

Prova d'accés a la Universitat (2010)

Física

Model 3

TEMPS: 1,5 HORES

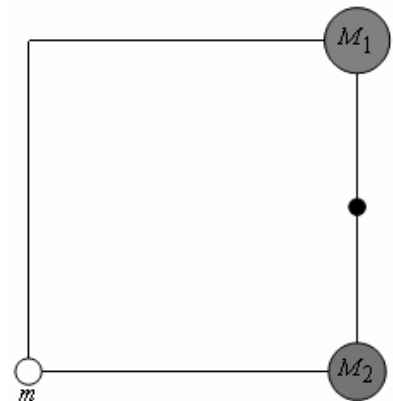
Puntuació

Preguntes 1 a 4: 1 punt cada una. Preguntes 5 i 6: 1 punt cada apartat.

Els criteris generals d'avaluació es comunicaren al professorat a les reunions de coordinació i estan publicats a la web de la UIB. Els criteris específics d'avaluació es publicaran a la web de la UIB.

OPCIÓ A

1. Quin és el defecte de massa del nucli d'heli ${}^4_2\text{He}$? Deixa el resultat en unitats de massa atòmica. Masses atòmiques: Nucli d'heli: 4.00262 u; neutró: 1,00866 u; protó: 1.00728 u.
2. Dibuixa els esquemes de les línies de camp elèctric contingudes en un pla en el qual hi ha dues càrregues elèctriques separades una certa distància quan: a) les dues són positives; b) una és positiva i l'altra negativa.
3. Dos fils rectes paral·lels, separats 20 cm, porten corrents de 2.5 A i 1.5 A en el mateix sentit. a) Dibuixa un esquema per mostrar la direcció i el sentit del camp magnètic que crea cada fil en el punt mig entre ells. b) Determina a quina distància del fil amb 2.5 A s'anul·la el camp. $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2}$
4. Quin és l'angle límit per a un raig que passa d'aigua a oli? I per un raig que passa d'oli a aigua? Fes un esquema d'un raig que passi d'oli a aigua amb un angle lleugerament inferior a l'angle límit. $n_{\text{aigua}} = 1.33$, $n_{\text{oli}} = 1.51$
5. Dues esferes de masses $M_1 = 3000 \text{ kg}$ i $M_2 = 2000 \text{ kg}$ tenen els centres en dos vèrtex d'un quadrat de 4 m de costat. a) Quin és el camp gravitatori en el punt mig de la línia entre els centres de les masses? b) Quina és la força sobre la massa $m = 200 \text{ kg}$? I el mòdul de la força en μN ? c) Quina és l'energia potencial gravitatòria de la massa m en el camp de les masses M_1 i M_2 ?
6. Una ona està representada per l'expressió
$$y(x, t) = 0.01 \cos(2\pi x + 5\pi t)$$

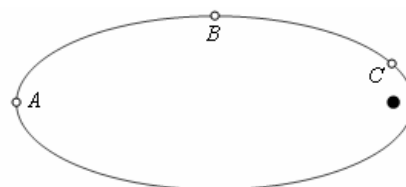


on x i y han d'estar en metres i t en segons. a) Quina és la velocitat de propagació de l'ona? b) Dóna tres temps consecutius en els que y valgui 0.004 a l'origen de l'eix x . c) Quina és la diferència de fase entre $x = 1 \text{ m}$ i $x = 1.5 \text{ m}$?

OPCIÓ B

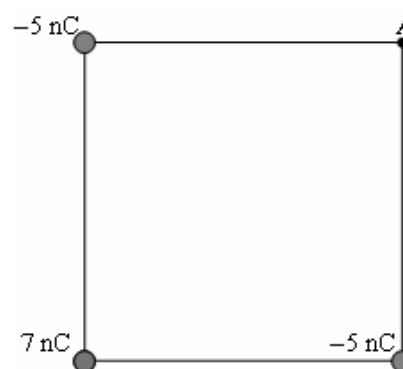
1. L'activitat d'una mostra radioactiva s'acaba de mesurar i ha estat de 3.02×10^8 Bq, i fa exactament una setmana era d' 1.08×10^9 Bq. Quina serà l'activitat de la mostra d'aquí a set dies?
2. Una ona de pressió es propaga sense atenuació en línia recta a 340 m/s. La longitud d'ona és de 41 cm. Un cronòmetre es posa a zero quan es mesura un mínim de pressió en un punt determinat de l'espai. Quan es mesurarà el següent mínim de pressió en aquest punt?

