

**CAMP GRAVITATORI. Satèl·lits. CAMP ELÈCTRIC. CAMP MAGNÈTIC**  
(exercicis de les PAU des de JUNY del 2000 a SETEMBRE del 2006)

**I.- CAMP GRAVITATORI**

1) P1. Un satèl·lit de  $2 \cdot 10^3$  kg de massa gira al voltant de la Terra en una òrbita circular de  $2 \cdot 10^4$  km de radi.

- Sabent que la gravetat a la superfície de la Terra val  $g_0 = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , quin serà el valor de la gravetat en aquesta òrbita?
- Quant val la velocitat angular del satèl·lit?
- Si per alguna circumstància la velocitat del satèl·lit es fes nul·la, aquest començaria a caure sobre la Terra. Amb quina velocitat arribaria a la superfície terrestre? Supposeu negligible l'efecte del fregament amb l'aire.

Dada: Radi de la Terra:  $R_T = 6.370 \text{ km}$ . (juny-00 SÈRIE 1)

R:  $0,99 \text{ m/s}^2$ ;  $2,23 \cdot 10^{-4} \text{ rad/s}$ ;  $9224 \text{ m/s}$

2) P2. Un satèl·lit artificial de  $2.000 \text{ kg}$  de massa gira en òrbita circular al voltant de la Terra a una altura  $h_1 = 1.300 \text{ km}$  sobre la seva superfície. A causa del petit fregament existent s'acosta a la Terra lentament i, després d'uns mesos, l'altura sobre la superfície terrestre de la seva òrbita circular s'ha reduït fins a  $h_2 = 200 \text{ km}$ . Es demana:

- La relació  $g_1/g_2$  entre els valors del camp gravitatori terrestre en cadascuna de les dues òrbites circulars.
- La relació  $v_1/v_2$  entre les velocitats del satèl·lit en cadascuna d'aquestes dues òrbites.
- L'energia potencial del satèl·lit en la segona òrbita.

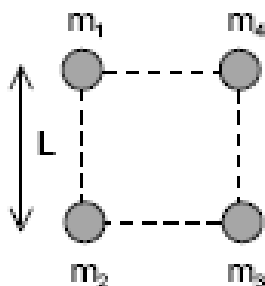
Dades:  $R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$ ;  $M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ . (juny-00-SÈRIE 3)

R:  $1,36$ ;  $0,93$ ;  $-1,21 \cdot 10^{11} \text{ J}$

3) P2. Quatre masses puntuals estan situades als vèrtexs d'un quadrat, tal com es veu a la figura. Determineu: (setembre-01 SÈRIE 4)

- El mòdul, direcció i sentit del camp gravitatori creat per les quatre masses en el centre del quadrat.
- El potencial gravitatori en aquest mateix punt.
- Si col·loquem una massa  $M = 300 \text{ kg}$  en el centre del quadrat, quant valdrà la força sobre aquesta massa deguda a l'atracció gravitatòria del sistema format per les 4 masses? Indiqueu quines són les components horitzontal i vertical d'aquesta força.

Dades:  $m_1 = m_2 = m_3 = 100 \text{ kg}$ ;  $m_4 = 200 \text{ kg}$ ;  $L = 3 \text{ m}$ ;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$ .



R:  $1,48 \cdot 10^{-9} \text{ N/kg}$  camp en la diagonal de  $m_2$  a  $m_4$ ;  $-1,57 \cdot 10^{-8} \text{ J/kg}$ ;  
 $F_x = F_y = 3,14 \cdot 10^{-7} \text{ N}$

4) P2. Un satèl·lit artificial de massa 1.500 kg descriu una trajectòria circular a una altura de 630 km de la superfície terrestre. Calculeu:

- El període del satèl·lit.
- L'energia cinètica i l'energia mecànica del satèl·lit en òrbita.
- L'energia mínima que caldria comunicar al satèl·lit en òrbita perquè s'allunyés indefinidament de la Terra.

Dades:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $R_T = 6.370 \text{ km}$ ;  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  (juny-03 SÈRIE 2)

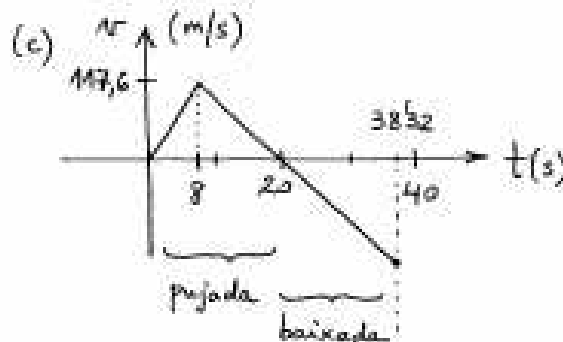
R:  $5,82 \cdot 10^3 \text{ s}$ ;  $4,29 \cdot 10^{10} \text{ J}$ ,  $-4,29 \cdot 10^{10} \text{ J}$ ;  $4,29 \cdot 10^{10} \text{ J}$

5) P2. Un coet és llançat verticalment cap amunt, des del repòs, i puja amb una acceleració constant de  $14,7 \text{ m/s}^2$  durant 8 s. En aquest moment se li acaba el combustible, i el coet continua el seu moviment de manera que l'única força a què està sotmès és la gravetat. (juny-03 SÈRIE 5)

- Calculeu l'altura màxima a què arriba el coet.
- Calculeu el temps transcorregut des de la sortida fins a la tornada del coet a la superfície de la terra.
- Feu un gràfic velocitat-temps d'aquest moviment.

Considereu  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ .

R:  $1646 \text{ m}$ ;  $38,32 \text{ s}$ ;



6) P2. Un satèl·lit meteorològic, de massa 300 kg, descriu una òrbita circular geostacionària, de manera que es troba permanentment sobre el mateix punt de l'equador terrestre. Calculeu: (setembre-03 SÈRIE 3)

- L'altura del satèl·lit mesurada des de la superfície de la Terra. [1 punt]
- L'energia potencial i l'energia mecànica del satèl·lit en la seva òrbita geostacionària. [1 punt]
- L'energia cinètica total que es va comunicar al satèl·lit en el moment del seu llançament des de la superfície terrestre per posar-lo en òrbita. [1 punt]

Dades:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ;  $R_T = 6.370 \text{ km}$ ;  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

R:  $3,59 \cdot 10^7 \text{ m}$ ;  $-2,84 \cdot 10^9 \text{ J}$  i  $-1,42 \cdot 10^9 \text{ J}$ ;  $1,74 \cdot 10^{10} \text{ J}$

7) Q1. Dos satèl·lits A i B tenen la mateixa massa i giren al voltant de la Terra en òrbites circulars, de manera que el radi de l'òrbita d'A és més gran que el radi de l'òrbita de B.

- Quin dels dos satèl·lits té més energia cinètica?
- Quin dels dos satèl·lits té més energia mecànica? (juny-04 SÈRIE 3)

R:  $E_{cA} < E_{cB}$ ;  $E_{mA} > E_{mB}$  (les dues negatives)

8) Q3. Dos satèl·lits que tenen la mateixa massa descriuen òrbites circulars al voltant d'un planeta. Les òrbites tenen radis a i b, amb  $a < b$ . Raoneu quin dels dos satèl·lits té més energia cinètica. (juny-04 SÈRIE 1)

R: El de radi a (menor) té més Ec.

