

## Proves d'accés a la universitat

---

# Física

## Sèrie 2

Qualificació		TR
Problemes	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
Suma de notes parcials		
Qualificació final		

Etiqueta de l'alumne/a

Ubicació del tribunal .....

Número del tribunal .....

---

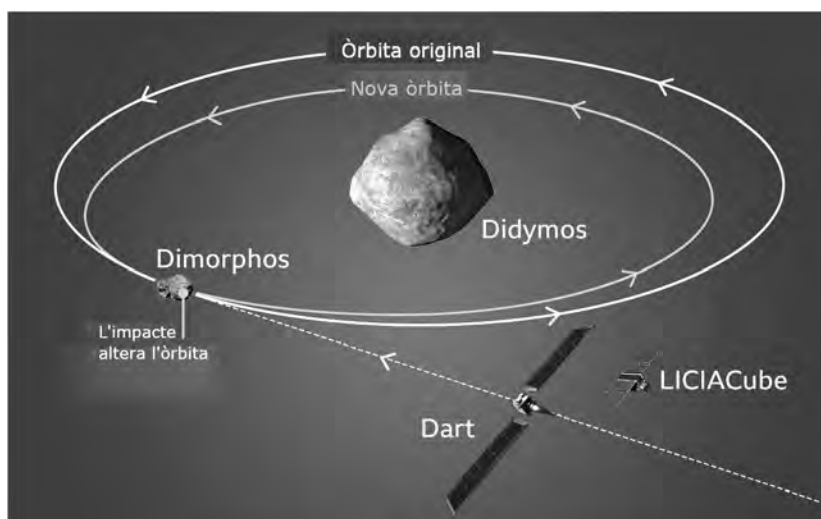
Etiqueta de qualificació

Etiqueta del corrector/a

Responeu a QUATRE dels set problemes següents. En el cas que respongueu a més problemes, només es valoraran els quatre primers.

Cada problema val 2,5 punts.

P1) El mes de novembre del 2021, la NASA va llançar la missió DART (Double Asteroid Redirection Test). Aquesta missió té per objectiu canviar l'òrbita de Dimorphos, un petit asteroide que orbita al voltant de Didymos, que és un asteroide més gran.



Esquema de la missió DART.

NOTA: La imatge no està escalada, les proporcions entre les òrbites i els objectes no es corresponen a les escales reals.

FONT: NASA.

a) A partir de la llei de la gravitació universal, trobeu l'expressió de la intensitat del camp gravitatori que crea un objecte astronòmic esfèric de massa  $M$  i radi  $R$  a la seva superfície. El diàmetre de Didymos és de 781 m i la seva densitat és de  $2\,146\text{ kg/m}^3$ . Calculeu el valor de la intensitat del camp gravitatori que crea Didymos a la seva superfície. Si Dimorphos té una massa de  $4,42 \times 10^{10}\text{ kg}$  i el radi orbital mitjà (distància entre els centres dels dos objectes) és d'1,12 km, calculeu el mòdul de la força gravitatòria mitjana entre Didymos i Dimorphos.

[1,25 punts]

b) L'objectiu de la missió DART és colpejar Dimorphos, de tal manera que orbiti en una nova òrbita de radi menor, com s'indica en la figura anterior. Deduïu, a partir de principis fonamentals, l'expressió de la velocitat orbital d'un satèl·lit en funció del radi de l'òrbita. Argumenteu si Dimorphos orbitarà a més velocitat a la nova òrbita o a l'òrbita original.

[1,25 punts]

DADA:  $G = 6,67 \times 10^{-11}\text{ N m}^2\text{ kg}^{-2}$ .

NOTA: Considereu que les òrbites són circulars i que els dos asteroides són esfèrics.



P2) En un laboratori s'ha fet l'experiment que es mostra a la figura 1. En una cubeta de plàstic transparent s'ha afegit aproximadament un centímetre d'aigua de l'aixeta, i s'han col·locat a banda i banda dues plaques conductores de coure separades a una distància de 20 cm. Les plaques s'han connectat a una font d'alimentació. A sota de la cubeta transparent hi ha un paper quadriculat que permet determinar les posicions (figura 1). A la placa connectada al terminal negatiu de la font d'alimentació s'hi ha connectat el terminal negatiu del voltímetre. El terminal positiu del voltímetre s'ha mogut per diferents punts de la quadricula per a mesurar el potencial elèctric i el resultat s'indica a la taula de sota.