3. Un cometa segueix una òrbita el·líptica amb la forma mostrada a la figura al voltant d'una estrella (punt negre). En quin dels tres punts és la velocitat orbital major? I en quin dels tres punts és menor? Justifica la resposta.

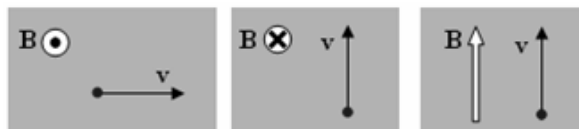


4. A quina distància d'una lent convergent de distància focal f hem de col·locar un objecte perquè l'augment transversal sigui igual a 2? Dibuixa l'objecte i la lent i fes un diagrama de raigs per trobar la imatge.

5. Tres càrregues puntuals estan en tres vèrtex d'un quadrat de 21 cm com es mostra a la figura. **a)** Què val el potencial en el vèrtex A. **b)** Calcula el camp elèctric en el vèrtex A degut a les tres càrregues puntuals. **c)** Dibuixa en les proximitats del punt A la línia equipotencial que passa per aquest punt explicant el perquè del traçat que facis.



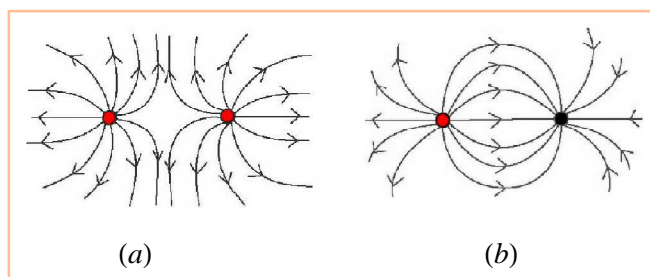
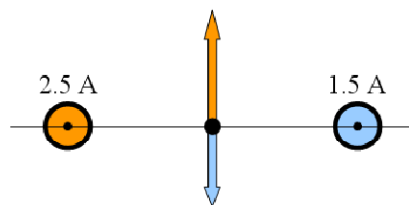
6. **a)** Considera un camp magnètic uniforme i una partícula de càrrega positiva que es mou dins del camp. Indica i justifica la direcció de la força en cada un dels casos



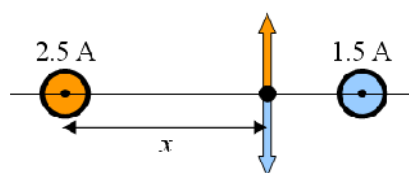
- b)** Calcula l'expressió general del temps que tarda una partícula carregada en completar una volta circular, sotmesa al camp del primer cas. Quan de temps tardaria en completar 1000 voltes una partícula de massa 0.42 g i càrrega elèctrica 0.75 C que es mou seguint una circumferència de $0.25 \mu\text{m}$ dins un camp de 0.5 T? **c)** Indica com canvia el període si es duplica: i) la intensitat del camp magnètic; ii) la velocitat de la partícula; iii) la massa de la partícula; iv) la càrrega de la partícula; v) la intensitat, velocitat, massa i càrrega simultàniament.

