(2\pi t - \pi x) \quad \mathbf{[0,4]}$$

$$v_{\text{oscil MAXIMA}} = 0,19 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \mathbf{[0,4]}$$

c)

$$y(x = 0,75; t = 2) = 0,03 \cdot \sin(2\pi \cdot 2 - \pi \cdot 0,75) = -0,021\text{m} \quad \mathbf{[0,5]}$$

$$v_{\text{oscil}}(x = 0,75; t = 2) = 0,03 \cdot 2 \cdot \pi \cos(2\pi \cdot 2 - \pi \cdot 0,75) = -0,13 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \mathbf{[0,5]}$$

**Q3**

$$\text{a) És una recta de pendent: } \frac{60 \cdot 10^{-3}}{0,6} = 0,1 \frac{\text{T}}{\text{s}} \quad \mathbf{[0,2]}. \text{ Equació: } B = 0,1t \text{ (en T)} \quad \mathbf{[0,3]}$$

$$\text{b) Flux: } \Phi = BS = 0,1t(50 \cdot 10^{-4}) = 5 \cdot 10^{-4} t \text{ (Wb)} \quad \mathbf{[0,2]}$$

$$|\varepsilon_{\text{ind}}| = \left| \frac{d\Phi}{dt} \right| = 5 \cdot 10^{-4} \text{ V} \quad \mathbf{[0,3]}$$

**Q4**

L'energia mecànica del cometa es conserva, ja que només hi actua la força d'atracció gravitatòria que és conservativa. L'energia mecànica del cometa és igual a l'energia potencial gravitatòria més l'energia cinètica. **[0,4]**

En el punt de l'òrbita més proper al Sol, l'energia potencial gravitatòria,  $E_p = -G \frac{Mm}{r}$ , és mínima

(mínima distància), per tant, l'energia cinètica serà màxima i, per tant la velocitat del cometa en aquest punt serà màxima. **[0,3]**

Anàlogament, en el punt de l'òrbita més allunyat del Sol, la velocitat serà mínima. **[0,3]**

## OPCIÓ B

## P2

a)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 1,45 \cdot 10^{-4} \frac{\text{rad}}{\text{s}} \quad [0,2]; \text{ on } T = 12 \text{ h} = 4,32 \cdot 10^4 \text{ s} \quad [0,1]$$

$$\vec{F} = m\vec{a}; \quad G \frac{Mm}{r^2} = m\omega^2 r \quad [0,4]; \quad r = \left( \frac{GM}{\omega^2} \right)^{1/3} = 26,6 \cdot 10^6 \text{ m} \quad [0,1];$$

$$\text{altura sobre la superfície terrestre: } h = r - R_T = 20,2 \cdot 10^6 \text{ m} \quad [0,2]$$

$$\text{b) } v = \omega r; \quad v = 3,87 \cdot 10^3 \text{ m/s} \quad [0,4];$$

$$E_m = E_p + E_c; \quad E_m = -G \frac{Mm}{r} + \frac{1}{2} mv^2 \quad [0,4]; \quad E_m = -1,12 \cdot 10^9 \text{ J} \quad [0,2]$$

$$\text{c) } r' = R_T + h' = R_T + 2h = 6,38 \cdot 10^6 + 2 \cdot 20,2 \cdot 10^6 = 4,68 \cdot 10^7 \text{ m} \quad [0,1]$$

$$G \frac{Mm}{r'^2} = m \frac{v^2}{r'}; \quad v = \sqrt{G \frac{M}{r'}} = 2,92 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,4]$$

$$v' = \frac{2\pi r'}{T'} \quad [0,3]; \quad T' = \frac{2\pi r'}{v'} = \frac{2\pi \cdot 4,68 \cdot 10^7}{2,92 \cdot 10^3} = 1,01 \cdot 10^5 \text{ s} = 1,17 \text{ dies} \quad [0,2]$$

Les dues qüestions de l'opció B puntuen entre totes dues un mínim de 0 punts i un màxim de 2 punts. Una resposta correcta es puntua amb 0,50 punts, una resposta en blanc són 0 punts i una resposta errònia es puntual amb -0,25 punts. Si la suma de les notes de les dues qüestions és negativa puntueu amb un zero. No poseu puntuacions totals negatives

