

Proves d'accés a la universitat

Convocatòria 2015

Física

Sèrie 2

L'examen consta d'una part comuna (problemes P1 i P2), que heu de fer obligatòriament, i d'una part optativa, de la qual heu d'escollir UNA de les dues opcions (A o B) i fer els problemes P3, P4 i P5 corresponents.

Cada problema val 2 punts.

PART COMUNA

P1) Les aranyes tenen uns òrgans sensibles en els extrems de les potes que els permeten detectar les vibracions que produeixen els insectes que queden atrapats a la seva teranyina. Considereu que en una teranyina el moviment dels insectes és equivalent al que tindrien en un sistema que es mogués amb un moviment harmònic simple (MHS). Hem observat que un insecte de massa 1,58 g atrapat en una teranyina produeix una vibració de 12 Hz.



- a) Calculeu la constant elàstica d'aquesta teranyina.
- b) Determineu la massa d'un insecte que, en quedar atrapat a la teranyina, té un període d'oscil·lació de 0,12 s. Calculeu el valor absolut de l'acceleració màxima de l'insecte, durant el temps en què es mou a la teranyina, si l'amplitud de l'oscil·lació és de 2,0 mm.

P2) Per a obtenir un camp elèctric vertical aproximadament uniforme de 5 000 N/C i dirigit cap amunt, disposem de dues plaques metàl·liques paral·leles separades 10,0 mm, a les quals apliquem una diferència de potencial.

- a) Feu un esquema del muntatge en què indiqueu el signe de la càrrega de cada placa i representeu-hi les línies del camp elèctric. Calculeu la diferència de potencial entre les plaques i justifiqueu el signe del resultat.
- b) Dues partícules de pols, de 0,50 μg de massa cadascuna, es troben entre les dues plaques. Una de les partícules (A) queda suspesa en equilibri i l'altra (B) es mou amb una acceleració de 14,7 m/s^2 cap avall. Determineu la càrrega elèctrica de cada partícula. Considereu que entre les plaques no hi ha aire.

DADA: $g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$

OPCIÓ A

P3) Galatea és el quart satèl·lit de Neptú més allunyat del planeta. Va ser descobert per la sonda espacial *Voyager 2* l'any 1989. Suposem que l'òrbita que descriu és circular.

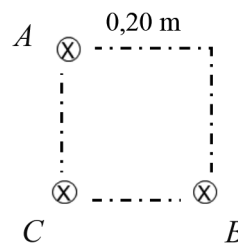
- Calculeu la velocitat lineal orbital de Galatea en el sistema de referència centrat en Neptú i calculeu la massa de Neptú.
- Calculeu el valor de la intensitat de camp gravitatori que Neptú crea a la seva pròpia superfície.



Imatge de Galatea vista per la sonda *Voyager 2*

DADES: Període de l'òrbita de Galatea, $T_{\text{Galatea}} = 0,428$ dies
Radi de l'òrbita de Galatea, $R_{\text{Galatea}} = 6,20 \times 10^4$ km
Radi de Neptú, $R_{\text{Neptú}} = 2,46 \times 10^4$ km
 $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

P4) En la figura es mostren tres fils conductors rectilinis i infinitament llargs, perpendiculars al pla del paper, per cadascun dels quals circula una mateixa intensitat de corrent de 0,30 A en el sentit que va cap a dins del paper. Aquests tres conductors estan situats en tres vèrtexs d'un quadrat de 0,20 m de costat.



- Representeu en un esquema els camps magnètics, en el vèrtex C, generats pels conductors A i B, i també el camp total. Calculeu el mòdul del camp magnètic total en aquest punt.
- Representeu la força total sobre el conductor C i calculeu el mòdul de la força que suporten 2,00 m del conductor que passa per C.

NOTA: El mòdul del camp magnètic a una distància r d'un fil infinit pel qual circula una

intensitat I és: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$, on $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$.

P5) El període de semidesintegració de l'isòtop ^{235}U és de $7,00 \times 10^8$ anys. Per a una mostra d'1,000 g, calculeu:

- L'activitat inicial en becquerels (Bq).
- La massa de ^{235}U quan hagin passat 10^8 anys.

