

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 de les parts(encara que sigui en blanc).

PART A

1A - Un cos de massa $m = 10$ kg està inicialment en repòs sobre un pla inclinat que forma un angle $\theta = 60^\circ$ amb l'horitzontal. El coeficient de fricció entre el cos i el pla val $\mu = 0,2$. Si sobre el cos s'aplica una força de mòdul F , paral·lela al pla inclinat i en sentit cap amunt, calculeu l'acceleració del cos si:

a) $F = 120$ N ; b) $F = 40$ N ; c) $F = 80$ N

Indiqueu per cada cas quin seria el valor de la força de fregament (mòdul, direcció i sentit).

2A - Per un error de càlcul dues estacions espacials que viatgen en sentits contraris per la mateixa òrbita circular de radi $5R_T$ xoquen i queden unides després del xoc. Sabent que la massa d'una de les estacions val el triple que la del altre i suposant negligibles les pèrdues per fregament amb l'atmosfera:

- Quina serà la relació entre les velocitats de les dues estacions immediatament abans del xoc?
- Determineu velocitat del conjunt de les dues estacions just després del xoc.
- Quin percentatge de l'energia mecànica inicial de les estacions es transforma en calor com a conseqüència del xoc ?
- Si el conjunt acaba caient sobre la Terra, quant valdrà el mòdul de la seva velocitat quan aquest arribi a la superfície terrestre?

Nota: Expresseu els resultats en funció del radi de la Terra R_T i l'acceleració de la gravetat prop de la superfície terrestre g .

PART B

3B - Dues molles de la mateixa longitud natural però amb diferents constants elàstiques ($k_1=30 \text{ N/m}$ i $k_2= 20 \text{ N/m}$) estan lligades a un bloc de massa $m=250 \text{ g}$ que es pot moure sobre una superfície horitzontal. Es comunica al bloc una velocitat cap a la dreta $v= 2 \text{ m/s}$ des de la posició inicial d'equilibri representada a la figura (en aquesta posició la longitud de les molles és la natural i no fan cap força sobre el bloc).



- a) Si suposem negligible la força de fregament entre el bloc i el terra, determineu el període i l'amplitud del moviment oscil·latori harmònic resultant.

En el cas de que el coeficient de fregament fos $\mu = 0,4$ el moviment seria diferent i el bloc aniria frenant fins arribar a aturar-se. En aquestes condicions,

- b) Quina seria la màxima separació del bloc respecte la posició inicial d'equilibri? Quin percentatge d'error hauríem fet si l'haguéssim calculat sense considerar el fregament ?
- c) Quant valdria la velocitat del bloc al passar per primer cop per la posició d'equilibri (movent-se cap a l'esquerra)?

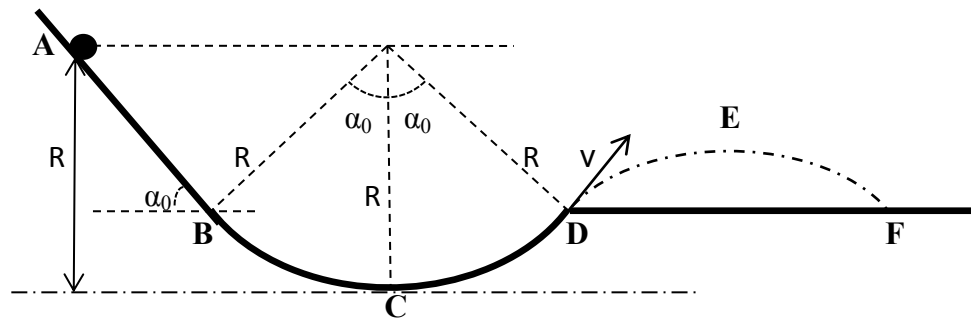
4B - En un accelerador de partícules circula un feix de protons. Sabent que l'energia cinètica mitjana dels protons és de 5 MeV i que la intensitat del corrent elèctric associat al seu moviment val $0,5 \text{ mA}$, es demana:

- a) La velocitat dels protons.
- b) El potencial elèctric que haurà calgut aplicar als protons per a que assoleixin aquesta velocitat.
- c) Si el feix incideix en una superfície que fa de blanc, quants protons hi xoquen per segon ?
- d) Quants protons/ m^3 hi ha en el feix si la seva secció és circular amb un radi $1,5 \text{ mm}$?