## Q3

1. C
2. B

## Q4

1. C
2. A

## SÈRIE 3

P1

a)

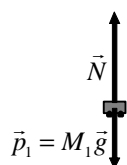
Velocitat de  $M_1$  en arribar a D:

$$E_{mec}(A) = E_{mec}(D) \quad [0,2] \Rightarrow 0 + M_1 g h_A = \frac{1}{2} M_1 v_{1D}^2 \quad [0,2]; \quad v_{1D} = 22,1 \text{ m/s} \quad [0,1]$$

Velocitat del conjunt  $M_1 + M_2$  després del xoc:

$$p_{abans\ xoc} = p_{despres\ xoc} \quad [0,2]; \quad M_1 v_{1D} + 0 = (M_1 + M_2) v \quad [0,2]; \Rightarrow v = 9,2 \text{ m/s} \quad [0,1]$$

b)

si posen les forces  $\vec{N}$  i  $\vec{p}_1$  [0,2], si posen alguna altra força [0]

$$p_1 = M_1 g = 24.500 \text{ N} \quad [0,1]$$

$$N - p_1 = M_1 \frac{v_{1B}^2}{R_B} \quad [0,3]; \text{ però } v_{1B} = v_{1D} = 22,1 \text{ m/s}, \text{ ja que } E_{mec}(B) = E_{mec}(D) \quad [0,3]$$

$$\text{d'on s'obté: } N = 8,57 \cdot 10^4 \text{ N} \quad [0,1]$$

c)

$$E_{mec}(A) = E_{mec}(C) \Rightarrow 0 + M_1 g h_C = \frac{1}{2} M_1 v_{1C}^2 \Rightarrow v_{1C} = 9,9 \text{ m/s} \quad [0,2]$$

$$p_1 - N_C = M_1 \frac{v_{1C}^2}{R_C} \quad [0,3]; \text{ condició: } N_C = 0 \quad [0,4]$$

$$R_C = \frac{v_{1C}^2}{g} = 10 \text{ m} \quad [0,1]$$

Q1

$$\frac{1}{2} m v^2 + \left( -G \frac{m M_T}{R_T} \right) = \left( -G \frac{m M_T}{2 R_T} \right) \quad [0,7]; \quad v = \sqrt{G \frac{M_T}{R_T}} = 7,91 \cdot 10^3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,3]$$

Q2

$$v = \frac{e}{t} = \frac{0,3}{1,0} = 0,30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad [0,3]; \quad T = \frac{1 \text{ s}}{2 \text{ vegades}} = 0,50 \text{ s} \quad [0,3]; \quad \lambda = v T = 0,3 \cdot 0,5 = 0,15 \text{ m} \quad [0,4]$$

## OPCIÓ A

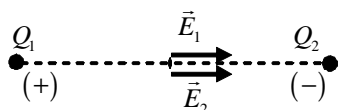
P2

$$a) V = k \frac{q}{r}; r_1 = 4 \text{ m}; r_2 = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ m}$$

$$V_1 = k \frac{q_1}{r_1} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-4}}{4} = 225 \cdot 10^3 \text{ V } [0,4]; V_2 = k \frac{q_2}{r_2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{-10^{-4}}{5} = -180 \cdot 10^3 \text{ V } [0,4];$$

$$V = V_1 + V_2 = 45 \cdot 10^3 \text{ V } [0,2]$$

b)



$$[0,2] \vec{F} = q\vec{E} = q(\vec{E}_1 + \vec{E}_2) [0,2]$$

$$E = k \frac{|q|}{r^2}; E_1 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{10^{-4}}{1,5^2} = 400 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} [0,1]; E_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{|-10^{-4}|}{1,5^2} = 400 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}} [0,1];$$