DADES: Nombre d'Avogadro, $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ nuclis} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $1 \text{ Bq} = 1 \text{ desintegració} \cdot \text{s}^{-1}$
Massa molar de ^{235}U , $M = 235 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

OPCIÓ B

P3) L'Estació Espacial Internacional es mou en una òrbita pràcticament circular al voltant de la Terra a 385 km d'altura sobre la superfície terrestre. Des de la superfície terrestre som capaços de veure l'estació orbital.

a) Quina és la velocitat lineal orbital de l'estació i quin és el temps que s'ha d'esperar entre dues visualitzacions consecutives?

b) Des de l'estació espacial es vol llançar un coet que escapi de l'atracció terrestre. Considerant negligible la massa de l'estació, quina velocitat addicional hem de donar al coet en el moment del llançament?



DADES: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
 $M_{\text{Terra}} = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
 $R_{\text{Terra}} = 6\,370 \text{ km}$

NOTA: Considereu negligible el moviment de rotació de la Terra.

P4) Un grup d'alumnes disposa de bobines de 1 000 i de 500 espires, nuclis de ferro laminats i connectors, en quantitats suficients. A partir d'una tensió eficaç de 220 V i d'una intensitat eficaç d'1,00 A, volen obtenir una tensió final de 110 V de valor eficaç.

a) Feu un esquema i expliqueu raonadament quin muntatge cal fer. Especifiqueu clarament on estarà connectat el circuit primari i on estarà connectat el circuit secundari.

b) Calculeu els valors màxims de la tensió i la intensitat en el circuit primari. Quina intensitat circula a la part del circuit que es troba a 110 V?

P5) Una cèl·lula fotoelèctrica és il·luminada amb llum blava de $4\,750 \text{ Å}$. La freqüència llindar de la cèl·lula és de $4,75 \times 10^{14} \text{ Hz}$. Calculeu:

a) L'energia dels fotons incidents i el treball d'extracció característic del metall de la cèl·lula.

b) L'energia cinètica màxima dels electrons emesos i el seu potencial de frenada.

DADES: Velocitat de la llum, $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Constant de Planck, $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Càrrega de l'electró, $Q_{\text{electró}} = -1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$
 $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$



Institut
d'Estudis
Catalans

L'Institut d'Estudis Catalans ha tingut cura de la correcció lingüística i de l'edició d'aquesta prova d'accés

SÈRIE 2

Criteris generals d'avaluació i qualificació

1. *Les respostes s'han d'ajustar a l'enunciat de la pregunta. Es valorarà sobretot que l'alumnat mostri que té clars els conceptes de caràcter físic sobre els quals tracta cada pregunta.*
2. *Es tindrà en compte la claredat en l'exposició dels conceptes, dels processos, dels passos a seguir, de les hipòtesis, l'ordre lògic, l'ús correcte dels termes científics i la contextualització segons l'enunciat.*
3. *En les respostes cal que l'alumnat mostri una adequada capacitat de comprensió de les qüestions plantejades i organitzi de forma lògica la resposta, tot analitzant i utilitzant les variables en joc. També es valorarà el grau de pertinença de la resposta, el que l'alumnat diu i les mancances manifestes sobre el tema en qüestió.*
4. *Totes les respostes s'han de raonar i justificar. Un resultat erroni amb un raonament correcte es valorarà. Una resposta correcta sense raonament ni justificació pot ser valorada amb un 0, si el corrector no és capaç de veure d'on ha sortit el resultat.*
5. *Tingueu en compte que un error no s'ha de penalitzar dues vegades en el mateix problema. Si un apartat necessita un resultat anterior, i aquest és erroni, cal valorar la resposta independentment del seu valor numèric, i tenir en compte el procediment de resolució.*
6. *Si l'alumne ha resolt un problema per un altre procediment vàlid diferent del descrit en aquestes pautes, la resolució es considera vàlida.*
7. *Els errors d'unitats o el fet de no posar-les restaran el 50 % de la puntuació d'aquest subapartat. Exemple: Si un subapartat val 0,2 i s'ha equivocat en les unitats li haurem de puntuar 0,1.*
8. *Cal resoldre els exercicis fins al resultat final i no es poden deixar indicades les operacions. Tanmateix, els errors en el càlcul es consideraran lleus, excepte en el cas que els resultats siguin molt desorbitats i l'alumnat no faci un raonament sobre aquest resultat, indicant-ne la seva falsedat.*
9. *Cal fer la substitució numèrica a les expressions que s'usen per resoldre les preguntes.*