9) Q1. Calculeu el temps aproximat que trigaria a completar la seva òrbita al voltant del Sol un planeta del sistema solar que es trobés a una distància mitjana del Sol tres vegades més gran que la distància mitjana de la Terra al Sol. (juny-04 SÈRIE 4)

R:  $(27)^{1/2} \cdot T_0 = 5,2$  anys

10) Q3. Supposeu que s'han mesurat les distàncies de la Terra al Sol ( $R_{TS}$ ) i de Mart al Sol ( $R_{MS}$ ), i que els resultats obtinguts són  $R_{TS} = (1,5 \pm 0,4) \cdot 10^8$  km,  $R_{MS} = (22,8 \pm 0,4) \cdot 10^8$  km. Quina mesura és més precisa? Raoneu la resposta. (setembre-04 SÈRIE 5)

R:  $R_{MS}$  menor  $E_r$

11) Q4. La Lluna descriu una òrbita al voltant de la Terra que correspon pràcticament a un moviment circular i uniforme, de període  $T = 27,4$  dies. La llum procedent de la Lluna triga 1,28 s a arribar a la Terra. Calculeu la velocitat angular i l'acceleració de la Lluna.

Dada:  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s. (setembre-04 SÈRIE 5)

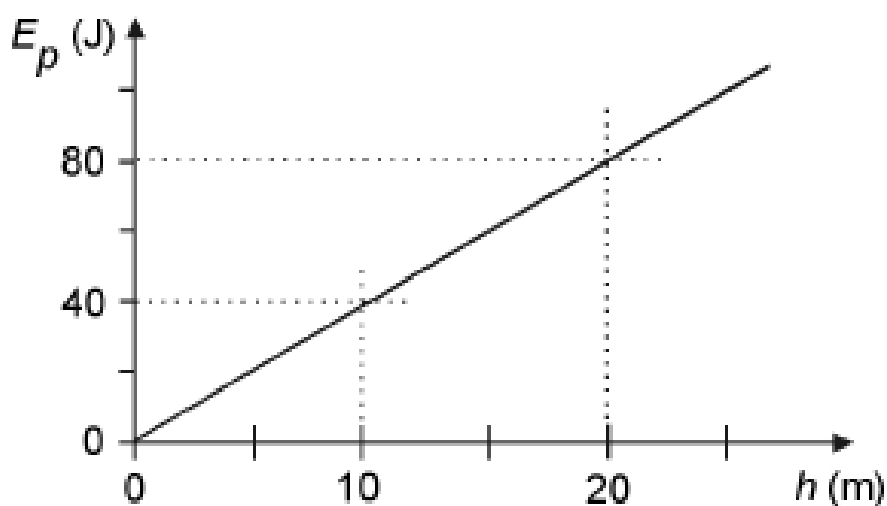
R:  $2,65 \cdot 10^{-6}$  rad/s;  $2,7 \cdot 10^{-3}$  m/s<sup>2</sup>

12) P2. El gràfic adjunt mostra com varia l'energia potencial gravitatòria d'un cos de massa 2 kg, en un planeta de radi  $R = 5.000$  km, amb la distància  $h$  a la superfície del planeta (suposant que  $h$  és molt més petita que  $R$ ).

Calculeu: (setembre-04 SÈRIE 5)

- L'acceleració de la gravetat a la superfície del planeta esmentat.
- La massa del planeta.
- La velocitat d'escapament en el planeta.

Dada:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.



R:  $2$  m/s<sup>2</sup> (gràfic);  $7,5 \cdot 10^{23}$  kg;  $4,47 \cdot 10^3$  m/s

13) Q2. Tenim una massa de 10 kg en repòs sobre la superfície terrestre. Quin treball cal fer per pujar-la fins a una altura de 10 m? I fins a una altura de 630 km?

(juny-05 SÈRIE 4)

Dades:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>,  $M_T = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg,  $R_T = 6,37 \cdot 10^6$  m

R: 981 J;  $5,6 \cdot 10^7$  J

**14) P2.** Júpiter és l'objecte més massic del sistema solar després del Sol. La seva òrbita al voltant del Sol es pot considerar circular, amb un període d'11,86 anys. Determineu: (juny-05 SÈRIE 1)

- La distància de Júpiter al Sol.
- La velocitat de Júpiter en la seva òrbita al voltant del Sol.
- L'energia mecànica total (cinètica i potencial) de Júpiter.

Dades: massa de Júpiter  $m = 1,9 \cdot 10^{27}$  kg, massa del Sol  $M = 2,0 \cdot 10^{30}$  kg, constant de la gravitació universal  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.

R:  $7,79 \cdot 10^{11}$  m;  $1,3 \cdot 10^4$  m/s;  $-1,63 \cdot 10^{35}$  J

**15) P1.** Tres masses puntuals,  $m_1 = 1$  kg,  $m_2 = 2$  kg i  $m_3 = 3$  kg, estan situades als vèrtexs d'un triangle equilàter de costat  $a = (3)^{1/2}$  m, en una regió de l'espai on no hi ha cap altre camp gravitatori que el creat per les tres masses. Determineu: (setembre-05 SÈRIE 3)

- El treball que s'ha fet per portar les masses des de l'infinít fins a la seva configuració actual (aquest treball correspon a l'energia potencial gravitatòria de la configuració).
- El potencial gravitatori en el punt mitjà del segment que uneix  $m_1$  i  $m_3$ .
- El mòdul de la força d'atracció gravitatòria que experimenta la massa  $m_1$ .

Dada:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>.

R:  $-4,2 \cdot 10^{-10}$  J;  $-3,7 \cdot 10^{-10}$  J/kg;  $9,7 \cdot 10^{-11}$  N

**16) Q1.** Un hipotètic planeta té la mateixa massa que la Terra i un radi doble.

- Quant val la gravetat a la superfície d'aquest planeta?
- Si traslladem al planeta un rellotge de pèndol que a la Terra estava perfectament ajustat, s'avança o s'endarrereix? Per què? (juny-06 SÈRIE 1)

R:  $2,45$  m/s<sup>2</sup>; s'endarrereix

**17) P1.** La massa de Saturn és de  $5,69 \cdot 10^{26}$  kg. Un dels seus satèl·lits, Mimas, té una massa de  $3,8 \cdot 10^{19}$  kg i un radi d' $1,96 \cdot 10^5$  m, i descriu una òrbita pràcticament circular al voltant de Saturn de radi  $1,86 \cdot 10^8$  m. Determineu: (juny-06 SÈRIE 3)

- El període de revolució de Mimas al voltant de Saturn.
- El valor de l'acceleració de la gravetat a la superfície de Mimas.
- La velocitat d'escapament de la superfície de Mimas.

Dada:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>·kg<sup>-2</sup>.

R: 81. 814 s (22,7 h);  $0,066$  m/s<sup>2</sup>; 161 m/s

**18) Q2.** Si la intensitat del camp gravitatori a la superfície de la Lluna és  $g_L$ , a quina altura sobre la superfície de la Lluna la intensitat del camp gravitatori val  $g_L/5$ ? (setembre - 06 SÈRIE 4)

Dades:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·m<sup>2</sup>·kg<sup>-2</sup>,  $M_L = 7,34 \cdot 10^{22}$  kg,  $R_L = 1,74 \cdot 10^6$  m

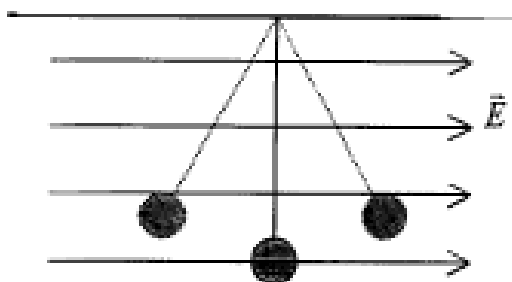
R:  $2,15 \cdot 10^6$  m

## II.- CAMP ELÈCTRIC

1) Q4. Dues càrregues elèctriques positives  $q_1$  i  $q_2$  estan separades per una distància d'1 m. Entre les dues hi ha un punt, situat a 55 cm de  $q_1$ , on el camp elèctric és nul. Sabent que  $q_1 = +7 \mu\text{C}$ , quant valdrà  $q_2$ ? (juny-00 SÈRIE 3)