OPCIÓ A
1

$$\Delta m = 2 m_{\text{neutró}} + 2 m_{\text{protó}} - m_{\text{He}} = 0.029 u \rightarrow \Delta m = 0.029 u$$

2

3


Cercam el punt en què s'igualen els mòduls dels dos camps



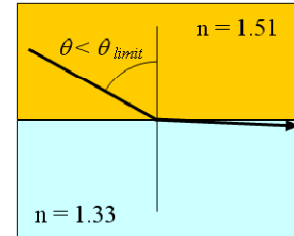
$$\frac{\mu_0 I_1}{2 \pi d_1} = \frac{\mu_0 I_2}{2 \pi d_2} \rightarrow \frac{\mu_0 2.5}{2 \pi x} = \frac{\mu_0 1.5}{2 \pi (0.2 - x)} \rightarrow x = 0.125 m$$

$$x = 12.5 \text{ cm}$$

El raig ha d'anar des de l'oli cap a l'aigua perquè hi hagi angle límit amb el fenòmen de reflexió total

$$1.33 \sin 90^\circ = 1.51 \sin \theta_{\text{limit}} \rightarrow \theta_{\text{limit}} = 61.74^\circ$$

$$\theta_{\text{limit}} = 61.74^\circ = 1.078 \text{ rad}$$



Apartat a)

Prenem la direcció cap amunt positiva.

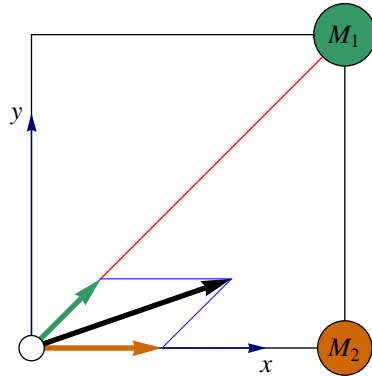
$$E_1 = G \frac{M_1}{(d/2)^2} = 6.67 \times 10^{-11} \frac{3000}{2^2} = +5.00 \times 10^{-8} \text{ m s}^{-2}.$$

$$E_2 = -G \frac{M_2}{(d/2)^2} = -6.67 \times 10^{-11} \frac{2000}{2^2} = -3.34 \times 10^{-8} \text{ m s}^{-2}.$$

$$E_T = E_1 + E_2 = 1.67 \times 10^{-8} \text{ m s}^{-2}$$

Apartat b)

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



$$\begin{aligned} \mathbf{F}_1 &= G \frac{M_1 m}{(\sqrt{2} d)^2} (\cos 45^\circ, \sin 45^\circ) = \\ &= 6.67 \times 10^{-11} \frac{3000 \times 200}{(\sqrt{2} 4)^2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = (0.8843, 0.8843) \mu\text{N} \end{aligned}$$

$$\mathbf{F}_2 = G \frac{M_2 m}{d^2} (1, 0) = 6.67 \times 10^{-11} \frac{2000 \times 200}{4^2} (1, 0) = (1.668, 0) \mu\text{N}$$

$$\mathbf{F}_T = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = (2.55, 0.884) \mu\text{N} \quad F_T = 2.70 \mu\text{N}$$

Apartat c)

$$U = -G \frac{M_1 m}{\sqrt{2} d} - G \frac{M_2 m}{d}$$

$$U = -\frac{G m}{d} \left(\frac{M_1}{\sqrt{2}} + M_2 \right) = -\frac{6.67 \times 10^{-11} 200}{4} \left(\frac{3000}{\sqrt{2}} + 2000 \right) = -0.0000137$$

$$U = -13.7 \mu\text{J}$$

Apartat a)

Un moviment ondulatori es descriu amb l'equació:

$$y(x, t) = A \cos 2\pi \left(\frac{x}{\lambda} \pm \frac{t}{T} \right) \rightarrow \lambda = 1 \text{ m}; T = 0.4 \text{ s}.$$

La velocitat de propagació és.

$$v = \frac{\lambda}{T} = \frac{1}{0.4} = 2.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$2.5 \text{ m/s}$$

Apartat b)

$$y(0, t) = 0.01 \cos(5\pi t) = 0.004$$

$$t = 0.0738 \text{ s}, 0.3262 \text{ s}, 0.4738 \text{ s}$$

Apartat c)

$$y(1, t) = 0.01 \cos(2\pi \cdot 1 + 5\pi t)$$

$$y(1.5, t) = 0.01 \cos(2\pi \cdot 1.5 + 5\pi t)$$

La diferència de fase és

$$\delta = 2\pi \cdot 1.5 - 2\pi \cdot 1 = \pi$$

$$\delta = \pi$$



Prova d'accés a la Universitat (2010)