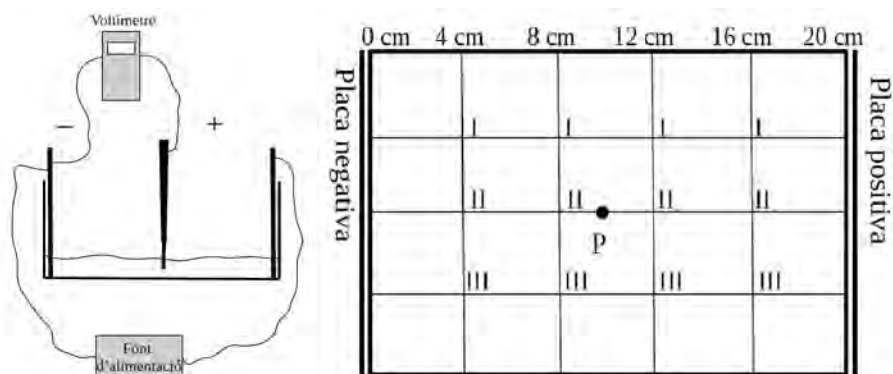


FIGURA 1. Esquema del muntatge de l'experiment i paper quadriculat de la cubeta

$x$ (cm)	$V_I$ (V)	$V_{II}$ (V)	$V_{III}$ (V)	$V_{mitjà}$ (V)
4,00	1,4	1,5	1,4	
8,00	2,8	2,9	2,8	
12,00	4,2	4,3	4,4	
16,00	5,7	5,7	5,8	

a) Empleneu la taula de dalt amb la mitjana aritmètica del potencial elèctric a les posicions  $x = 4, 8, 12$  i  $16$  cm. Dibuixeu les línies equipotencials a  $x = 4, 8, 12$  i  $16$  cm i les línies de camp elèctric en el paper quadriculat de la cubeta (figura 1). Representeu en els eixos de coordenades (figura 2) la mitjana aritmètica del potencial elèctric en funció de  $x$ . Calculeu el mòdul del camp elèctric a partir de la gràfica.

[1,25 punts]

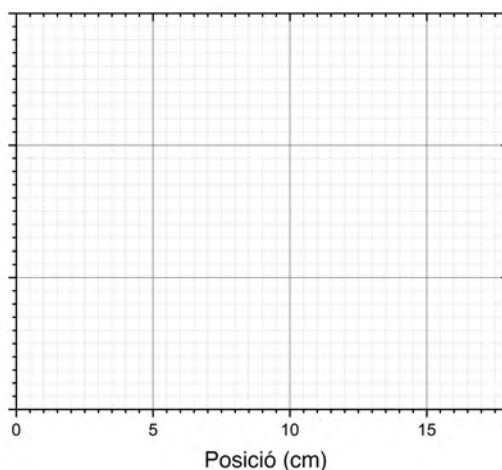


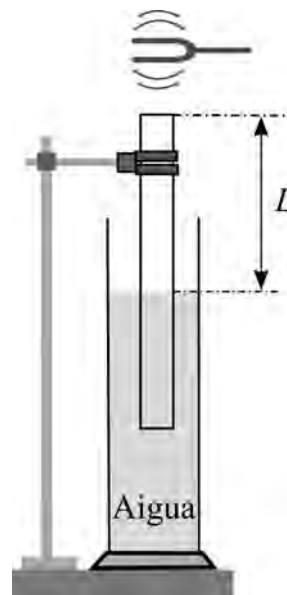
FIGURA 2

b) Colloquem una càrrega positiva de  $3,00$  mC al punt  $P$  indicat dins la cubeta en la figura 1. Indiqueu quina trajectòria seguirà. Representeu en el paper quadriculat (figura 1) la direcció i el sentit de la força que aplica el camp elèctric sobre aquesta càrrega. Determineu el mòdul de la força. Calculeu el treball que fa el camp elèctric per moure la càrrega des de  $x = 8$  cm fins a  $x = 0$  cm.