$$E = E_1 + E_2 = 8 \cdot 10^5 \text{ N/C } [0,2]$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{qE}{m} = \frac{1,60 \cdot 10^{-19} \cdot 8 \cdot 10^5}{1,67 \cdot 10^{-27}} = 7,67 \cdot 10^{13} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} [0,1]; \vec{a} = a\hat{i} \text{ (o explicat) } [0,1]$$

$$c) U_p = QV = Q \left( k \frac{-Q}{r} \right) = -k \frac{Q^2}{r} [0,3]$$

$$W = U_p(\text{final}) - U_p(\text{inicial}) = -k \frac{Q^2}{r_f} + k \frac{Q^2}{r_i} = 9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-8} \cdot \left( \frac{1}{3} - \frac{1}{6} \right) = 15 \text{ J } [0,7]$$

Q3

$$E_p(\text{màxima}) = \frac{1}{2} k A^2 \Rightarrow k = \frac{2E_p(\text{màxima})}{A^2} = \frac{2 \cdot 50}{0,5^2} = 400 \frac{\text{N}}{\text{m}} [0,4]$$

$$E = E_c + E_p = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2; E = 50 \text{ J es manté constant; } [0,2]$$

$$v = \sqrt{\frac{2E - kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 50 - 400 \cdot 0,2^2}{0,5}} = 13 \frac{\text{m}}{\text{s}} [0,4]$$

Q4

a)

acceleració tangencial = 0 (rapidesa constant) [0,2]

acceleració centípetra:

$$a_c = \frac{v^2}{r} = 1,125 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} [0,3]$$

b)

$$\omega = \omega_0 + \alpha t; \alpha = \frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{v - v_0}{r t} = \frac{1 - 3}{8 \cdot 10} = -0,025 \frac{\text{rad}}{\text{m}^2} [0,2]$$

$$v = \omega r [0,1]$$

$$a_t = \alpha r = -0,025 \cdot 8 = -0,20 \text{ m/s}^2 [0,2]$$

## OPCIÓ B

P2

$$\text{a) } F = k \Delta x \Rightarrow k = \frac{F}{\Delta x} = \frac{mg}{\Delta x} = \frac{10 \cdot 9,8}{0,02} = 4.900 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad [0,3]$$

$$x = A \cos(\omega t + \theta_0); \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{4.900}{10}} = 22,1 \text{ s}^{-1} \quad [0,2]$$

Agafem el sentit positiu de l'eix X cap amunt i el seu origen en la posició d'equilibri.

Condicions inicials:  $t = 0$ ;  $x = -A$ ;  $-A = A \cos \theta_0 \Rightarrow \cos \theta_0 = -1 \Rightarrow \theta_0 = \pi \text{ rad} \quad [0,2]$

(També es pot agafar el sentit positiu de l'eix X cap avall. Llavors  $\theta_0 = 0 \text{ rad}$ )

$$x = 0,03 \cos(22,1t + \pi) \quad (\text{en metres}) \quad [0,3]$$

$$\text{b) } v = \dot{x} = -0,03 \cdot 22,1 \sin(22,1t + \pi) = -0,663 \sin(22,1t + \pi) \quad (\text{en m/s}) \quad [0,6]$$

$$v(5) = -0,663 \sin(22,1 \cdot 5 + \pi) = -0,343 \text{ m/s} \quad [0,4]$$

$$\text{c) } F = -kx = -4.900 \cdot 0,03 \cos(22,1t + \pi) = 147 \cos(22,1t + \pi) \quad (\text{en N}) \quad [0,6]$$

$$F(6) = 147 \cos(22,1 \cdot 6 + \pi) = -117 \text{ N} \quad [0,4]$$

El problema també es pot resoldre agafant una funció sinus per l'elongació. En aquest cas, valoreu la resolució de forma equivalent a la resolució anterior.

Les dues qüestions de l'opció B puntuen entre totes dues un mínim de 0 punts i un màxim de 2 punts.

Una resposta correcta es puntua amb 0,50 punts, una resposta en blanc són 0 punts i una resposta errònia es puntual amb -0,25 punts. Si la suma de les notes de les dues qüestions és negativa puntueu amb un zero. No poseu puntuacions totals negatives

Q3

1. A
2. B

Q4

1. C
2. A