Física

Solucions

Model 3

OPCIÓ B

1

L'activitat d'una mostra radioactiva és

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

Usant l'activitat de fa una setmana com a activitat inicial

$$\lambda = -\frac{1}{t} \ln\left(\frac{A(t)}{A_0}\right) = -\frac{1}{7 \text{ dies}} \ln\left(\frac{3.02 \times 10^8 \text{ Bq}}{1.08 \times 10^9 \text{ Bq}}\right) = 0.182 \text{ dies}^{-1}.$$

La setmana vinent l'activitat es pot calcular de dues maneres:

$$A(14 \text{ dies}) = 1.08 \times 10^9 \text{ Bq} \exp(-0.182 \times 14) = 8.45 \times 10^7 \text{ Bq}$$

$$A(7 \text{ dies}) = 3.02 \times 10^8 \text{ Bq} \exp(-0.182 \times 7) = 8.45 \times 10^7 \text{ Bq}$$

$$A = 8.45 \times 10^7 \text{ Bq}$$

2

Amb la velocitat de propagació i la longitud d'ona es pot calcular el període de l'ona, aquest serà el temps que ha de passar fins que es mesuri el pròxim mínim de pressió:

$$\text{Període} = \frac{\text{longitud d'ona}}{\text{velocitat}} = \frac{0.41}{340} = 0.00120 \text{ s}$$

$$T = 1.2 \text{ ms}$$

3

La velocitat orbital és més gran en el punt C
La velocitat orbital és més petita en el punt A

Dues justificacions són:

- Perquè segons la segona llei de Kepler, la velocitat ha de ser més petita quan més enfora està el cometa de l'estrella.
- Perquè

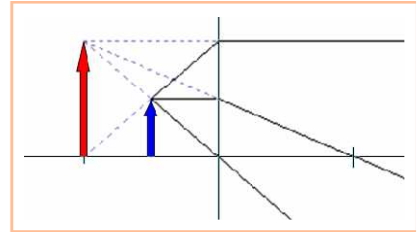
$$E = \frac{1}{2} m v^2 - G \frac{M_s m}{r} = \text{constant} \Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 = \text{constant} + G \frac{M_s m}{r}$$

Com que $r_A > r_B$, llavors $v_A < v_B$. A més distància, menys velocitat.

Amb l'equació de les lents primes i les unitats en cm, es té:

$$\frac{1}{q} - \frac{1}{p} = \frac{1}{f} \rightarrow M_T = \frac{q}{p} = 2.5 \rightarrow p = -0.5 f, q = -f$$

Objecte a l'esquerra de la lent a una distància $f/2$



Apartat a)

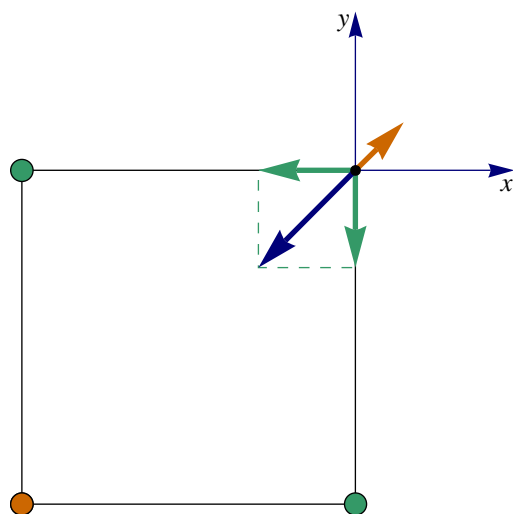
El potencial en el punt A val

$$V(A) = K \frac{Q_1}{d_1} + K \frac{Q_2}{d_2} + K \frac{Q_3}{d_3} = 9 \times 10^9 \left(\frac{-5 \times 10^{-9}}{0.21} + \frac{7 \times 10^{-9}}{\sqrt{2} \cdot 0.21} + \frac{-5 \times 10^{-9}}{0.21} \right)$$

$$V(A) = -216.4 \text{ V}$$

Apartat b)

Les direccions dels camps generats per les càrregues es mostren a la figura amb els eixos de coordenades. També es mostra la suma dels camps de les càrregues negatives.