R:  $4,69 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

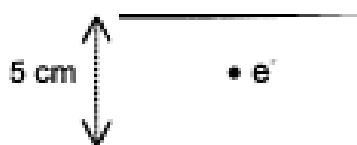
2) P2. Una bola metàl·lica de 100 g de massa amb una càrrega elèctrica de  $-5 \mu\text{C}$  penja verticalment d'un fil de seda subjectat al sostre. Quan li apliquem un camp elèctric uniforme i horitzontal de mòdul  $E = 2 \cdot 10^5 \text{ N/C}$  i sentit com a la figura, la bola es desvia de la vertical fins a assolir una nova posició d'equilibri. En aquesta situació,



- Quina de les dues posicions representades amb línia de punts a la figura serà la d'equilibri? Feu un esquema de les forces que actuen sobre la bola.
- Determineu l'angle que forma el fil amb la vertical.
- Calculeu la tensió del fil en la posició d'equilibri. (setembre-00 SÈRIE 2)

R: esquerra ( $q$  negativa): en mòduls  $F_E = q \cdot E = T_x$ ;  $T_y = mg$ ;  $\alpha = 45,58^\circ$ ; 1,40 N

3) P2. Al laboratori tenim dues plaques metàl·liques de gran superfície col·locades en forma horitzontal i paral·leles. Les plaques estan separades 5 cm i tenen càrregues iguals però de signe contrari. El camp elèctric a l'espai entre les plaques es pot suposar constant. Si en col·locar un electró ( $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ) al centre, aquest resta en repòs: (setembre-00 SÈRIE 6)



- Dibuixeu les forces que actuen sobre l'electró i indiqueu-ne l'origen. Raoneu quin serà el signe de la càrrega elèctrica de la placa superior.
- Quant val el camp elèctric en el punt on està situat l'electró? Feu un dibuix i indiqueu-hi la direcció i el sentit del camp elèctric.
- Quina és la diferència de potencial elèctric entre les plaques?

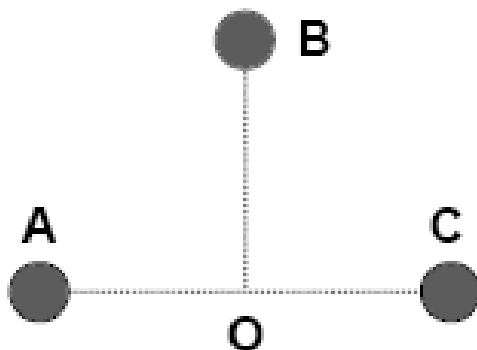
R: teoria, +;  $5,7 \cdot 10^{-11} \text{ N/C}$ , avall;  $2,8 \cdot 10^{-12} \text{ V}$

4) Q3. En cadascun dels vèrtexs d'un quadrat de 2 m de costat hi ha una càrrega  $Q = +5 \mu\text{C}$ . Quant valdran el camp i el potencial elèctrics en el centre del quadrat? Dada:  $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ . (juny-01-SÈRIE 2)

R: 0;  $1,27 \cdot 10^5$  V

5) Q3. La posició relativa de tres càrregues elèctriques positives A, B i C és la representada a la figura. Si el mòdul del camp elèctric creat per cadascuna al punt O val:  $E_A = 0,06 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ ;  $E_B = 0,04 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ ;  $E_C = 0,03 \text{ N}\cdot\text{C}^{-1}$ . Quines seran les components del camp total creat a O? Quant valdrà el mòdul d'aquest camp?

juny-01-SÈRIE 5



R: (0,02, - 0,04); 0,045 N/C

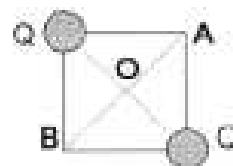
6) P1. Una partícula de massa  $m = 3 \cdot 10^{-2} \text{ kg}$  té una càrrega elèctrica negativa  $q = - 8 \mu\text{C}$ . La partícula es troba en repòs a prop de la superfície de la Terra i està sotmesa a l'acció d'un camp elèctric uniforme  $E = 5 \cdot 10^4 \text{ N/C}$ , vertical i dirigit cap al terra. Suposant negligibles els efectes del fregament, trobeu: (juny-02 SÈRIE 3)

- La força resultant (en mòdul, direcció i sentit) que actua sobre la partícula.
- El desplaçament efectuat per la partícula durant els primers 2 segons de moviment. Quin serà l'increment de l'energia cinètica de la partícula en aquest desplaçament?
- Si la partícula es desplaça des de la posició inicial fins a un punt situat 30 cm més amunt, quant haurà variat la seva energia potencial gravitatòria? I la seva energia potencial elèctrica?

R: 0,11 N, vertical amunt; 7,1 m; 0,75 J;  $8,8 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ ; - 0,12 J

7) P2. En dos vèrtexs oposats d'un quadrat de 10 cm de costat hi ha dues càrregues iguals  $Q = + 1 \mu\text{C}$ . (juny-02 SÈRIE2)

- Quant valen les components horitzontal i vertical del vector camp elèctric en els vèrtexs A i B? I en el centre del quadrat O?
- Quin serà el potencial elèctric en els punts A i O?
- Quin seria el treball necessari per portar una càrrega de prova  $q = + 0,2 \mu\text{C}$  des d'un punt molt llunyà fins al punt O? Quant vald aquest treball si la càrrega de prova fos  $q' = - 0,2 \mu\text{C}$ ? Compareu ambdós resultats i comenteu quin és el significat físic de la diferència entre aquests.



Dada:  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

R: En A :  $(9 \cdot 10^5, 9 \cdot 10^5)$ ; En B:  $(-9 \cdot 10^5, -9 \cdot 10^5)$ ; En O (0,0);  $18 \cdot 10^4 \text{ V}$ ;  $2,55 \cdot 10^5 \text{ V}$ ; 0,051 J; - 0,051J

8) Q3. El camp elèctric creat en un cert punt de l'espai per una càrrega elèctrica Q puntual i positiva val  $E = 200 \text{ N/C}$ . El potencial elèctric en aquest mateix punt és  $V = 600 \text{ V}$ . Deduïu el valor de la càrrega elèctrica Q. (juny-02 SÈRIE2)  
 Dada:  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

R:  $Q = 2 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

9) Q2. En cadascun dels vèrtexs d'un triangle equilàter de costat  $l = (3)^{1/2} \text{ m}$  hi ha situada una càrrega elèctrica puntual  $q = + 10^{-4} \text{ C}$ . Calculeu el mòdul de la força total que actua sobre una de les càrregues a causa de la seva interacció amb les altres dues.

