

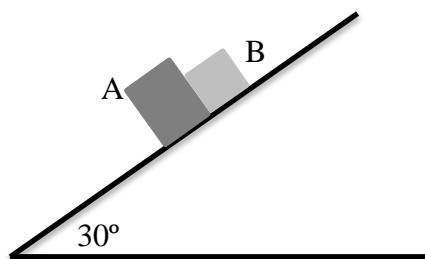
La prova consta de quatre parts (A, B, C i D). Cadascuna es puntuarà sobre 20 punts. Les respostes a cada part s'han d'entregar per separat i cal entregar al menys un full de respostes per cadascuna (encara que sigui en blanc).

Per contestar la part D caldrà emprar el full de resposta que es donarà.

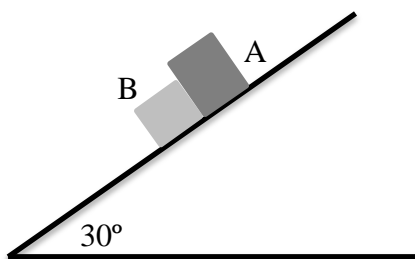
### PART A

A1.- Sobre un pla inclinat un angle de  $30^\circ$  sobre l'horitzontal es deixen dos cossos, inicialment en repòs i en contacte. El cos A té una massa de 4kg i el seu coeficient de fregament amb el terra és  $\mu=0,1$ . El cos B té una massa de 3 kg i un coeficient de fregament amb el terra de  $\mu=0,2$ . Considereu les dues situacions (inicials) representades a la figura:

1.- El cos A es situa davant del cos B



2.- El cos B es situa davant del cos A



En un instant posterior, quan els cossos estan baixant pel pla inclinat, es demana per cadascuna de les dues situacions inicials:

- L'acceleració amb que baixarà cada cos,
- un esquema indicant totes les forces que actuen sobre A,
- el mòdul de la força total que cos B fa sobre el terra del pla inclinat.

A2.- Un cos de  $3 \cdot 10^7$  kg de massa que es dirigeix des de l'espai exterior cap al centre de la Terra va a una velocitat de 20 km/s quan es troba a una distància de  $4 \cdot 10^7$  m del centre de la Terra.

- Calculeu la velocitat amb que arribarà a un punt situat a 1600 km de la superfície terrestre.

Suposeu que quan arriba en aquest punt, per causa d'un mecanisme intern, el cos es separa en dues parts. Immediatament després de la separació la velocitat d'una de les parts, de massa de  $10^7$  kg, és la justa per a que la seva trajectòria sigui una òrbita circular al voltant de la Terra,

- Amb quina velocitat angular orbitarà la massa de  $10^7$  kg?
- Quant valdrà la velocitat (mòdul, direcció i sentit) de l'altra part cos immediatament després de la separació? Descriviu en forma qualitativa el tipus de trajectòria que seguirà aquesta massa.

Suposeu negligibles les forces de fregament.

Dades: Massa de la Terra  $6 \cdot 10^{24}$  kg ; Radi de la Terra 6400 km ;  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup> ;  $g = 9,8$  m/s<sup>2</sup>

## PART B

B1.- El plat de una bicicleta, que te un radi de 35 cm, està connectat mitjançant una cadena a un pinyó de 7 cm de radi, que es solidari a una roda de 75 cm de radi. Si un ciclista fa girar el plat amb una velocitat angular constant i igual a 2 rad/s. Calculeu:

- La velocitat (lineal) dels dents del pinyó i la seva velocitat angular.
- La velocitat (lineal) i l'acceleració dels punts de la perifèria de la roda.

(Només es demanen els mòduls de les magnituds vectorials)

B2.- Un petit focus lluminós es troba en el fons d'una piscina de 2m de profunditat. Observem que en la superfície de l'aigua es forma un cercle lluminós degut als rajos de llum que es refracten al passar a l'aire, però que més enllà d'aquest cercle no es veu llum ja que els rajos es reflexen totalment a la superfície i no surten fora de l'aigua. Sabent que índex de refracció de l'aire és  $n=1$  i el de l'aigua val  $n'=1,33$ :

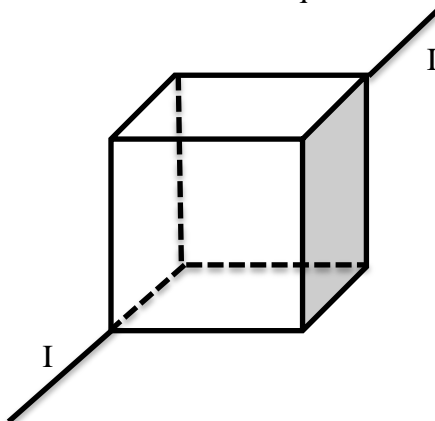
- Determineu el radi del cercle lluminós.