[1,25 punts]



**P3)** Duem a terme una experiència de ressonància en un tub amb aigua que consisteix a submergir un tub obert pels dos extrems en un recipient que conté aigua, tal com es mostra en la figura de la dreta. Damunt de l'extrem superior del tub fem vibrar un diapasó, que emet un so de freqüència 442 Hz. La longitud de la columna d'aire ( $L$ ) s'ajusta elevat el tub fora de l'aigua fins a trobar un punt on es produeix la ressonància (se sent una nota intensa). Comencem l'experiència amb tot el tub submergit i observem la primera ressonància quan  $L = 19,3$  cm i la segona ressonància quan  $L = 58,0$  cm.



**a)** Dibuixeu la forma de l'ona ressonant per a la primera i segona ressonàncies. Indiqueu en tots dos casos de quin harmònic es tracta i identifiqueu els ventres i els nodes. Justifiqueu per què en tots dos casos la longitud d'ona no varia. Determineu la longitud del tub que ha de quedar per sobre de l'aigua quan ressona el cinquè harmònic.

[1,25 punts]

**b)** A partir dels resultats de l'experiència, determineu la velocitat del so a l'aire. Si substituïm l'aigua per glicerina, variarà aquest resultat? Raoneu la resposta.

[1,25 punts]

**DADES:** La velocitat del so a l'aigua és de  $1\,493\text{ m s}^{-1}$ .

La velocitat del so a la glicerina és de  $1\,904\text{ m s}^{-1}$ .



- P4) Un espectròmetre de masses és un aparell que permet determinar la relació càrrega/massa d'ions. L'espectròmetre de masses conté tres parts diferenciades. La primera part és un filament que ionitza les molècules o àtoms que entren dins l'espectròmetre. A la sortida del filament tots els ions tenen una càrrega negativa. A la segona part de l'aparell els ions passen per un selector de velocitats (figura 1) que està format per dues plaques paral·leles, entre les quals es genera un camp elèctric uniforme. La separació entre aquestes plaques és d'1,50 cm. Entre les plaques també es genera un camp magnètic uniforme de 0,50 T perpendicular al pla del paper i en sentit sortint, tal com es mostra en la figura 1.

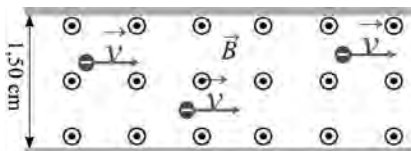


FIGURA 1

- a) Volem que el selector de velocitats només deixi passar els ions que es moguin a una velocitat de  $2,00 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$ . Determineu la diferència de potencial que hem d'aplicar entre les plaques perquè els ions que es mouen a aquesta velocitat no es desviïn. Quina placa s'ha de connectar a potencial alt i quina a potencial baix? Justifiqueu les respostes i representeu les forces que actuen sobre un ió. Digueu si el selector de velocitats configurat d'aquesta manera també funciona per a ions positius i justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

- b) La tercera part de l'espectròmetre es troba a la sortida del selector de velocitats i és una regió on hi ha un altre camp magnètic uniforme de 0,20 T, perpendicular al pla del paper i en sentit entrant (figura 2). Les pantalles laterals permeten mesurar la posició a què impacten els ions i d'aquesta manera poder determinar-ne la massa.

Representeu esquemàticament sobre la figura 2 la trajectòria que descriuen els ions que surten del selector de velocitats indicant la direcció i el sentit de la força que exerceix el camp magnètic en un punt de la trajectòria. Justifiqueu la resposta. Calculeu a quina distància de la sortida del selector de velocitats impactarà l'ió dels isòtops del neó  $^{20}\text{Ne}^-$  (l'ió té la mateixa càrrega que un electró).

[1,25 punts]

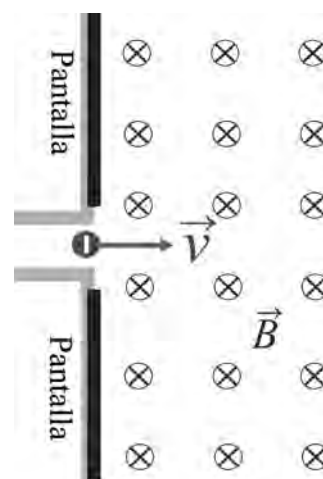


FIGURA 2

DADES:  $|e| = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ .  
 Massa de l'ió:  $^{20}\text{Ne}^- = 3,32 \times 10^{-26} \text{ kg}$ .