Dada:  $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$  (setembre-02 SÈRIE 1)

R: 52 N

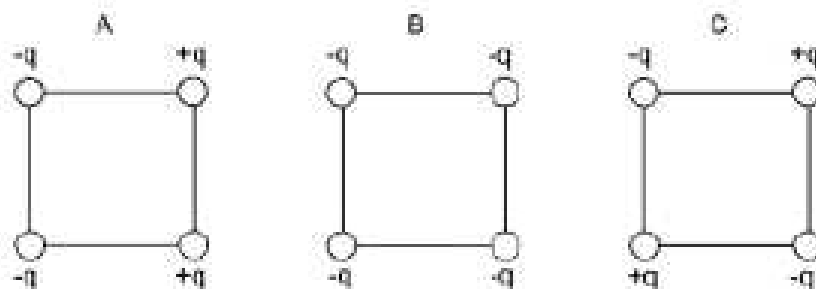
10) Q3. Una esfera metàl·lica de 10 cm de radi es carrega amb una càrrega positiva de  $10^{-5} \text{ C}$ . A continuació es connecta a una altra esfera metàl·lica, de 20 cm de radi, inicialment descarregada, i seguidament es desconnecta d'ella. Calculeu la càrrega de cada esfera a la situació final. (juny-03 SÈRIE 2)

R:  $3,33 \cdot 10^{-6} \text{ C}; 6,66 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

11) Q4. A la figura es mostren tres distribucions de càrregues, A, B i C, cadascuna de les quals està formada per quatre càrregues puntuals situades als vèrtexs d'un quadrat. Totes les càrregues tenen el mateix valor absolut q, però poden diferir en el signe, com es mostra a la figura. Indiqueu en quina o quines distribucions es compleix que:

- a) El camp és nul al centre del quadrat però el potencial no.
- b) Tant el camp com el potencial són nuls al centre del quadrat.

Justifiquen les respostes. (juny-03 SÈRIE 2)

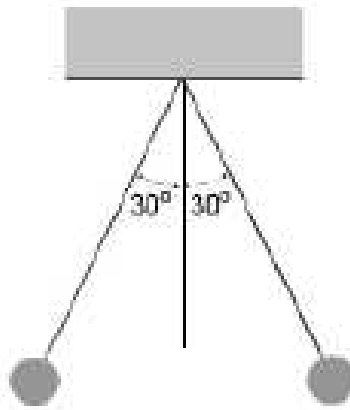


R: B; C

12) P2. Dues esferes puntuals de 20 g de massa cadascuna estan carregades amb la mateixa càrrega elèctrica positiva. Les esferes estan situades als extrems de dos fils d'1 m de longitud, tal com es veu a la figura. En la posició d'equilibri cada fil forma un angle de  $30^\circ$  amb la vertical. (juny-03 SÈRIE 5)

- a) Calculeu la tensió dels fils en la posició d'equilibri.
- b) Calculeu la càrrega de cada esfera.
- c) Calculeu el camp elèctric (mòdul, direcció i sentit) que s'hauria d'aplicar a l'esfera de l'esquerra per mantenir-la en la mateixa posició d'equilibri si no existís l'esfera de la dreta.

Dades:  $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .



**R:** 0,23 N;  $3,6 \cdot 10^{-6}$  C;  $3,24 \cdot 10^4$  N/C; de mòdul l'anterior, horitzontal i cap a l'esquerra.

**13) Q2.** Una càrrega puntual  $Q$  crea en un punt de l'espai un camp elèctric d'intensitat 10 N/C i un potencial elèctric de - 3 V. Determineu el valor i el signe de la càrrega.  
(setembre-03 SÈRIE 3).

*Dada:*  $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

**R:**  $-1 \cdot 10^{-10}$  C

**14) P2.** Tres càrregues elèctriques puntuals, positives, de  $10^{-4}$  C cadascuna, estan situades als vèrtexs d'un triangle equilàter de  $(3)^{1/2}$  m de costat. Calculeu:  
(juny-04 SÈRIE 3)

- El valor de la força electrostàtica que actua sobre cada càrrega per efecte de les altres dues.
- El potencial elèctric en el punt mitjà d'un costat qualsevol del triangle.
- L'energia potencial electrostàtica emmagatzemada en el sistema de càrregues.

*Dada:*  $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

**R:** 52,0 N;  $2,7 \cdot 10^6$  V;  $1,56 \cdot 10^2$  J

**15) Q4.** Una esfera conductora de radi 2 cm té una càrrega de  $-3\mu\text{C}$ .

(juny-04 SÈRIE 1)

- Quant val el potencial elèctric creat per l'esfera en un punt que dista 3 cm del centre de l'esfera?
- Quant val el camp elèctric creat per l'esfera en un punt que dista 1 cm del centre de l'esfera?

*Dada:*  $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

**R:**  $9 \cdot 10^5$  V; 0

**16) P2.** Considereu dues càrregues iguals, cadascuna de valor  $Q = 10^{-5}$  C, fixes en els punts (0,2) i (0,-2). Les distàncies es mesuren en m i la constant de Coulomb val  $K = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$  (juny-04 SÈRIE 1)

- Calculeu el camp elèctric en el punt (2,0). Determineu la força elèctrica total que experimentaria una petita càrrega  $q = 10^{-6}$  C situada en aquest punt.



b) Determineu el treball elèctric que un agent extern ha hagut de fer sobre la càrrega  $q$  per portar-la des de l'infinit fins al punt (2,0) sense modificar la seva energia cinètica.

c) Suposeu que la càrrega  $q$  té una massa de 3 g i es troba en repòs en el punt (2,0). Calculeu la velocitat amb què arriba al punt (3,0).

**R:**  $1,59 \cdot 10^4$  N/C i  $1,59 \cdot 10^{-2}$  N;  $6,36 \cdot 10^{-2}$  J (contra el camp); 3,02 m/s

**17) P2.** Una càrrega elèctrica puntual  $Q = +2 \cdot 10^{-8}$  C està fixa en el punt A, de coordenades (-4,0). Una segona càrrega idèntica a l'anterior està fixa en el punt B, de coordenades (4,0). Les distàncies estan donades en m. Determineu:

a) El mòdul, la direcció i el sentit del camp elèctric a l'origen de coordenades (O) i en el punt P, de coordenades (0,3).

b) El potencial elèctric en aquests mateixos punts.

c) Suposeu que una càrrega positiva  $q$  es mou des de P fins a O seguint l'eix y. Analitzeu com es modifica la velocitat de  $q$  (augmenta, disminueix o es manté constant) a causa de la interacció amb les càrregues fixes. Raoneu la resposta.

(juny-04 SÈRIE 4)

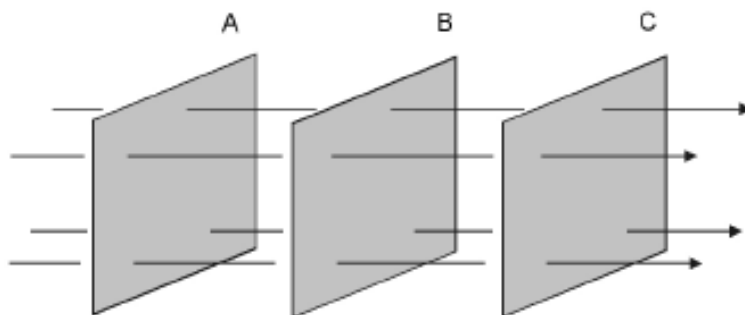
*Dada:*  $1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9$  N·m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>

**R:** 0, 8,64 j (N/C); 90 V, 72 V; la velocitat disminueix està "desaccelerada"

**18) Q3.** Tenim tres superfícies equipotencials, A, B i C, planes i paral·leles, en el si d'un camp elèctric uniforme representat per les línies de força (o línies de camp) de la figura. Els potencials de les superfícies són de 60 V, 40 V i 80 V.

a) Indiqueu de forma raonada a quina superfície correspon cadascun d'aquests valors.

b) Si la distància entre dues superfícies equipotencials consecutives és de 5 cm, determineu el valor del camp. (juny-04 SÈRIE 4)



**R:** A = 80 V, B = 60 V i C = 40 V; 400 V/m

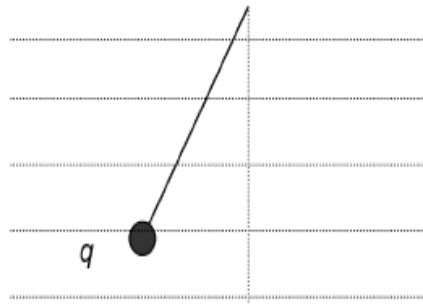
**19) Q1.** Dues càrregues puntuals fixes  $Q$  i  $-Q$  estan separades una distància  $D$ . Digueu si les afirmacions següents són certes o falses i justifiqueu la resposta.