(Llei de la refracció:  $\sin i / \sin r = n_2 / n_1$ )

B3. Siguin dues masses "M" i "m" ( $M > m$ ) separades una distància "d".

- Demostreu que només existeix un punt en tot l'espai (sense considerar l'infinít) en que el camp gravitatori total creat per les dues masses es nul i determineu on es troba aquest punt en relació a les posicions de les masses.
- Raoneu si es pot estendre aquesta afirmació al potencial gravitatori total creat per les dues masses.

B4.- Les arestes d'un cub format per 12 fils metàl·lics de igual resistència "R" es connecten a un generador de corrent continu de manera que tant la intensitat del corrent que arriba a un dels vèrtexs com la que surt pel vèrtex oposat valen "I" (veure figura). Indiqueu quan valdrà la intensitat del corrent que circula per cadascuna de les arestes i trobeu el valor de la resistència equivalent del cub.



## PART C

La teoria cinètica dels gasos ideals suposa que aquests estan constituïts per un conjunt de  $N$  partícules puntuals, que es mouen en totes direccions dins d'un volum  $V$  sense interaccionar entre elles, però que xoquen elàsticament contra les parets del recipient on es troben. La pressió  $P$  del gas és conseqüència de la força mitjana per unitat de superfície que fan les partícules sobre les parets durant els xocs. Per altra banda es suposa que la temperatura  $T$  del gas és proporcional a l'energia cinètica mitjana per partícula d'acord amb l'equació,  $E_c = \alpha kT$ , on  $k$  és la constant de Boltzmann i  $\alpha$  és un número racional. Aquest model justifica la coneguda equació dels gasos ideals, que es pot escriure en la forma  $PV = NkT$ .

## PROBLEMA:

Sigui un gas ideal hipotètic format per  $N$  molècules puntuals de massa  $m$  en un recipient cúbic de costat  $L$  amb els costats paral·lels als eixos de coordenades  $x$ ,  $y$  i  $z$ . Si a més les anteriors hipòtesis suposem:

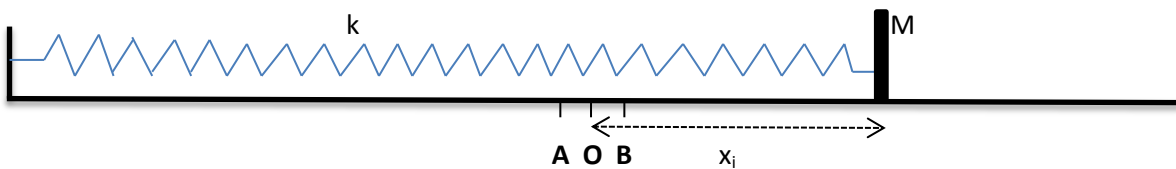
- que en tot instant les molècules estan uniformement distribuïdes dins el recipient,
- que les molècules es mouen paral·lelament a un dels costats del cub (1/3 segons l'eix  $x$ , 1/3 segons l'eix  $y$ , 1/3 segons l'eix  $z$ ),
- que totes les molècules tenen en tot instant la mateixa velocitat  $u$ ,
- que la meitat de les que es mouen paral·lelament a cadascun dels eixos de coordenades ho fan en el sentit positiu i l'altre meitat en el sentit negatiu.

Contesteu a les següents preguntes relatives a aquest gas. Expresseu el resultat en funció de  $N$ ,  $m$ ,  $L$  i  $u$ .

- a) Quant varia la quantitat de moviment d'una partícula en cadascun dels xocs amb les parets del recipient ?
- b) Quants xocs contra les parets es produeixen per unitat de temps ?
- c) Quina quantitat de moviment per unitat de temps és cedeix a les parets ?
- d) Quant val la força mitjana que fan les molècules sobre les parets ? I la pressió ?
- e) Quant valdrà el producte  $PV$  ? ( $V$  és el volum del recipient)
- f) Es compleix l'equació del gasos ideals ? Quin serà el valor de  $\alpha$  ?

