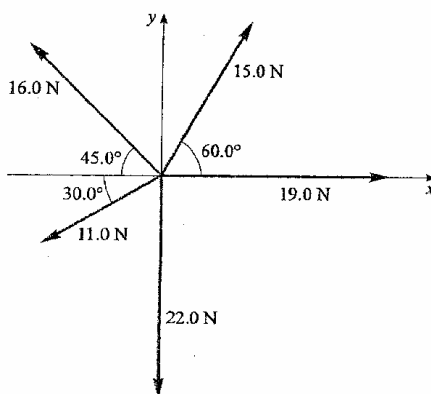


PROBLEMES 1r QUADRIMESTRE

Tema 1. Introducció

- 1.1.-** a) Expressa 1 km en cm, micròmetres (μm), i angstrom.
b) Expressa 1 N en el sistema cgs.
c) Expressa 1 atm·L en el S.I.
d) Quants rad/s són 33 rpm? Quants km/h són 4,5 m/s?
- 1.2.-** Calcula les dimensions de la constant universal de la gravitació, G, i les seues unitats en el sistema internacional (S.I.)
- 1.3.-** Sabent que 1 atm és la pressió exercida per una columna de mercuri ($\rho = 13,6 \text{ g/cm}^3$) de 76 cm d'altura, troba el seu valor en el SI.
- 1.4.-** Calcula les dimensions de la constant universal dels gasos, R, a partir de l'equació d'estat dels gasos ideals ($pV=nRT$).
- 1.5.-** Demostra que la fórmula del període del pèndol simple $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, on l és la longitud del pèndol i g l'acceleració de la gravetat, és dimensionalment correcta.
- 1.6.-** Mitjançant l'anàlisi dimensional, troba l'expressió de la força necessària per a que un cos de massa m recorregui una circumferència de radi r amb velocitat v.
- 1.7.-** Sabent que la velocitat de propagació, v, d'una ona sonora en un gas només depèn de la pressió d'aquest, p, la seua densitat, ρ , i massa molar, m, troba una expressió per a v mitjançant l'anàlisi dimensional.
- 1.8.-** Donats els vectors $\vec{a}(2, 2, 0)$ i $\vec{b}(3, -1, 0)$, calcula:
a) $\vec{a} + \vec{b}$ b) $\vec{a} - \vec{b}$ c) $5 \cdot \vec{a}$ d) $\vec{a} \cdot \vec{b}$; e) $\vec{a} \times \vec{b}$
En els tres primers casos, calcula també el resultat gràficament. Indica el mòdul i l'angle format amb l'eix x de tots els vectors que aparegan en el problema.
- 1.9.-** Calcula la derivada i l'integral respecte de t del vector $\vec{v} = 3t^2 \vec{i} - 2 \vec{j} + 5t \vec{k}$. Calcula el mòdul de ambdós vectors (derivada i integral).
- 1.10.-** Escriu les components dels següents vectors (forces). Calcula el mòdul i la direcció (angle amb l'eix x) del vector resultant de la suma de tots ells. Calcula el producte escalar i vectorial del vector horitzontal amb els altres dos de la part dreta.



Tema 2. Cinemàtica de la Partícula

2.1.- Una massa de 2 kg es mou sobre una línia recta amb una acceleració el mòdul de la qual augmenta amb el temps segons la funció $a = (t+1) \text{ m/s}^2$. Suposant que en l'instant inicial el cos està en repòs, calcula l'espai que recorrerà després de 6 s.

2.2.- La velocitat d'un tren es redueix uniformement des de 15 m/s fins a 7,0 m/s al recórrer una distància de 90 m. a) Calcula l'acceleració. b) Quina distància recorrerà el tren abans d'assolir el repòs si es considera que l'acceleració roman constant?

2.3.- a) Des d'un globus que està a 300 m de terra i s'alça a 13 m/s, es deixa caure una bossa de sorra. Calcula l'altura màxima (respecte de terra) que assoleix la bossa.

b) Per a estimar l'acceleració de la gravetat en la Lluna, es llança una pedra cap a dalt. La pedra puja 3 m i tarda 4 s en tornar al seu punt de partida. Quin valor obtindries?

2.4.- Un cos es mou sobre una trajectòria, el vector de posició de la qual és $\vec{r} = t^2\vec{i} + t\vec{j} + \vec{k}$. Troba la velocitat, l'acceleració i les seues components intrínseques, així com el radi de curvatura de la trajectòria als dos segons d'iniciat el moviment.