a) En la línia que uneix les dues càrregues només hi ha un punt (a distància finita) en què el potencial elèctric és nul.

b) No hi ha cap punt de l'espai (a distància finita) en què el camp elèctric sigui nul. (setembre-04 SÈRIE 5)

**R:** Certa ( $x = D/2$ ); Certa - línies de camp d'un dipol no s'anul·len a distància finita.

**20) Q4.** Una partícula de massa  $m$ , carregada elèctricament i lligada a l'extrem d'una corda, es manté en equilibri dins d'un camp elèctric horitzontal uniforme.  
(setembre-04 SÈRIE 5)



Si assignem els nombres:

- 1: la càrrega és positiva
- 2: la càrrega és negativa
- 3: el camp elèctric apunta cap a l'esquerra
- 4: el camp elèctric apunta cap a la dreta

trieu, de les possibilitats següents, la que correspongui a la situació representada en la figura: A) 1 i 4

- B) 2 i 3
- C) 1 i 3
- D) 2 i 4

a) Traslladeu la resposta al quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (A, B, C o D).

b) Justifiqueu la resposta.

**R:** C o D (les dues valen); la força ha d'anar cap a l'esquerra.

**21) P2.** Considereu dues càrregues idèntiques de valor  $q = -3 \mu\text{C}$  situades als vèrtexs de la base d'un triangle equilàter de costat  $r = 2 \text{ m}$ . Determineu: (juny-05 SÈRIE 4)

- a) El camp elèctric creat per aquestes càrregues en el vèrtex superior del triangle.
- b) El treball necessari per portar una càrrega positiva d' $1 \mu\text{C}$  des de l'infinit fins al vèrtex superior del triangle.
- c) L'energia potencial d'una càrrega positiva d' $1 \mu\text{C}$  col·locada al vèrtex superior del triangle.

Dada:  $k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

**R:** (0,-11,691) (N/C);  $-2,7 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ ;  $-2,7 \cdot 10^{-2} \text{ J}$

**22) Q2.** Entre dos punts A i B s'estableix una diferència de potencial  $V_A - V_B = 120 \text{ V}$ . Un electró està situat al punt B, inicialment en repòs. Determineu: (juny-05 SÈRIE 1)

- a) La velocitat amb què arriba al punt A.
- b) La longitud d'ona de de Broglie de l'electró, corresponent a la velocitat anterior.

Dades:  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ ,  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ,  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

**R:**  $6,5 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ ;  $1,1 \cdot 10^{-10} \text{ m}$

**23) P2.** Un condensador pla té les plaques metàl·liques verticals i separades  $2 \text{ mm}$ . En el seu interior hi ha un camp elèctric constant, dirigit cap a l'esquerra, de valor  $10^5 \text{ N/C}$ .  
(setembre-05 SÈRIE 3)

a) Calculeu la diferència de potencial entre les plaques del condensador. Feu un esquema del condensador i indiqueu quina placa és la positiva i quina la negativa.

b) Calculeu la diferència de potencial entre dos punts A i B de l'interior del condensador separats 0,5 mm i col·locats de manera que el segment AB és perpendicular al camp elèctric.

Justifiqueu la resposta.

c) Considereu un electró a la regió entre les dues plaques del condensador. Si el deixem anar des del repòs molt a prop de la placa negativa, determineu amb quina energia cinètica arriba a la placa positiva. Els efectes gravitatoris es poden considerar negligibles.

Dades: càrrega de l'electró  $q_e = -1,60 \cdot 10^{-19}$  C, massa de l'electró  $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$  kg

R: ddp = 200 V (- i +); 0 V;  $3,2 \cdot 10^{-17}$  J

**24) P2.** Tres partícules carregades,  $q_1 = -1 \mu\text{C}$ ,  $q_2 = 3 \mu\text{C}$ ,  $q_3 = -2 \mu\text{C}$ , es troben sobre un pla en els punts de coordenades  $P_1 = (0,0)$ ,  $P_2 = (10,0)$  i  $P_3 = (0,10)$ , respectivament. Totes les coordenades s'expressen en m. Calculeu: (juny-06 SÈRIE 1)

a) La força elèctrica que actua sobre  $q_1$ .

b) El potencial elèctric en el punt  $P_4 = (0,5)$ .

c) La variació d'energia potencial elèctrica que experimenta un electró quan el desplaçem del punt  $P_4 = (0,5)$  al punt  $P_5 = (0,15)$ .

Dades:  $q_e = -1,602 \cdot 10^{-19}$  C,  $k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9,0 \cdot 10^9$  N·m<sup>2</sup>·C<sup>-2</sup>

R:  $9,0 \cdot 10^{-5}$  (3,-2) N; -  $3,0 \cdot 10^3$  V; -  $4,8 \cdot 10^{-17}$  J

**25) Q4.** Un electró inicialment en repòs es deixa lliure en un punt de l'espai, en presència del camp elèctric creat per una càrrega puntual positiva. (juny-06 SÈRIE 1)

1. Quan l'electró es desplaça en el camp elèctric:

a) Augmenta la seva energia potencial electrostàtica.

b) Segueix el sentit de les línies de camp.

c) Es mou en la direcció de potencial elèctric creixent.

2. Quan l'electró es desplaça entre dos punts del camp que tenen una diferència de potencial de 1.000 V:

a) La seva energia cinètica augmenta en 1.000 J.

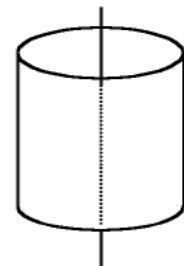
b) La seva energia cinètica augmenta en 1.000 eV.

c) La seva energia mecànica augmenta en 1.000 eV.

R: 1.c; 2.b.

**26) Q3.** Un filament incandescent, que es troba a un potencial elèctric de 0 V, emet un electró inicialment en repòs. L'electró es recollit per un cilindre coaxial, metàl·lic, que es troba a un potencial de 1.000 V. Determineu l'energia amb què impacta l'electró en el cilindre. Expressau el resultat en eV. (juny-06 SÈRIE 3)

Dades:  $q_e = 1,602 \cdot 10^{-19}$  C,  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19}$  J



R:  $1,602 \cdot 10^{-16}$  J;  $10^3$  eV

**27) P2.** Tenim dues càrregues puntuals fixes,  $Q_1 = 10 \mu\text{C}$  i  $Q_2 = -10 \mu\text{C}$ , situades respectivament a l'origen de coordenades i en el punt (3,0). Col·loquem en el punt (3,4) una altra càrrega puntual,  $q = 1 \mu\text{C}$ . Calculeu: (juny-06 SÈRIE 3)

- L'energia potencial electrostàtica de la càrrega  $q$ .
- L'expressió vectorial de la força a què està sotmesa la càrrega  $q$ .
- En quant canviarien els resultats dels apartats anteriors si les càrregues, en lloc de trobar-se en el buit, estiguessin submergides en aigua.

Dades:  $k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ ; la constant dielèctrica relativa de l'aigua val 81; les distàncies es mesuren en m.

**R:**  $-4,5 \cdot 10^{-3} \text{ J}$ ;  $(2,16, -2,74) \cdot 10^3 \text{ N}$ ; ambdós resultats anteriors dividits per 81.