**PART D**

Per estudiar l'energia elàstica d'una molla de constant  $k$  es prepara el següent experiment (veure figura):



Una massa  $M=100\text{g}$  s'enganxa al final d'una molla i aquesta s'estira fins a una distància inicial  $x_i$  de l'origen de coordenades O (El punt O és el punt d'equilibri: quan M és a O la molla té la seva longitud natural). Per trobar l'energia mecànica del sistema es determina la velocitat de M en el punt O i per això es situen cèl·lules fotoelèctriques en dos punts propers (A i B), que permeten mesurar el temps  $\Delta t$  que tarda M en anar d'un punt a l'altre. La separació entre A i B és  $\Delta s=2\text{cm}$ .

Les característiques del sistema experimental permeten suposar que les pèrdues d'energia per fregaments són negligibles i la velocitat de M en el trajecte A-B és pot considerar aproximadament constant.

L'experiment s'ha repetit per diferents valors de la separació inicial  $x_i$  i els valors de  $\Delta t_i$  obtinguts són els que s'indiquen en aquesta taula

$x_i$ (cm)	6	8	10	12	14	16	18	20
$\Delta t_i$ (ms)	130	98	75	64	56	48	43	38

- Completeu la taula del full de resposta.
- Representeu gràficament les corbes que representen l'energia elàstica inicial de la molla en funció de  $x_i$  [ $E(x_i)$ ] i de  $x_i^2$  [ $E(x_i^2)$ ]. Compareu el resultat amb les prediccions teòriques.
- Determineu a partir d'una de les gràfiques el valor de la constant elàstica "k" de la molla.
- Estimeu la velocitat de M per  $x_i = 11\text{ cm}$  i per  $x_i = 22\text{ cm}$ ? Quant valdrien els corresponents  $\Delta t_i$  ?

COGNOMS:

NOM:

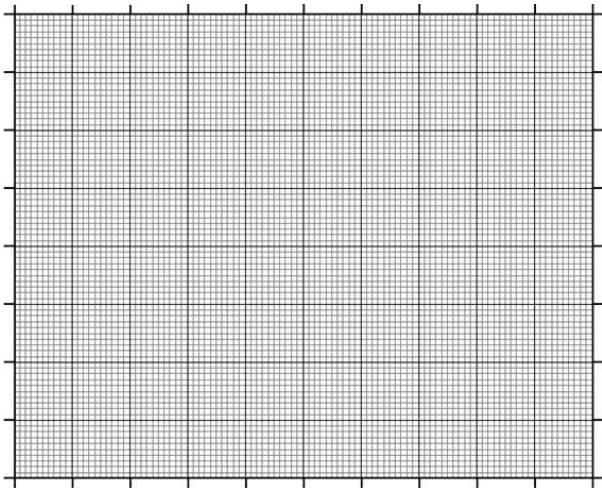
FULL REPOSTES PROBLEMA EXPERIMENTAL

a)

$x_i$ (cm)	$\Delta t_i$ (ms)	$v_i$ (m/s)	$v_i^2$ (m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> )	$E_i$ (J)	$x_i^2$ (cm <sup>2</sup> )
6	130				
8	98				
10	75				
12	64				
14	56				
16	48				
18	43				
20	38				

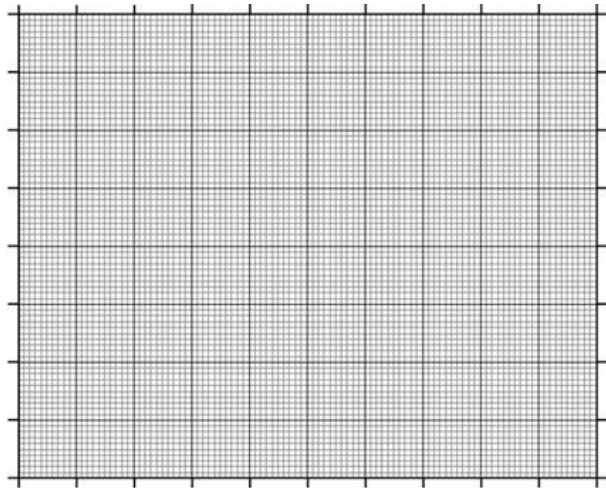
b) Comentaris:

$E(x_i)$



$x_i$

$E(x_i^2)$



$x_i^2$

c)  $k=$

Breu justificació del mètode pel càlcul de  $k$ :

d)

$x_i$ (cm)	$v$ (m/s)	$\Delta t$ (ms)
11		
22		