P1)

a)
$$\left. \begin{aligned} x(t) &= A \sin(\omega t) \\ a &= \frac{d^2 x(t)}{dt^2} = -A \omega^2 \sin(\omega t) \end{aligned} \right\} \boxed{0.2}$$

 $\boxed{0.2}$

$$\Sigma F_{\text{recup}} = ma$$

 $\boxed{0.2}$

$$\left. \begin{aligned} -kx(t) &= ma(t) \\ -kA \sin(\omega t) &= -m \omega^2 A \sin(\omega t) \end{aligned} \right\} k = m \omega^2 \boxed{0.2}$$

 $\boxed{0.2}$

$$k = 1,58 \times 10^{-3} (2\pi \times 12)^2 = 9,0 \text{ N/m}$$

b)

 $\boxed{0.3}$

$$m = \frac{k}{\omega^2} = \frac{9,0}{\left(2\pi \frac{1}{0,12}\right)^2} = 0,0033 \text{ kg}$$

 $\boxed{0.4}$

L'acceleració és màxima quan $\sin(\omega t) = 1$; $|a_{\text{max}}| = \omega^2 A$

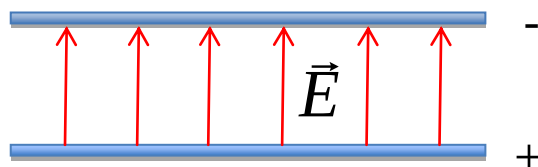
 $\boxed{0.3}$

$$a_{\text{max}} = 2,0 \times 10^{-3} \left(2\pi \frac{1}{0,12}\right)^2 = 5,5 \text{ m/s}^2$$

P2)

a)

Esquema

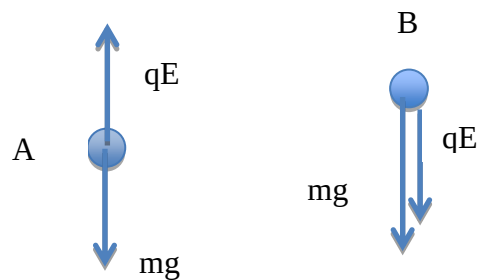
 $\boxed{0.4}$  $\boxed{0.2}$

La diferència de potencial entre les plaques en valor absolut és: $\Delta V = Ed$
 $= 5000 \times 10,0 \times 10^{-3} = 50 \text{ V}$

 $\boxed{0.4}$

El vector camp elèctric punxa cap a potencials decreixents, per tant,
 $V_- - V_+ = -50 \text{ V}$ o bé $V_+ - V_- = 50 \text{ V}$

b)



0.3

$$\text{Per A: } \Sigma F = 0 \Rightarrow q_A E = mg$$

0.2

$$q_A = \frac{mg}{E} = \frac{0,50 \times 10^{-9} \times 9,8}{5000} = 9,8 \times 10^{-13} \text{C és positiva}$$

0.3

$$\text{Per B: } \Sigma F = ma \Rightarrow q_B E + mg = ma$$

0.2

$$q_B = \frac{ma - mg}{E} = \frac{0,50 \times 10^{-9} \times (14,7 - 9,8)}{5000} = 4,9 \times 10^{-13} \text{C és negativa}$$

Opció A

P3)

a)

0.2

$$v_G = \frac{2\pi R_G}{T_G}$$

0.1

$$T_G = 0.428 \text{ dies} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ dia}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 3,70 \times 10^4 \text{ s}$$

0.2

$$v_G = \frac{2\pi \times 6,20 \times 10^7}{3,70 \times 10^4} = 1,05 \times 10^4 \text{ m/s}$$

0.3

La força d'atracció gravitatòria és igual a la força centrípeta necessària perquè el satèl·lit giri en la seva òrbita.

$$F_{\text{gravitatòria}} = F_{\text{centrípeta}} \Rightarrow G \frac{M_N m_G}{R_G^2} = \frac{m_G v_G^2}{R_G}$$

0.2

$$M_N = \frac{R_G v_G^2}{G} = \frac{6,20 \times 10^7 \times (1,05 \times 10^4)^2}{6,67 \times 10^{-11}} = 1,02 \times 10^{26} \text{ kg}$$

b)

0.5

$$g_N = \frac{GM_N}{R_N^2}$$

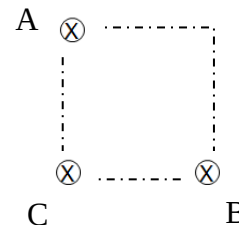
0.5

$$g_N = 11,2 \text{ m/s}^2 \text{ ó } (N/kg)$$

P4)

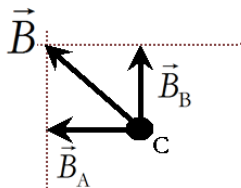
a)

El camp $\vec{B}_A$ (camp magnètic creat pel fil A) és tangent a la circumferència centrada en A i el camp $\vec{B}_B$ (camp magnètic creat pel fil B) és tangent a la circumferència centrada en B.