**28) P2.** Tres càrregues elèctriques puntuals i positives es troben situades als vèrtexs d'un triangle equilàter de costat  $(3)^{1/2} \text{ m}$ . Dues d'aquestes tenen càrrega  $q$  i la tercera té càrrega  $2q$ , essent  $q = 10^{-4} \text{ C}$ . Calculeu: (setembre - 06 SÈRIE 4)

- El potencial elèctric en el punt mitjà del costat en què es troben les dues càrregues més petites (punt P).
- El camp elèctric en el mateix punt P.
- El treball que cal fer per traslladar la càrrega  $2q$  des del vèrtex on es troba fins al punt P.

Dada:  $k = 1/(4\pi\epsilon_0) = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

**R:**  $3,28 \cdot 10^6 \text{ V}$ ;  $-8 \cdot 10^5 \text{ j (N/C)} = 8 \cdot 10^5 (0, -1) \text{ N/C}$ ;  $2,1 \text{ J}$

### III.- CAMP MAGNÈTIC

1) Q2. Disposem d'una bobina, cable elèctric, un imant potent i un amperímetre capaç de mesurar el pas de corrents elèctrics de molt baixa intensitat. Com es podria aconseguir que l'agulla de l'amperímetre assenyalés pas de corrent? (Feu-ne un dibuix.) En quina llei es basa l'experiment? (juny-00 SÈRIE 3)

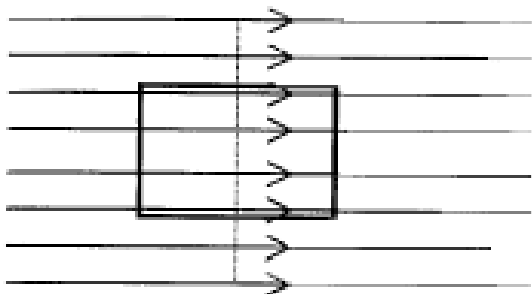
R: inducció electromagnètica (teoria)

2) Q2. Una espira rectangular es troba en una regió de l'espai on hi ha un camp magnètic uniforme, tal com es veu a la figura. Raoneu si es generarà corrent a l'espira en els casos següents:

a) Si es mou l'espira cap a la dreta.

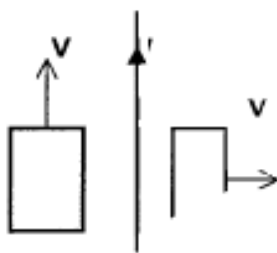
b) Si es fa girar l'espira sobre ella mateixa per la línia de punts.

(setembre-00 SÈRIE 2)



R: no; sí

3) Q4. Per un fil vertical indefinit circula un corrent elèctric d'intensitat  $I$ . Si dues espires es mouen amb les velocitats indicades a la figura, s'induirà corrent elèctric en alguna d'elles? Per quina? Raoneu la resposta. (setembre-00 SÈRIE 6)

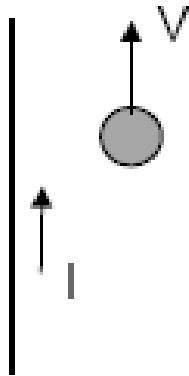


R: dreta sí; esquerra no (teoria)

4) Q2. Per un fil, que suposarem infinitament llarg, hi circula un corrent continu d'intensitat  $I$ . A prop del fil i amb velocitat  $V$  paral·lela a aquest fil es mou una partícula amb càrrega negativa.

a) Quines seran la direcció i sentit del camp magnètic creat per  $I$  en el punt on és la partícula? I els de la força que el camp magnètic fa sobre la partícula?

b) Canviarien les respostes de l'apartat a) si la càrrega fos positiva? En cas afirmatiu, quin seria el canvi? (juny-01 SÈRIE 2)



**R:** camp perpendicular al paper endins i F en el pla del paper cap a la dreta; camp idem i F igual direcció, però de sentit contrari.

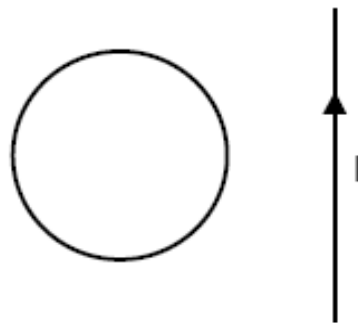
**5) Q4.** Un corrent altern de tensió eficaç 25 V proporciona a una resistència elèctrica una potència de 100 W.

- Quina intensitat eficaç circula per la resistència?
- Quanta energia s'ha donat a la resistència en 30 minuts? (Expresseu el resultat en J i en kW · h). (juny-01-SÈRIE 2)

**R:** 4 A;  $1,8 \cdot 10^5$  J i 0,05 kW.h

**6) Q2.** Per un conductor rectilini circula un corrent continu I. Al costat hi ha una espira circular situada de manera que el fil rectilini i l'espira estan en un mateix pla.

- Quines seran la direcció i el sentit del camp magnètic creat pel corrent I a la regió de l'espai on és l'espira?
- Si disminueix el valor de I, apareixerà un corrent elèctric induït a l'espira? Per què? (juny-01-SÈRIE 5)



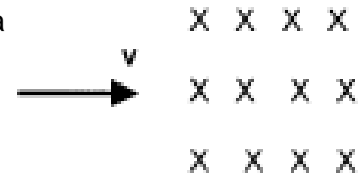
**R:** perpendicular al paper enfora; sí, inducció em (teoria)

**7) Q4.** El transport de corrent des de les centrals elèctriques fins als centres de consum es fa a voltatges elevats. Per què? (setembre-01 SÈRIE 4)

**R:** per minimitzar les pèrdues energètiques per efecte Joule.

**8) Q4.** Un electró i un protó que tenen la mateixa velocitat penetren en una regió on hi ha un camp magnètic perpendicular a la direcció de la seva velocitat. Aleshores la seva trajectòria passa a ser circular. (juny -02 SÈRIE 3)

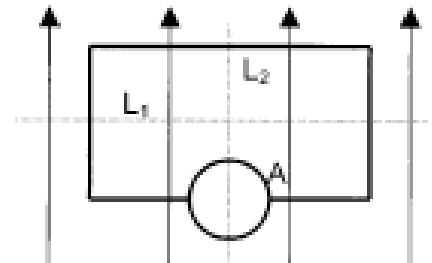
- a) Raoneu quina de les dues partícules descriurà una trajectòria  
 b) Dibuixeu esquemàticament la trajectòria de cada partícula i indiqueu quin és el sentit de gir del seu moviment.  
 Recordeu que  $m_e < m_p$ ;  $q_e = -q_p$



R:  $R_e < R_p$ ;  $p^+$  antihorari;  $e^-$  horari (teoria)

- 9) Q4. Una espira rectangular està sotmesa a l'acció d'un camp magnètic uniforme, com indiquen les fletxes de la figura. Raoneu si l'amperímetre A marcarà pas de corrent:

- a) si es fa girar l'espira al voltant de la línia de punts horitzontal ( $L_1$ ).  
 b) si es fa girar l'espira al voltant de la línia de punts vertical ( $L_2$ ). (juny -02 SÈRIE 2)



R: sí; no

- 10) Q4. Un protó entra en una regió on hi ha un camp magnètic uniforme  $B = 0,2 \text{ T}$ . Si, en entrar-hi, va a una velocitat  $v = 10^6 \text{ m/s}$ , perpendicular a la direcció del camp, calculeu el radi de la trajectòria circular que descriu el protó.  
 Dades:  $q_p = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  (setembre-02 SÈRIE 1)