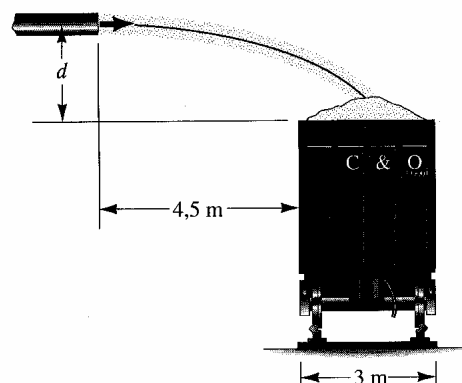
2.5.- Un punt es mou amb velocitat $v_x = 4t^3 + 4t$; $v_y = 4t$; $v_z = 0$. Si la posició del punt és (1, 2, 0) quan $t = 0$, troba l'equació de la trajectòria.

2.6.- Es bufa gra a través d'un tub des d'un dipòsit cap a un contenidor de tren obert per al seu transport, com es mostra a la figura. La velocitat d'eixida és 6 m/s.

Quines han de ser les elevacions d màxima i mínima a les quals es pot col·locar el tub per assegurar que tot el gra caiga dins del tren? (S'omet el fregament i el vent). Es plantejen dues possibilitats:

a) El tub d'eixida és horitzontal (figura).

b) El tub d'eixida s'inclina 30° cap a dalt. En aquest cas, per a evitar possibles interrupcions amb el corrent de gra,



interessa saber fins a on puja. Quina seria la màxima altura que assoliria per damunt de d ?

2.7.- Un canó situat sobre la vessant d'una muntanya de 30° d'inclinació es dispara cap a la part de dalt de la muntanya, amb un angle de 15° mesurat sobre la superfície de la muntanya. El projectil arriba a una distància de 12450 m mesurada sobre la vessant. Calcula: a) velocitat inicial del projectil, temps de vol, màxima altura assolida, d) velocitat en el punt de màxima altura.

2.8.- Un cos inicialment en repòs és accelerat en una trajectòria circular d'1,3 m de radi d'acord amb l'equació $\alpha = 120 t^2 - 48 t + 16$. Troba la posició angular i la velocitat angular en funció del temps, i les components de l'acceleració.

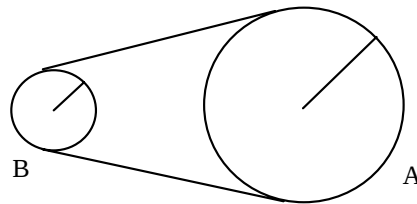
2.9.- Partint del repòs, una roda comença a girar amb acceleració angular constant i assoleix una velocitat angular de 200 r.p.m. en 6 minuts. Després de girar amb eixa velocitat angular constant durant un cert interval de temps, frenem la roda (amb acceleració angular constant) durant 5 minuts fins que s'atura. Si, en total, la roda ha fet 3100 revolucions, quant de temps ha durat el moviment?

2.10.- Un mosquit cau sobre un disc de vinil, un LP que gira a 33 rpm, a una distància de 8 cm del centre. Quina velocitat lineal porta el mosquit? Quant de temps tardarà en donar 3 voltes? Quin espai ha recorregut?

2.11.- Quants minuts i segons transcorren entre dos coincidències, sobre una mateixa recta de direcció, de las agulles d'un rellotge?

2.12.- Suposant que la Terra dona una volta completa sobre el seu eix en 1 dia, calcula la velocitat lineal d'un punt situat sobre la superfície de latitud λ en funció d'aquesta λ . Calcula la velocitat lineal de València situada a $39,5^\circ$.

2.13.- La roda A de la figura, el radi de la qual val 30 cm, parteix del repòs i augmenta la seua velocitat angular uniformement a raó de $0,4 \pi \text{ rad s}^{-1}$. La roda A transmet el seu moviment a la roda B, de 12 cm de radi, mitjançant d'una corretja. Troba una relació entre les acceleracions angulars i els radis de les dos rodes. Troba el temps necessari perquè la roda B assolisca una velocitat de 300 rpm.