**P5) a)** Justifiqueu si es podria determinar la massa d'un objecte penjant-lo d'una molla de constant elàstica coneguda (100 N/m) i deixant-lo oscillar unes quantes vegades i, en cas afirmatiu, expliqueu com la calcularíeu. Obtindríem el mateix resultat si ho féssim a la Lluna? Negligiu l'efecte de la força de fricció.

[1,25 punts]

**b)** Deduiu l'equació de moviment de l'objecte a partir de l'equació del moviment harmònic simple (MHS) tenint en compte que l'amplitud del moviment és de 6,00 cm, que la freqüència d'oscil·lació és de 10,0 Hz i que el moviment s'inicia quan l'acceleració és màxima i positiva. Calculeu la velocitat i l'acceleració màximes del MHS a partir de l'equació de moviment.

[1,25 punts]



**P6)** En les centrals nuclears es produeix electricitat a partir de la fissió de nuclis d'urani. Aquesta energia s'utilitza per a generar vapor d'aigua, que fa girar una turbina. L'urani és un element químic metàl·lic de símbol U i nombre atòmic 92. A la natura trobem diferents isòtops de l'urani, però els més comuns són l'urani 238 i l'urani 235.

**a)** Calculeu el defecte de massa i l'energia d'enllaç per nucleó per a l'urani 235, i introduïu el valor obtingut a la taula de sota. Expliqueu la relació entre l'energia d'enllaç per nucleó i l'estabilitat del nucli. A partir d'aquí, indiqueu quin dels nuclis de la taula és el més estable.

[1,25 punts]

<i>Nucli</i>	sofre 34	ferro 56	radi 226	urani 235
<i>Energia d'enllaç per nucleó (MeV)</i>	8,58	8,79	7,66	

**b)** En una reacció nuclear de fissió de l'urani 235, un neutró d'alta energia impacta en un nucli d'urani. Com a resultat, es formen dos nuclis més petits i tres neutrons. Si considerem que un dels nuclis que es formen és el bari 141, escriviu-ne la reacció nuclear completa. Per a cada nucli d'urani fissionat, s'alliberen 202,5 MeV. Calculeu quants grams d'urani 235 són necessaris per a produir l'energia necessària per a il·luminar un estadi esportiu durant un partit en què es consumeixen aproximadament 25 000 kW h.

[1,25 punts]

DADES:  $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

$1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

Masses nuclears (en kg):

<i>Protó</i>	<i>Neutró</i>	<i>Nucli d'urani 235</i>
$1,672\ 622 \times 10^{-27}$	$1,674\ 927 \times 10^{-27}$	$3,902\ 158 \times 10^{-25}$

Nombre atòmic de diversos elements químics:

<i>Kr</i>	<i>Rb</i>	<i>Sr</i>	<i>Ba</i>	<i>La</i>	<i>U</i>
$Z = 36$	$Z = 37$	$Z = 38$	$Z = 56$	$Z = 57$	$Z = 92$



**P7)** Volem construir un sensor de radiació ultraviolada que sigui sensible a radiacions de longitud d'ona de 300 nm. Decidim utilitzar l'efecte fotoelèctric com a principi del sensor. Així doncs, utilitzarem una cèl·lula fotoelèctrica que emeti electrons. Per al bon funcionament d'aquesta cèl·lula, cal que l'energia mínima dels electrons emesos sigui d'1 eV.

**a)** Calculeu la longitud d'ona llindar del material que hauríem d'utilitzar per a construir la cèl·lula.

[1,25 punts]

**b)** Empleneu la taula de sota amb els valors de la longitud d'ona llindar dels tres materials donant el resultat en nanòmetres. Si podem triar un dels tres materials mostrats a la taula de sota per a construir la cèl·lula, quin triaríeu? Justifiqueu la resposta.

[1,25 punts]

<i>Element</i>	<i>Símbol</i>	<i>Funció de treball (J)</i>	<i>Longitud d'ona llindar (nm)</i>
tungstè	W	$8,36 \times 10^{-19}$	
magnesi	Mg	$5,86 \times 10^{-19}$	
potassi	K	$3,67 \times 10^{-19}$	

DADES:  $1 \text{ eV} = 1,602 \times 10^{-19} \text{ J}$ .

$c = 3,00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ .

$h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J s}$ .



--	--

--	--

Etiqueta de l'alumne/a



Institut  
d'Estudis  
Catalans