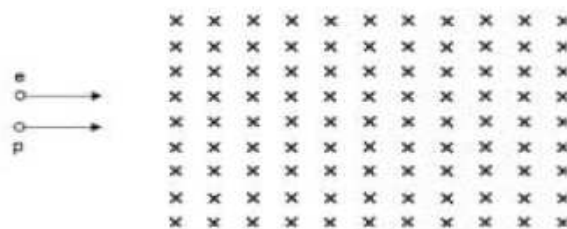
R: 5,2 cm

- 11) Q4. En una regió de l'espai hi ha un camp elèctric i un camp magnètic constants en la mateixa direcció i sentit. En un determinat instant penetra en aquesta regió un electró amb velocitat paral·lela als camps i de sentit contrari. Descriviu el tipus de moviment que farà l'electró. Justifiqueu la resposta. (juny-03 SÈRIE 2)

R: l'electró seguirà un MRUA en el sentit de  $v_0$

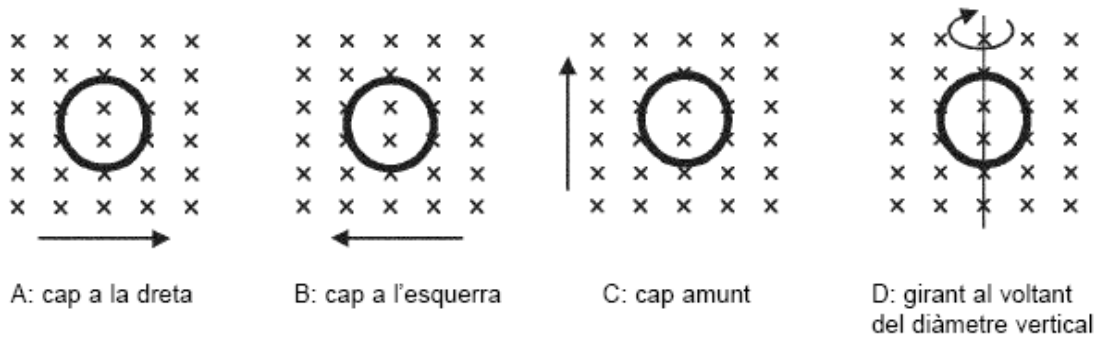
- 12) P2. Un protó i un electró que viatgen a la mateixa velocitat penetren en una regió de l'espai on hi ha un camp magnètic perpendicular a la seva trajectòria, com es mostra a la figura. La massa del protó és aproximadament 1.758 vegades més gran que la massa de l'electró. (setembre-03 SÈRIE 3)

- a) Feu un esquema del moviment que seguiran les dues partícules. [1 punt]  
 b) Determineu la relació entre els radis de les trajectòries. [1 punt]  
 c) Determineu la relació entre els períodes de rotació de les partícules. [1 punt]



R: (teoria);  $R_p/R_e = 1758$ ;  $T_p/T_e = 1758$

13) Q4. Una espira es mou en el si del camp magnètic uniforme representat en la figura, en el sentit que s'indica en cada cas. El símbol X indica que el camp entra en el paper. (juny-04 SÈRIE 3)



En l'espira, s'indueix corrent elèctric:

- a) en tots els casos.
- b) només en el cas D.
- c) en els casos A i B.
- d) en els casos A, B i C.

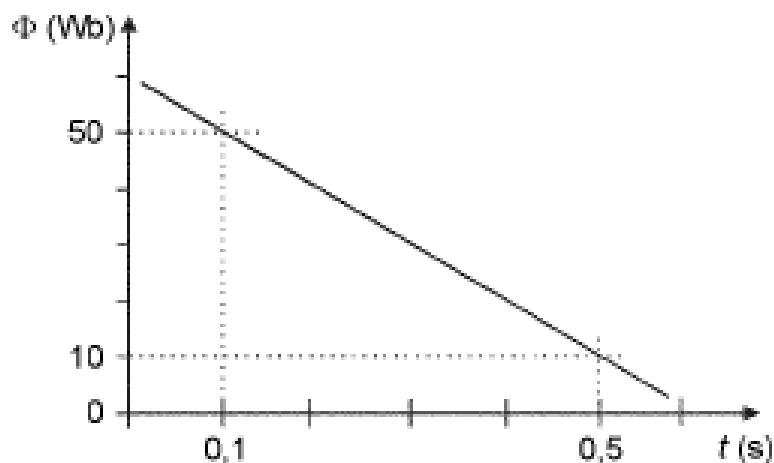
Escolliu l'opció correcta i raoneu la resposta.

R: b) teoria

14) Q4. En aquest gràfic es representa la variació del flux magnètic amb el temps en un circuit. El valor de la força electromotriu induïda serà: (juny-04 SÈRIE 3)

- A) 20 V
- B) 50 V
- C) 100 V
- D) 500 V

- a) Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (A, B, C o D).
- b) Justifiqueu la resposta.



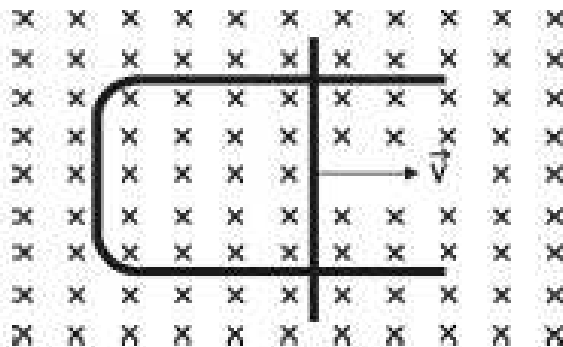
R: C); derivada (pendent de la recta)

15) Q3. Considereu un camp magnètic uniforme, perpendicular a la superfície plana delimitada per un fil metàl·lic en forma de U, i una barra metàl·lica que es mou sobre el



fil a velocitat constant i en el sentit indicat en la figura. El símbol X indica que el camp apunta cap a dins del paper. (juny-04 SÈRIE 1)

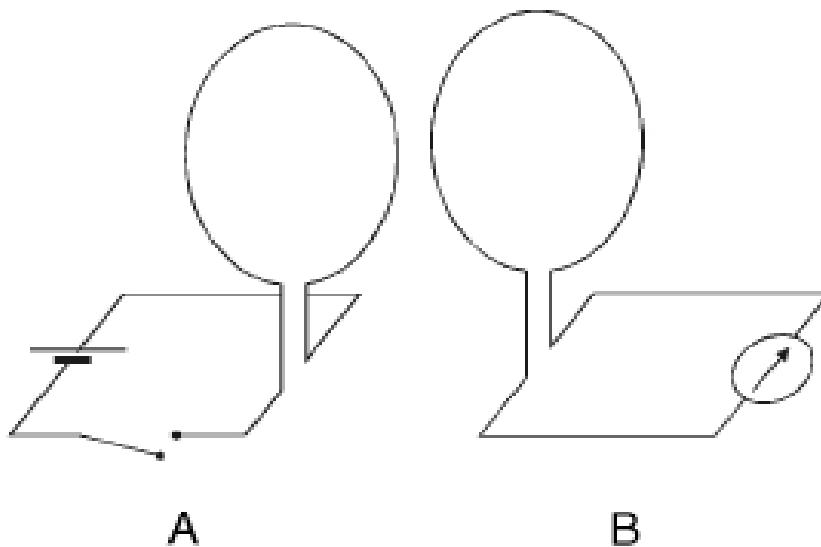
- En quin sentit circula el corrent induït en el circuit? Raoneu la resposta.
- Quin moviment hauria de descriure la barra perquè el corrent induït fos altern? Per què?



**R:** sentit antihorari per compensar la variació de flux magnètic (teoria); MHS perquè el corrent induït variés de forma sinusoidal amb el temps.