Dades: $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$; $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$

PART C

5C - Un cos puntual de massa M es deixa anar amb velocitat inicial nul·la des d'un punt A situat a una alçada R . El cos es mou sobre un terra amb fregament negligible que, com es pot veure a la figura, està format per tres trams: en el primer (AB) el pendent es constant i forma un angle α_0 respecte l'horitzontal ; el segon (BCD) és un arc de circumferència d'amplitud $2\alpha_0$ i radi R ; el tercer (DF) és horitzontal.



- Trobeu la força que el cos exerceix sobre el terra en el tram AB (indiqueu el seu mòdul, direcció i sentit). Com seria la força que el terra fa sobre el cos? Són forces d'acció i reacció ?
- Justifiqueu que la força màxima del terra sobre el cos en el tram BCD correspon al punt C i trobeu-ne el valor.
- Calculeu el mòdul de la velocitat v amb que el cos arriba a D . Quin angle formarà amb l'horitzontal?
- Determineu la màxima altura (punt E) i el temps que ha trigat en arribar-hi des de que surt de D .
- Per a quin punt del trajecte DEF el mòdul de la velocitat serà mínima? Raoneu la resposta.
- Quant valdran les acceleracions tangencial i normal del cos en el punt E ?
- Determineu la distància entre els punts D i F .
- Si quan el cos arriba al punt F surt rebotat elàsticament, determineu l'impuls que li haurà comunicat el terra durant el xoc.

[Expresseu els resultats en funció de M , R , α_0 i g]

PART D

6D - La força de fricció sobre un cos esfèric de radi R que es mou amb una velocitat v relativament petita en el si d'un fluid es pot aproximar per $F = 6\pi R\eta v$ (Llei de Stokes), on η és la viscositat del fluid. Un altre força que actua sobre un cos a l'interior d'un fluid és l'empenta d'Arquímedes, que és igual però de sentit contrari al pes del líquid desallotjat.

Si es deixa caure un cos esfèric de radi R i densitat ρ en un fluid de densitat ρ_f i viscositat η , inicialment baixa amb moviment accelerat però després d'un temps (que a la pràctica acostuma a ser curt) s'assoleix un règim estacionari en que la velocitat, anomenada velocitat límit, roman constant i val:

$$v_{lim} = [2 g (\rho - \rho_f) / 9 \eta] R^2$$

- a) Quina serà la unitat per la viscositat en el sistema internacional? Trobeu la seva relació amb el poise (P), que és la unitat per la viscositat en el sistema CGS.

[Les unitats bàsiques en el sistema internacional son (m, kg, s) i en el sistema CGS (cm, g, s)]

- b) Justifiqueu l'anterior equació per la v_{lim} .

Amb l'objectiu de mesurar la viscositat de la glicerina, líquid de densitat $\rho_{glic} = 1,26 \text{ g/cm}^3$, s'ha fet el següent experiment en el laboratori: s'han deixat caure successivament 5 esferes de plom de densitat $\rho_{pb} = 10,84 \text{ g/cm}^3$ i diferents radis per l'interior d'un tub de vidre graduat (viscosímetre) que contenia glicerina. Per determinar la velocitat límit assolida per cada esfera s'ha mesurat el temps Δt invertit en recórrer una mateixa distància de 15 cm a partir d'un punt en el que raonablement es pot suposar que el moviment de l'esfera ha arribat al règim estacionari. Els resultats obtinguts són els següents:

R (mm)	2	3	4	5	6
Δt (s)	2,53	1,13	0,63	0,40	0,28

A la vista de les dades de la taula:

- c) Quin seria l'error instrumental del cronòmetre digital emprat per mesurar Δt ?
- d) Es podrien fer, entre d'altres, dues representacions gràfiques: v (cm/s) en funció de R (cm) i v (cm/s) en funció de R^2 (cm²). Quines funcions matemàtiques penseu que s'ajustarien millor a cadascuna de les dues distribucions de punts?
- e) Feu la representació gràfica que considereu més adient per a determinar η . (No cal utilitzar paper mil·limetrat; es tindrà en compte que només s'han pogut fer en forma aproximada).
- f) Estimeu el valor (en P) de la viscositat de la glicerina.