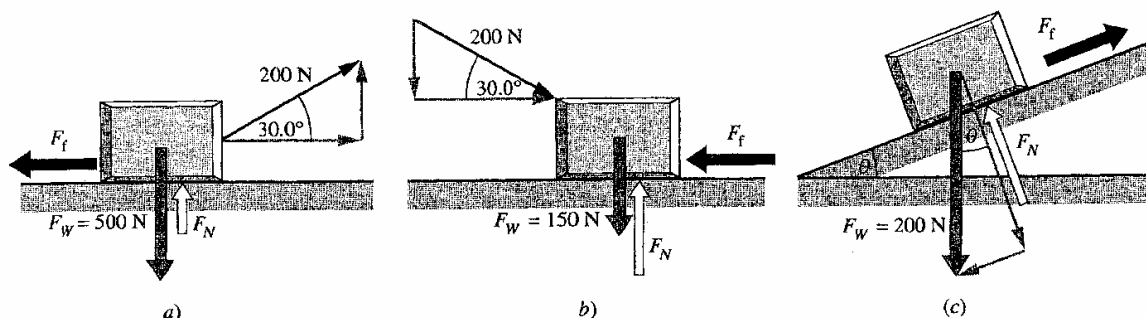
2.14.- Un tren s'està movent a 72 km/h quan un objecte que està penjant en l'extrem del tren a 4,9 m sobre el sòl, es solta. Calcula la distància recorreguda pel tren en el temps que tarda l'objecte a caure a terra. On cau l'objecte amb respecte al tren i al sòl? Quina és la trajectòria relativa al tren i respecte a la Terra?

2.15.- Una persona que condueix un cotxe un dia de tempestat observa que les gotes d'aigua deixen traces en les finestres laterals que formen un angle de 80° amb la vertical quan el cotxe es desplaça a 80 km/h. Seguidament frena i observa que l'aigua cau verticalment. Amb aquestes dades determina la velocitat relativa de l'aigua respecte al cotxe quan aquest es mou a 80 km/h, així com la velocitat quan el cotxe es troba parat.

2.16.- Un avió vola cap a l'est amb una velocitat relativa al aire de 500 km/h. El vent bufa a 90 km/h cap al sud. Calcula la velocitat i direcció de l'avió respecte terra. En quina direcció cal que vole l'avió per anar en direcció est respecte terra, i amb quina velocitat anirà respecte terra?

Tema 3. Dinàmica Newtoniana

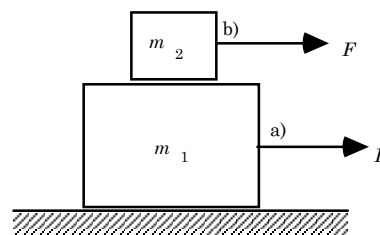
3.1.- Els objectes de la figura estan en equilibri. Determina el valor de la força normal (F_N) en cada cas (F_W = pes, F_f = força de fregament).



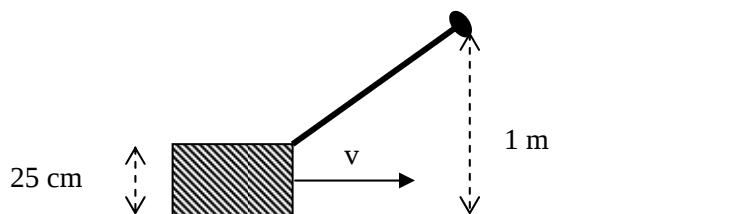
3.2.- Considera el sistema mostrat a la figura. El bloc de massa m_1 està sobre una superfície horitzontal sense fregament i sobre ell hi ha un altre bloc de massa m_2 . El coeficient de fregament estàtic entre els dos blocs és μ_e i el dinàmic, μ_d . Troba quin és el valor màxim de la força F perquè no es produïska lliscament entre els dos blocs en els casos següents:

- la força F s'aplica només sobre el bloc 1;
- la força F s'aplica només sobre el bloc 2

Dades: $m_1 = 10$ kg; $m_2 = 5$ kg; $\mu = 0,2$



3.3.- Arrosegues una caixa que conté 10 kg de taronges, tirant d'ella amb una corda de 1 m de longitud enganxada en la part superior de la caixa. La velocitat de la caixa és constant quan la força que fas és de 25 N. Tenint en compte que la caixa té 25 cm d'alçada i que l'altura de la teua mà es de 1 m. Quin és el coeficient de fregament de la caixa amb el sòl? De sobte la corda es solta i la caixa es para després de recórrer 50 cm. Quina velocitat portava abans de trencar-se la corda?



3.4.- D'una corda inextensible de 0,5 m agafada per un extrem, es penja una bola massissa de massa 500 g.

- Es deixa en repòs, de manera que penja vertical. Quant val la tensió de la corda?