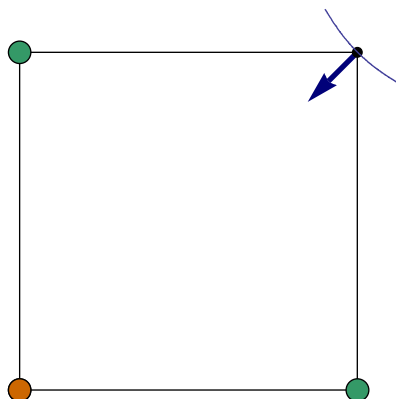


La suma dels tres vectors camp en el vèrtex dona

$$\mathbf{E} = \{-515.33, -515.33\} \text{ N C}^{-1} \quad E = 728.9 \text{ N C}^{-1}$$

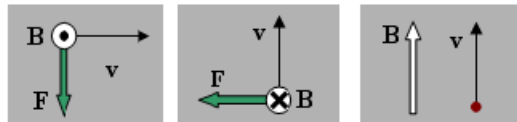
Apartat c)

Les línies equipotencials i les línies de camp són perpendiculars entre si. La línia equipotencial que passa pel punt A serà com es mostra a la figura següent:



Apartat a)

La força de Lorentz és $\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$. El producte escalar dóna les forces indicades en les dues primeres figures. En el tercer cas, el camp i la velocitat tenen direccions paral·leles i el producte vectorial és zero: No hi ha força de Lorentz sobre la partícula.

**Apartat b)**

Amb el mòdul de la força de Lorentz i l'acceleració normal v^2 / R es té

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

Llavors, el temps que la partícula tarda a recórrer una circumferència de radi R és

$$T = \frac{2 \pi R}{v} = \frac{2 \pi m}{q B} \rightarrow \text{El període no depèn del radi.}$$

Usant $q = 0.75$; $m = 0.42 \times 10^{-3}$ s'obté el període i

$$1000 T = 7.0 \text{ s}$$

Apartat c)

Per respondre, el millor és usar l'expressió final de l'apartat anterior.

$$T = \frac{2 \pi m}{q B}$$

Si es duplica B , T és la meitat
 Si es duplica v , T no canvia
 Si es duplica m , T és el doble
 Si es duplica q , T és la meitat
 Si es dupliquen B , v , m i q , T és la meitat



Prova d'accés a la Universitat (2010)

Física

Criteris

Model 3

OPCIÓ A

1

- Si s'escriu $\Delta m = 2 m_{\text{neutró}} + 2 m_{\text{protó}} - m_{\text{He}}$: +0.5 punts
- Si s'escriu $\Delta m = m_{\text{He}} - 2 m_{\text{neutró}} - 2 m_{\text{protó}}$: +0.3 punts
- Si es dóna $\Delta m = 0.029 u$ o el resultat canviat de signe: +0.5 punts.

2

- Si els dos esquemes són correctes: +1 punt
- Si no es dibuixa la direcció del camp amb fletxes: -0.3 punts

3

- Si els vectors que representen els camps són correctes: +0.5 punts
(no es mirarà la mida dels vectors perquè l'enunciat no ho demana).
- Si s'escriu que el camp creat per un fil val $\mu_0 I / (2 \pi d)$: +0.2 punts
- Si es troba $x = 12.5 \text{ cm}$: +0.3 punts

4

- Si s'indica que no hi ha angle límit per al raig que va d'aigua a oli: +0.2 punts
- Si s'escriu l'equació $1.33 \sin 90^\circ = 1.51 \sin \theta_{\text{límit}}$: +0.2 punts
- Si s'obté $\theta_{\text{límit}} = 61.74^\circ$: +0.3 punts
- Si es fa un esquema correcte del raig: +0.3 punts

5

a)

- Si s'escriu l'expressió que dona el mòdul del camp: +0.3 punts
- Si s'indica el sentit contrari dels camps: +0.2 punts
- Si s'obté $E_T = 1.67 \times 10^{-8} \text{ m s}^{-2}$: +0.5 punts
- Si falten les unitats d'algun resultat o són incorrectes: -0.1 punts

b)