0.4

Esquema



0.2

$$B_A = B_B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 0,30}{2\pi \times 0,20} = 3,0 \times 10^{-7} T$$

0.2

$$B_{total} = \sqrt{B_A^2 + B_B^2}$$

0.2

$$B_{total} = \sqrt{2 \times (3,0 \times 10^{-7})^2} = 3,0 \times 10^{-7} \sqrt{2} = 4,2 \times 10^{-7} T$$

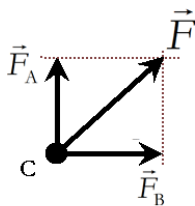
b)

La força $\vec{F}_A$ és perpendicular a $\vec{B}_A$ i al corrent I_C .

La força $\vec{F}_B$ és perpendicular a $\vec{B}_B$ i al corrent I_C .

0.4

Esquema



0.2

$$F_{AC} = F_{BC}$$

0.2

$$\vec{F}_C = I_C \vec{l}_C \times \vec{B}_{total}$$

0.2

$$F = 0,30 \times 2,0 \times 4,2 \times 10^{-7} = 2,55 \times 10^{-7} N$$

P5)

a)

$$\boxed{0.1} \quad T_{1/2} = 7,00 \times 10^8 \text{ anys} \cdot \frac{(365 \times 24 \times 3600) \text{ s}}{1 \text{ any}} = 2,21 \times 10^{16} \text{ s}$$

La constant de desintegració es calcula a partir del període de semidesintegració, que és el temps que ha de passar perquè es redueixi a la meitat la quantitat d'una substància radioactiva.

$$\boxed{0.3} \quad \left. \begin{array}{l} N_{1/2} = N_0 e^{-\lambda T_{1/2}} \\ N_{1/2} = \frac{1}{2} N_0 \end{array} \right\} \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 3,14 \times 10^{-17} \text{ s}^{-1}$$

El nombre de nuclis inicials (N_0):

$$\boxed{0.2} \quad N_0 = 1,00 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ mol d'U}}{235 \text{ g}} \cdot \frac{6,02 \times 10^{23} \text{ nuclis}}{1 \text{ mol}} = 2,56 \times 10^{21} \text{ nuclis}$$

$\boxed{0.2}$ L'activitat d'una substància radioactiva es defineix com:

$$A(t) = -\frac{dN(t)}{dt} = (-\lambda) \underbrace{(N_0) e^{-\lambda t}}_{N(t)}$$

$$\boxed{0.2} \quad A_0 = \lambda N_0 = 8,04 \times 10^4 \text{ Bq}$$

b)

$$\boxed{0.2} \quad m(t) = m_0 e^{-\lambda t}$$

$$\boxed{0.2} \quad t = 10^8 \text{ anys} \cdot \frac{(365 \times 24 \times 3600) \text{ s}}{1 \text{ any}} = 3,15 \times 10^{15} \text{ s}$$

$$\boxed{0.6} \quad m(t = 10^8 \text{ anys}) = 1,000 \times e^{-3,14 \times 10^{-17} \times 3,15 \times 10^{15}} = 0,906 \text{ g}$$

Opció B

P3)

a)

0.2

$$F_{\text{gravitatòria}} = F_{\text{centrípeta}} \Rightarrow G \frac{M_T m_{\text{Estació}}}{r_{\text{orbital}}^2} = \frac{m_{\text{Estació}} v_{\text{Estació}}^2}{r_{\text{orbital}}}$$

0.2

$$r_{\text{orbital}} = R_T + h = 6,37 \times 10^6 + 385 \times 10^3 = 6,76 \times 10^6 \text{ m}$$

0.2

$$v_{\text{Estació}} = \sqrt{\frac{GM_T}{r_{\text{orbital}}}} = \sqrt{\frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}{6,76 \times 10^6}} = 7,68 \times 10^3 \text{ m/s}$$

El temps que s'ha d'esperar entre dues visualitzacions consecutives de l'estació es el PERÍODE 0.1 que es calcula a continuació.