- b) Es fa oscil·lar com un pèndol de manera que es solta quan la corda forma un angle $\alpha = 30^\circ$ amb la vertical. Quant val la tensió de la corda quan el pèndol es para en $\alpha = 30^\circ$ i al seu pas per la vertical?
- c) Es fa girar formant cercles verticals complets. Quant val la tensió en el punt més alt i més baix de la trajectòria? Quant val quan $\alpha = 30^\circ$ y $\alpha = 90^\circ$?
- (Per als càlculs numèrics, suposem velocitat = 3 m/s en cada cas)

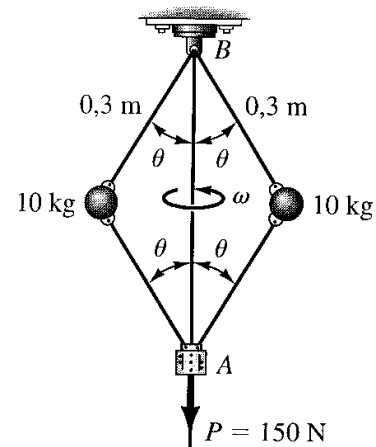
3.5.- El planeta Mart té dues llunes, Phobos i Deimos.

- a) Sabent que Phobos descriu un moviment circular uniforme al voltant de Mart de període $T = 7$ h 39 min i radi orbital $R = 9,4 \times 10^3$ km, calcula la massa de Mart.
- b) Suposant que les òrbites de la Terra i de Mart al voltant del Sol són circulars i prenent el quocient dels seus radis orbitals com $R_{\text{Mart}}/R_{\text{Terra}} = 1,52$, calcula la duració de l'any marcià.

3.6.- Una massa m lligada per una corda de longitud L a un punt fixe gira al voltant de la vertical amb una velocitat angular ω . Quin és l'angle que forma la corda amb la vertical? Quant val la tensió de la corda? Dades: $m = 2$ kg, $\omega = 30$ rpm, $L = 2,5$ m.

3.7.- Un dispositiu anomenat *regulador de boles* s'utilitza per a regular la velocitat d'aparells com màquines i turbines de vapor. L'aparell a regular fa girar el regulador a través d'un sistema de engranatges, i les boles adquireixen una configuració donada per l'angle θ , el qual depèn de la velocitat angular ω i de la força P que actua sobre el coixinet situat en A. El moviment cap a dalt i cap a baix del coixinet en A, com a resposta al canvi en ω , s'utilitza aleshores per a obrir i tancar una vàlvula que regula la velocitat de l'aparell. Negligint el fregament, troba:

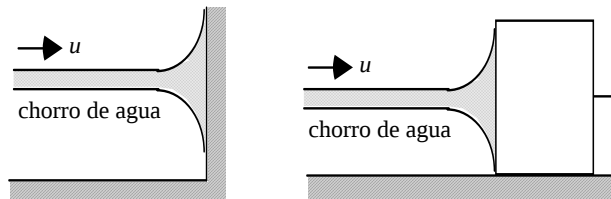
- a) La velocitat angular necessària per a mantenir la configuració del regulador de boles per a $\theta = 30^\circ$.
- b) La posició del coixinet quan s'abasta la màxima velocitat angular permesa, $\omega = 120$ rpm.



3.8.- Sobre una taula horitzontal sense fregament tenim una molla de 0,5 m de longitud i constant elàstica 20 N/m. Un dels seus extrems està fix, i en l'altre tenim una massa de 100 g que es fa girar a una velocitat constant de 45 rpm. Quina serà la deformació de la molla?

Si un extrem de la taula s'alça un angle de 30° , i la massa segueix girant a la mateixa velocitat angular, quina serà la deformació de la molla en el punt més alt de la trajectòria?

3.9.- El doll d'aigua que ix d'una mànega xoca contra una paret vertical en la forma mostrada en la figura. La velocitat de l'aigua abans de xocar amb la paret és $u = 60$ m/s i està dirigida perpendicularment a la mateixa. Després del xoc se suposa que l'aigua queda sense component de velocitat perpendicular a la paret. Si la densitat de l'aigua és $\rho = 1$ g/cm³ i la secció transversal del doll és $A = 25$ cm², calcula la força F que fa el



doll sobre la paret.