- Si s'escriu $\mathbf{F}_1 = (0.8843, 0.8843) \mu\text{N}$: +0.3 punts
- Si s'escriu $\mathbf{F}_2 = (1.668, 0) \mu\text{N}$: +0.3 punts
- Si s'obté $\mathbf{F}_T = \mathbf{F}_1 + \mathbf{F}_2 = (2.55, 0.884) \mu\text{N}$: +0.2 punts
- Si es dona $F_T = 2.70 \mu\text{N}$: +0.2 punts
- Si falten les unitats d'algun resultat o són incorrectes: -0.1 punts

c)

- Si s'escriu l'expressió que dona l'energia: +0.4 punts
- Si s'obté $U = -13.7 \mu\text{J}$: +0.6 punts
- Si es deixen el signe menys a l'expressió de l'energia i obtenen $13.7 \mu\text{J}$: +0.8 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

6

a)

- Si s'identifica la longitud d'ona: +0.3 punts
- Si s'identifica el període: +0.3 punts
- Si es calcula $v = 2.5 \text{ m/s}$: +0.4 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

b)

- Si es planteja l'equació $0.01 \cos(5\pi t) = 0.004$: +0.4 punts
- Si s'obté el primer temps $t = 4.229 \text{ s}$: +0.3 punts
- Si es donen els tres temps sumant el període: +0.3 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

c)

- Si es planteja la resta dels arguments del cosinus: +0.5 punts
- Si es calcula $\delta = \pi$ o 180° : +0.5 punts
- Si es posen unitats a la fase: -0.2 punts



Prova d'accés a la Universitat (2010)

Física

Criteris

Model 3

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 s'escriu $T = \lambda / v$: +0.3 punts
- Si es presenta que la solució és "Al cap d'1.2 ms": +0.7 punts

3

- Si es dona la resposta $v_A < v_B < v_C$ i es justifica correctament: 1 punt.
- Si hi ha alguna explicació seguint la segona llei de Kepler o la conservació de l'energia, però no s'arriba al resultat correcte: màxim 0.6 punts

4

- Si s'escriu l'equació de Descartes per a una lent prima: +0.2 punts
- Si s'escriu l'expressió de l'augment transversal: +0.2 punts
- Si es troba $p = f / 2$: +0.2 punts
- Si es troba $q = -f$: +0.2 punts
- Si s'indica que la imatge és virtual o així s'obté en el diagrama: +0.2 punts

5

a)

- Si s'escriu l'expressió suma de potencials: +0.4 punt
- Si s'obté $V(A) = -216.4 \text{ V}$: +0.6 punts
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

b)

- Si hi ha un diagrama o es calculen els camps amb components: +0.4 punts
- Si es dona $\mathbf{E} = \{-515.33, -515.33\} \text{ N C}^{-1}$, o es dona $E = 728.9 \text{ N C}^{-1}$ i un dibuix: +0.6 p.
- Si falten les unitats del resultat o són incorrectes: -0.2 punts

c)

- Si s'esmenta que el camp és perpendicular a les equipotencials: +0.5 punts
- Si es dibuixa la línia equipotencial perpendicular al vector camp en el punt A: +0.5 punts

6

a)

- Si s'escriu la força de Lorentz en forma vectorial $\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B}$: +0.3 punts
- Si es troba correctament la direcció de la força en els dos primers casos: +0.4 punts
- Si es justifica que no hi ha força sobre la partícula del tercer cas: +0.3 punts.

b)

- Si es calcula l'expressió que dona el període de gir: +0.5 punts
- Si s'obté $1000 T = 7.0 \text{ s}$: +0.5 punts
- Si falten les unitats de la intensitat o són incorrectes: -0.2 punts

c)

- Si hi ha 3 o més respostes correctes justificades: +0.2 punts per cada resposta correcta.

(La qualificació d'aquesta pregunta només pot ser 0, 0.6, 0.8 o 1 punt.)