**16) Q4.** La figura representa dues espires circulars, A i B, enfrontades. L'espira A està connectada a un generador i un interruptor, mentre que l'espira B està connectada a un amperímetre. Raoneu si les afirmacions següents són vertaderes o falses:

- Si l'amperímetre no indica pas de corrent, l'interruptor de l'espira A està forçosament obert.
- Si l'interruptor de l'espira A està tancat i l'espira A se separa de l'espira B, l'amperímetre no indica pas de corrent. (juny-04 SÈRIE 4)

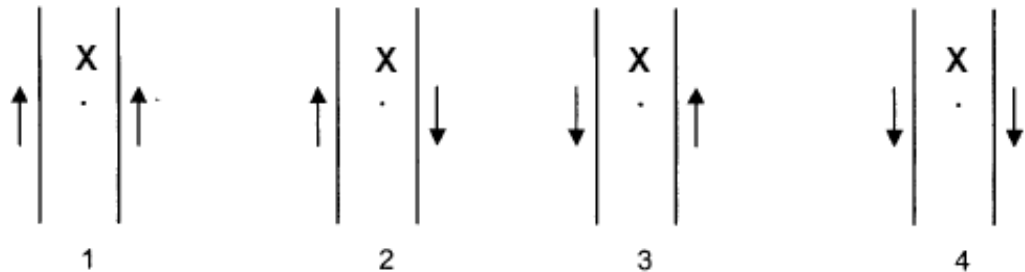


**R:** a) F; b) F (teoria, inducció em)

**17) Q4.** Per dos conductors elèctrics rectilinis molt llargs i paral·lels circulen corrents de la mateixa intensitat. La figura representa les quatre configuracions possibles,

atenent el sentit del corrent en cada conductor, representat per les fletxes. Digueu en quins casos el camp magnètic induït en el punt X, equidistant dels dos fils, serà zero: (juny-04 SÈRIE 4)

- A) 1 i 2
- B) 1 i 4
- C) 2 i 3
- D) 3 i 4

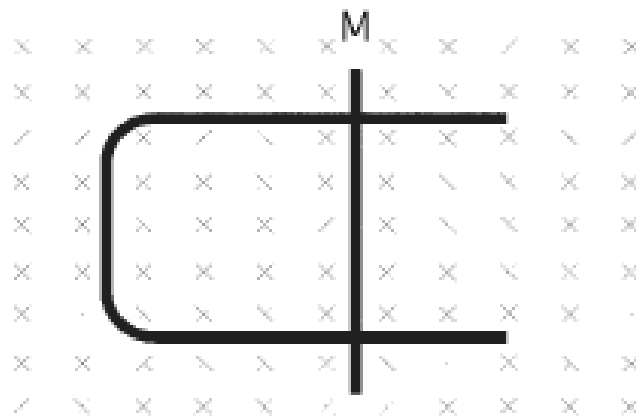


- a) Trieu la resposta que considereu correcta i traslladeu-la al quadernet de respostes, indicant el número de la pregunta i, al costat, la lletra que precedeix la resposta que considereu correcta (A, B, C o D).
- b) Justifiqueu la resposta.

**R:** (B); (teoria)

**18) Q3.** L'energia cinètica d'una partícula carregada, pot ser modificada per un camp magnètic uniforme? I per un camp elèctric uniforme? Justifiqueu les respostes. (juny-05 SÈRIE 4) **R:** No; Sí (teoria)

**19) Q4.** Sobre el conductor metàl·lic en forma de U de la figura pot lliscar la barra metàl·lica M. Tot el conjunt es troba en un pla horitzontal, en presència d'un camp magnètic uniforme de mòdul  $B$ , direcció perpendicular al pla del paper i sentit cap a dins. (juny - 05 SÈRIE1)



1. Si la barra llisca a velocitat constant en el sentit en què augmenta la superfície delimitada pel circuit, s'indueix un corrent en el circuit que:
- a) Circula en el sentit de gir de les agulles del rellotge.
  - b) Circula en sentit contrari al del gir de les agulles del rellotge.
  - c) Creix en el temps.

2. Si el flux magnètic a través de la superfície delimitada pel circuit, en funció del temps, ve donat per  $\Phi = 0,1 \cdot t$  (en unitats de l'SI), la força electromotriu del corrent induït en el circuit en els primers 5 s té un valor de:

- a) 5 V.
- b) 0,5 V.
- c) 0,1 V.

3. Si la barra llisqués sobre el conductor en forma de U amb un moviment vibratori harmònic:

- a) La força electromotriu del corrent induït en el circuit tindria un valor constant.
- b) El corrent induït seria un corrent altern.
- c) No s'induiria corrent, perquè el circuit no conté cap generador.

4. Si la barra es mantingués immòbil sobre el conductor en forma de U, i disminuís progressivament el valor del camp magnètic en el circuit:

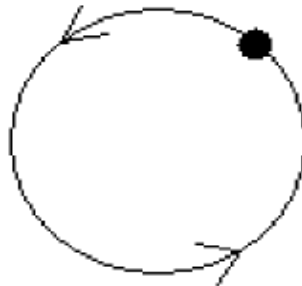
- a) No s'induiria corrent.
- b) S'induiria corrent en el sentit de gir de les agulles del rellotge.
- c) S'induiria corrent en sentit contrari al del gir de les agulles del rellotge.

5. Si el conductor en forma de U girés entorn de l'eix vertical definit per la barra M:

- a) Circularia un corrent d'intensitat constant.
- b) No circularia corrent.
- c) Circularia un corrent d'intensitat variable.

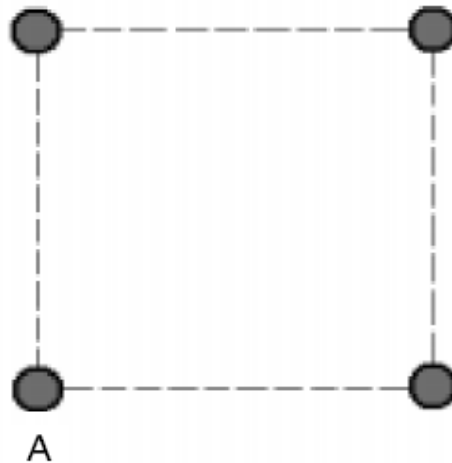
**R:** 1.b, 2.c, 3.b, 4.b, 5.c

**20) Q4.** Un electró es mou en un camp magnètic uniforme i descriu una trajectòria circular continguda en el pla del paper, com la de la figura. Determineu la direcció i el sentit del camp magnètic amb referència al pla del paper. Raoneu la resposta. (juny-06 SÈRIE 1)



**R:** Força de Lorentz per  $q < 0$ : camp magnètic perpendicular al pla del paper i cap enfora.

**21) Q3.** Quatre fils conductors idèntics, A, B, C i D, perpendiculars al pla del paper, tallen el paper en els vèrtexs d'un quadrat tal com indica la figura. Per tots els fils circulen corrents elèctrics iguals i en el mateix sentit. Indiqueu la direcció i el sentit de la força resultant exercida sobre el conductor A per la resta de conductors. (setembre - 06 SÈRIE 4)



**R:** Totes les forces són d'atracció. La resultant té la direcció de la diagonal del quadrat i sentit cap al centre. (feu el dibuix dels vectors)

**22) Q4. (setembre - 06 SÈRIE 4)**

1. Perquè es generi corrent induït en un circuit indeformable en repòs, cal que:

- a) Sigui travessat per un camp elèctric variable.
- b) Sigui travessat per un camp magnètic constant.
- c) Sigui travessat per un camp magnètic variable.

2. Els transformadors:

- a) Es fonamenten en la inducció electromagnètica entre circuits.
- b) Funcionen tant en corrent continu com en corrent altern.
- c) Canvien la freqüència del corrent altern.

**R:** 1.c; 2.a