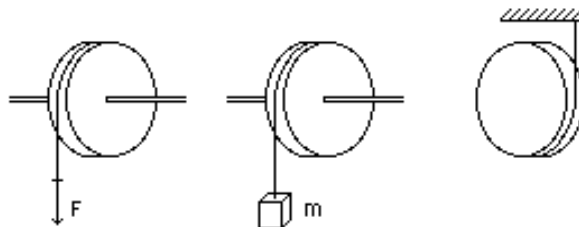
3.10.- Una granota de 50 g de massa es troba a l'extrem d'una taula de fusta de 5 kg de massa i de 5 m de longitud. La taula està flotant en la superfície d'un llac. La granota salta amb velocitat v_0 , que forma un angle de 30° amb la horitzontal. Calcula el valor de v_0 per el qual la granota al saltar arribi a l'altre extrem de la taula. Suposa que no existeix fregament entre la fusta i l'aigua.

3.11.- Tenim una força de 30 N que forma un angle de 30° amb l'horitzontal i que s'aplica en el punt (2,1). Quin és el moment d'aquesta força respecte de l'origen de coordenades? Seria el mateix respecte al punt (0,1)?

3.12.- En els extrems d'una barra de 1 m de longitud es col·loquen dues boles (considerades puntuals) de 30 g i 20 g respectivament. En quin punt s'han de recolzar per a que la barra mantinga l'equilibri?



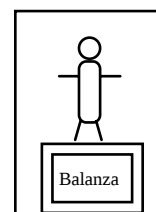
3.13.- Calcula el moment de les forces resultant en una corriola cilíndrica de 0,5 m de radi i 20 kg de massa en els casos: a) s'aplica una força F de 9,8 N a la corda; b) es penja una massa de 1 kg en l'extrem de la corda; c) es fixa al sostre un extrem de la corda.



3.14.- Quina acceleració (mòdul, direcció i sentit) s'ha d'aplicar a un pla de 30° d'inclinació, per a que un cos situat sobre ell no baixi pel pla? Considera que no hi ha fregaments.

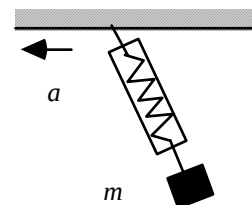
3.15.- Un home de massa $m = 72,2$ kg està sobre una balança en la cabina d'un ascensor. Quina és la lectura de la balança si:

- la cabina està en repòs o en moviment amb velocitat constant?
- la cabina té una acceleració cap amunt de $2,40 \text{ m/s}^2$?
- la cabina té una acceleració cap avall de $2,40 \text{ m/s}^2$?
- la cabina cau en caiguda lliure?
- la cabina té una acceleració cap avall de $12,0 \text{ m/s}^2$?



3.16.- Un home està parat en la plataforma d'un camió que es mou a 36 km/h. Sota quin angle i en quina direcció s'ha de recolzar per a evitar caure si la velocitat del camió canvia a 45 km/h en 2 s?

3.17.- El dinamòmetre de la figura consisteix en una molla de constant k que té penjat una massa m en el seu extrem. Es desitja usar-lo com a acceleròmetre d'un cotxe, açò és, calibrar-lo de tal forma que quan es trobe en equilibri en el SR no inercial lligat al cotxe puguem llegir en el dinamòmetre l'acceleració (constant) d'aquest. Troba la relació entre l'acceleració i l'elongació de la molla que hem d'emprar per a calibrar aquest acceleròmetre.



Tema 4. Treball i energia

4.1.- Calcula el treball realitzat per la força responsable de l'acceleració del problema 2.1.

4.2.- Una partícula es troba sotmesa a la força $\vec{F} = (3x^2 + 6x)\vec{i} - 14yz\vec{j} + 20xz^2\vec{k}$. Calcula el treball realitzat per aquesta força quan la partícula es trasllada des del punt O (0,0,0) fins al punt A (1,1,1) pels següents camins:

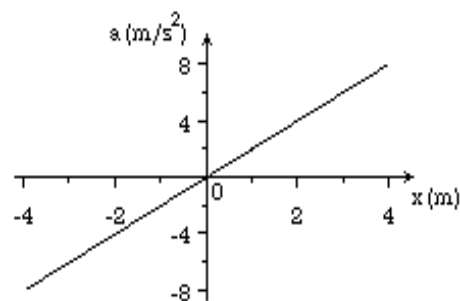
- Al llarg de la corba $x = t$; $y = t^2$; $z = t^3$.
- Al llarg de la recta $x = y = z$.
- Al llarg de l'eix OX fins a (1,0,0); des de (1,0,0) paral·lelament a l'eix OY fins al punt (1,1,0); des de (1,1,0) paral·lelament a l'eix OZ fins A (1,1,1).