0.1

$$T = \frac{2\pi r_{\text{orbital}}}{v_{\text{Estació}}}$$

0.2

$$T = \frac{2\pi \cdot 6,76 \times 10^6}{7,68 \times 10^3} = 5530 \text{ s} = 92,2 \text{ min}$$

b)

0.2

$$E_{\text{mecànica}} = 0 \Rightarrow E_{\text{cinètica}} = -E_{\text{potencial}}$$

0.2

$$\frac{1}{2} m_{\text{coet}} v_{\text{escap.}}^2 = G \frac{M_T m_{\text{coet}}}{r_{\text{orbital}}} \Rightarrow v_{\text{escap.}} = \sqrt{\frac{2GM_T}{r_{\text{orbital}}}}$$

0.2

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2 \times 6,67 \cdot 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}{6,76 \times 10^6}} = 1,09 \times 10^4 \text{ m/s}$$

0.4

$$\Delta v = v_{\text{esc}} - v_{\text{Estació}} = 3,18 \times 10^3 \text{ m/s}$$

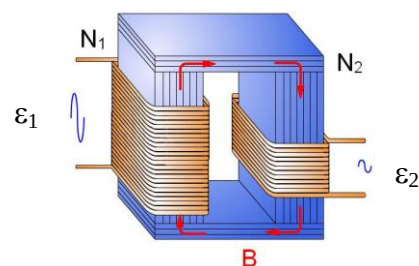
P4)

a)

Cal construir un circuit magnètic tipus transformador on es compleix que $\frac{\Delta\phi}{\Delta t}$ es conserva i la potència aparent es transmet íntegrament del primari al secundari. 0.2

Considerant un transformador ideal:

$$\left. \begin{aligned} |\varepsilon_1| &= N_1 \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{|\varepsilon_1|}{N_1} \\ |\varepsilon_2| &= N_2 \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{|\varepsilon_2|}{N_2} \end{aligned} \right\} \frac{|\varepsilon_1|}{N_1} = \frac{|\varepsilon_2|}{N_2} \quad \text{0.2}$$



$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_1 N_2 &= \varepsilon_2 N_1 \\ 220 \times 500 &= 110 \times 1000 \end{aligned} \right\} \Rightarrow N_1 = 1000 \text{ espires i } N_2 = 500 \text{ espires}$$

Per tant, $\varepsilon_1 = 220 \text{ V}$ i $N_1 = 1000$ espires al primari
 $\varepsilon_2 = 110 \text{ V}$ i $N_2 = 500$ espires al secundari

b)

$$\text{0.25} \quad \varepsilon_{\max,1} = \varepsilon \sqrt{2} = 220 \times \sqrt{2} = 311 \text{ V}$$

$$\text{0.25} \quad I_{\max,1} = I \sqrt{2} = 1,00 \times \sqrt{2} = 1,41 \text{ A}$$

La potència aparent es transmet íntegrament: $P = \varepsilon_1 I_1 = \varepsilon_2 I_2$ 0.3 i, per tant, la

intensitat en el circuit secundari és: $I_2 = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} I_1 = \frac{220}{110} \times 1,00 = 2,00 \text{ A}$ 0.2

P5)

a)

$$\lambda = 4750 \text{ \AA} \times \frac{10^{-10} \text{ m}}{1 \text{ \AA}} = 4,75 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3,00 \times 10^8}{4,75 \times 10^{-7}} = 6,32 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E = hf = 4,19 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\left. \begin{array}{l} W_0 = hf_0 \\ f_0 = 4,75 \times 10^{14} \end{array} \right\} W_0 = 3,15 \times 10^{-19} \text{ J}$$

b)

L'energia cinètica màxima dels electrons emesos és la diferència entre l'energia subministrada pels fotons $E = h\nu$ i el treball d'extracció $W_0 = h\nu_0$ necessari per extreure els electrons. Per tant:

$$E_C = E - W_0$$

$$E_C = 4,19 \times 10^{-19} - 3,15 \times 10^{-19} = 1,05 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$E_C = q_e V_0$$

El potencial de frenada és:

$$V_0 = \frac{1,05 \times 10^{-19}}{1,602 \times 10^{-19}} = 0,655 \text{ V}$$