4.3.- Un ciclista amb la seua bicicleta té una massa total de 80 kg i circula per una carretera plana. L'única resistència que s'oposa al moviment és la de l'aire, que val $F = k v$ ($k = 2 \text{ kg/s}$). Calcula:

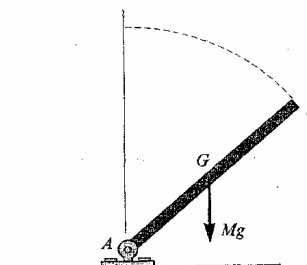
- El treball que ha de fer per a mantenir una velocitat constant de 10 km/h durant 1 minut.
- El treball necessari per a passar del repòs a una velocitat de 10 km/h amb una acceleració constant.

4.4.- Un cos de massa $M = 1 \text{ kg}$ es mou en una sola dimensió, venint la seua acceleració donada per la gràfica.

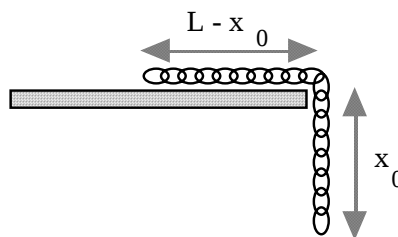
- Calcula l'energia potencial de la partícula en funció de la posició i representa-la gràficament. Pren l'origen d'energia potencial en $x = 0$.
- Hi ha algun punt d'equilibri? En cas afirmatiu, de quin tipus és?
- Suposa que el cos es troba en $x = -2 \text{ m}$ amb velocitat $v = -5 \text{ m/s}$. Descriu qualitativament el moviment posterior que experimenta el cos.



4.5.- Com es mostra a la figura, una vareta prima AB de massa M i longitud L està agafada a terra per una frontissa col·locada al seu extrem A. Si inicialment està en posició vertical i comença a caure cap a terra com es mostra, quanta energia cinètica ha guanyat quan arriba a colpejar el sòl.



4.6.- Una cadena de massa m i longitud L està disposada sobre una taula de tal manera que una longitud x_0 de la mateixa penja i la resta està estesa al llarg de la perpendicular a la vora de la taula. Troba la seua velocitat en l'instant d'abandonar la taula.

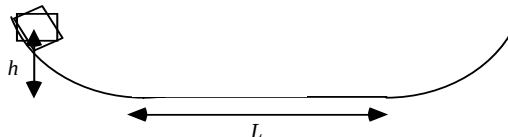


4.7.- Des de quina altura mínima cal que caiga un carret de la “muntanya russa” per tal de descriure una circumferència vertical de radi R sense caure? No hi ha fricció.

4.8.- Dues pilotes idèntiques xoquen frontalment. La velocitat inicial d'una és $0,75 \text{ m/s}$ cap a l'est, mentre que la velocitat de l'altra és $-0,43 \text{ m/s}$ cap al oest. Si el xoc és perfectament elàstic, quina és la velocitat final de cada pilota?

4.9.- Un deuteró de massa $2,0$ uma xoca elàsticament contra un protó de massa $1,0$ uma inicialment en repòs. La velocitat inicial del deuteró és $2,7 \times 10^7 \text{ m/s}$, i la final és $2,2 \times 10^7 \text{ m/s}$. Calcula la velocitat final del protó i les direccions finals de ambdues partícules.

4.10.- Un bloc rellisca per un carril que té els extrems elevats, mentre que la part central és plana, amb una longitud $L = 10 \text{ m}$ i un coeficient de fregament $\mu = 0,2$. Suposant que no hi ha fregament en les parts corbes, calcula on es parará el bloc quan se solta (en repòs) des d'una altura $h = 1 \text{ m}$ sobre la part plana.

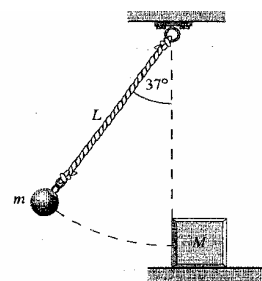


4.11.- Llancem un bloc de 5 kg cap amunt per un pla inclinat de 30° amb una velocitat inicial de 5 m/s . Observem que ascendeix $1,5 \text{ m}$ al llarg del pla, es para i descendeix a continuació fins tornar al punt de partida. Calcula:

- La força de fricció entre el bloc i el pla.
- La velocitat amb la que torna al punt de partida.

4.12.- El motor d'un cotxe de massa $M = 970 \text{ kg}$ desenvolupa una potència $P = 50 \text{ CV}$ quan aquest circula per pla a 90 km/h . Suposant que els fregaments consumixen en pujada la mateixa potència que en pla, troba la potència que desenvolupa al pujar una costa d'inclinació del 2% a la mateixa velocitat.

4.13.- Un pèndol que consisteix en una pilota de massa m en repòs en la posició que es mostra en la figura, colpeja un bloc de massa M . El bloc rellisca fins a una distància D abans de parar-se sota l'acció d'una força de fregament de $0,20 Mg$. Calcula la distància D si la pilota rebota formant un angle de 20° . Dades: $m = 100 \text{ g}$, $M = 1 \text{ kg}$, $L = 1 \text{ m}$.

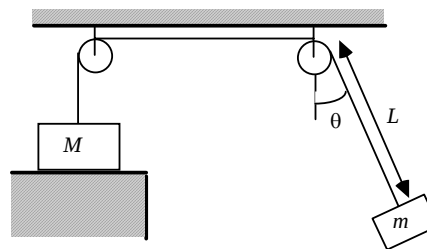


4.14.- Una esfera de 30 g de massa que penja en repòs d'un fil de 1 m de longitud, es colpejada per una altra que s'incrusta en ella. Si la segona esfera té una massa de 5 g ,

- a) Quina ha de ser la velocitat de l'esfera petita per a que després del xoc ambdues assoleixen la màxima altura?
 b) Quina ha de ser la velocitat de l'esfera petita per a que després del xoc ambdues descriguen un cercle complet?

4.15.- Un bloc de massa $M = 10 \text{ kg}$ està en repòs sobre una taula. Mitjançant una corda que passa per dues corrioles, s'uneix aquest bloc a un altre de massa $m = 6 \text{ kg}$. Aquest últim es troba a una distància $L = 1,5 \text{ m}$ per davall de la corriola (vore figura).

- a) Troba l'angle mínim θ des del que es pot deixar el bloc de massa m (sense velocitat inicial) de manera que el bloc de massa M comence a pujar.
 b) Quina és la màxima relació M/m que permet pujar el bloc gran amb aquest sistema.

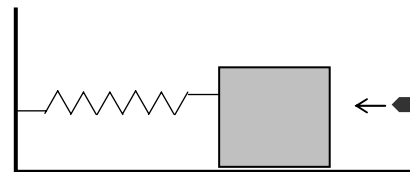


Tema 5. Oscil·lacions i ones

5.1.- Una massa de 5 kg està lligada a una molla, movent-se sense fricció sobre un pla horitzontal i efectuant un MHS de 30 cm d'amplitud i 2 s de període. Determina: a) la constant elàstica de la molla; b) la velocitat i acceleració màximes de la massa; c) l'energia mecànica del sistema.

5.2.- Una partícula oscil·la harmònicament amb 2 mm d'amplitud, passant per la posició d'equilibri amb una velocitat de 4 m/s . Calcula: a) el període i la freqüència; b) l'acceleració màxima; c) la velocitat de la partícula quan $x=1,2 \text{ mm}$.

5.3.- Una bala de 10 g i amb velocitat de 400 m/s s'incrusta contra un bloc de 990 g de massa, com indica la figura. Després del xoc, la molla arriba a contraure's 20 cm , efectuant a continuació un MHS. a) Quina és la constant elàstica k de la molla? b) Quin és el període d'oscil·lació? (No hi ha fricció entre el bloc i la superfície.)



5.4.- L'equació que descriu un moviment ondulatori és $\psi = 0,32 \sin(1,8t - 6,2x)$, on totes les magnituds estan en el S.I. Calcula: a) el període, la freqüència, la longitud d'ona, l'amplitud i la velocitat de propagació. b) L'energia cinètica màxima d'una partícula de $1,6 \text{ g}$ de massa sotmesa a aquest moviment.

5.5.- Una ona està representada per l'equació $\psi = 4 \cos[2\pi(t/6 + x/240)]$ (ψ i x en cm ; t en s). Calcula: a) La velocitat de la ona; b) la diferència de fase per a una certa posició entre dos instants de temps separats 1 s ; c) La diferència de fase per a un cert instant de temps entre dues posicions separades $2,1 \text{ m}$; d) Si per a una certa posició i un cert instant $\psi = 3 \text{ cm}$, quin serà el valor de ψ per a la mateixa posició 2 s més tard?

5.6.- Una ona harmònica amb freqüència de 500 Hz té una velocitat de propagació de 350 m/s . a) Quina és la separació entre dos punts que tenen una diferència de fase de 60° en un determinat

instant? b) Quina és la diferència de fase per a una certa posició entre dos instants de temps separats 10^{-3} s?

SOLUCIONS

P2.1.- 54 m

P2.2.- a) $-0,98 \text{ m/s}^2$; b) 114,8 m totals

P2.3.- a) $308,6 \text{ m}$; b) $1,5 \text{ m/s}^2$

P2.4.- $a_T = 1,94 \text{ m/s}^2$; $a_N = 0,48 \text{ m/s}^2$, $R = 35 \text{ m}$

P2.5.- $y = 2\sqrt{x}$

P2.6.- a) $d_{\min} = 2,75 \text{ m}$, $d_{\max} = 7,66 \text{ m}$; b) $d_{\min} = 1,09 \text{ m}$, $d_{\max} = 5,84 \text{ m}$, $h_{\max} - d = 45,9 \text{ cm}$

P2.7.- a) 500 m/s

P2.10.- $v = 0,27 \text{ m/s}$, $t = 5,4 \text{ s}$, $e = 1,5 \text{ m}$

P2.11.- 32 min 44 s

P2.12.- $463,2 \cos \lambda$, $v_V = 1286 \text{ km/h}$

P2.13.- $\alpha_B = R_B/R_A \alpha_A$; $t = 10 \text{ s}$

P2.15.- $v_r = 81,2 \text{ km/h}$, $v_a = 14,1 \text{ km/h}$

P2.16.- a) $v = 508 \text{ km/h}$, $\alpha = -10^\circ$; b) $v = 492 \text{ km/h}$, $\alpha = 10^\circ$

P3.2.- $F_a < 29,4 \text{ N}$; $F_b < 14,7 \text{ N}$

P3.3.- $\mu = 0,23$, $v_0 = 1,5 \text{ m/s}$

P3.4.- a) $4,9 \text{ N}$, b) $4,24 \text{ N}$, $6,2 \text{ N}$; c) $13,9 \text{ N}$, $4,1 \text{ N}$, $13,2 \text{ N}$, 9 N .

P3.6.- $49,3 \text{ N}$, $66,6^\circ$

P3.7.- a) $9,77 \text{ rad/s}$, $AB = 31,4 \text{ cm}$

P3.8.- a) $6,2 \text{ cm}$; b) $9,0 \text{ cm}$; c) $3,5 \text{ cm}$

P3.9.- 9000 N

P3.10.- $7,48 \text{ m/s}$

P3.11.- $(0,0,4) \text{ N m}$, $(0,0,30) \text{ N m}$

P3.12.- 40 cm de la bola grande

P3.13.- a) RF, b) RT, c) RP, RT

P3.14.- $5,65 \text{ m/s}$ horizontal

P3.15.- a) 708 N , 881 N , c) 534 N , d) 0

P3.16.- $82,7^\circ$ en direcció del moviment

P3.17.- $x = \frac{m}{k} \sqrt{a^2 + g^2}$

P4.1.- 576 J

P4.2.- a) 6 J , b) $13/3 \text{ J}$, c) $32/3 \text{ J}$

P4.3.- a) 927 J , b) 618 J

P4.4.- a) $-x^2$, b) $x = 0$ Inestable, c) se aleja acelerando

P4.5.- $\Delta E_c = mgL/2$

P4.6.- $v = \sqrt{\frac{g}{L}(L^2 - x_0^2)}$

P4.7.- $h = 5/2 R$

P4.9.- $2,2 \times 10^7$ m/s, $d : 23,2^\circ$, $p: 52,0^\circ$

P4.10.- 5 m

P4.11.- 17,2 N; 2,1 m/s

P4.12.- 56,37 CV

P4.13.- $D = 2,4$ cm

P4.14.- a) 43,8 m/s; b) 49 m/s

P4.15.- a) $48,2^\circ$; b) 3

P5.1.- a) 49,3 N/m; b) 0,94 m/s; $2,96 \text{ m/s}^2$; c) 3,2 m/s

P5.2.- a) $3,14 \times 10^{-3}$ s; 318 Hz; b) 8000 m/s^2 ; c) 3,2 m/s

P5.3.- a) 400 N/m; b) 0,314 s

P5.4.- a) 3,49 s; 0,286 Hz; 1,01 m; 0,32 m; 0,29 m/s; b) $2,65 \times 10^{-4}$ J

P5.5.- a) 0,4 m/s; b) 60° ; c) 315° ; d) $-3,79$ cm

P5.6.- a) 0,117 m; 180°