

0. Introducció a la física

- 1 La llum visible té una finestra de longituds d'ona entre 400 nm (límit del violeta) i 735 nm (límit del roig). A quines energies es corresponen aquests límits (en J i eV). Recordeu que $E = hv$, sent h la constant de Planck, i v la freqüència de la llum.
- 2 La força de fregament que actua sobre un vehicle de secció A i velocitat v en un medi de densitat ρ ve donada per la l'expressió
- $$F = \frac{1}{2} CA\rho v^n$$
- on C és un coeficient d'arrosegament, que és adimensional.
- Determina el valor del exponent n per mitjà de càlcul dimensional. Has d'ajustar les dimensions perquè l'equació mostrada siga correcta
- Calcula el valor de la força si $C = 0.38$, $A = 1.77 \text{ m}^2$, $\rho_{\text{aire}} = 1.23 \text{ kg m}^{-3}$, $v = 36 \text{ km h}^{-1}$.
- 3
- Trobeu el Radi de la terra. Doneu-lo en km, milles terrestres, milles marines, m, cm peus i polsades
 - Feu el mateix amb el perímetre.
 - Quin és el volum de la terra? I la seua superfície? (Resultats en milles i km amb l'exponent adequat)

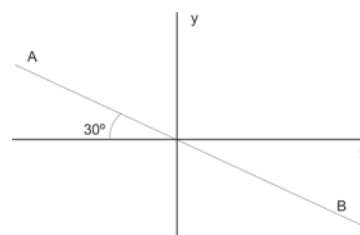
1. Vectors i càlculs

- 4 Donats els vectors $\mathbf{v}_1 = (2, 1)$ i $\mathbf{v}_2 = (-1, 1)$:
- Representeu-los gràficament
 - Obtingueu el vector suma gràfica i analíticament
 - Obtingueu el vector diferència $\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2$ gràfica i analíticament
 - Calculeu el producte escalar dels vectors
 - Calculeu el producte vectorial dels vectors
 - Quin angle formen els vectors?
 - Calcula el vector unitari \mathbf{u}_1 en la direcció \mathbf{v}_1
 - Calcula la component de \mathbf{v}_2 segons \mathbf{u}_1
- 5 El vector posició \mathbf{r} del punt P és $-(2 \text{ m})\mathbf{i} + (3 \text{ m})\mathbf{j}$, i el punt Q té coordenades $x = -2 \text{ m}$ i $y = -4 \text{ m}$.
- ¿Quines són les components d'un vector unitari dirigit en la direcció de \mathbf{r} ?
 - Calcula el producte escalar $\mathbf{r}_{OP} \cdot \mathbf{r}_{OQ}$.
 - Calcula el producte vectorial $\mathbf{r}_{OP} \times \mathbf{r}_{OQ}$.
 - Calcula el producte vectorial $\mathbf{r}_{OS} \times (\mathbf{r}_{OP} \times \mathbf{r}_{OQ})$

- 6 Donats els vectors $\mathbf{v}_1 = (1, 2, 1)$ i $\mathbf{v}_2 = (1, -1, 0)$:
- Calculeu els productes vectorial i escalar dels dos vectors
 - ¿Quin angle formen els vectors?
 - Calcula el vector unitari \mathbf{u}_1 i \mathbf{u}_2 .
 - Calcula el vector unitari \mathbf{u}_3 perpendicular al pla que formen els vectors
 - Els tres vectors unitaris formen un triedre ortogonal?
 - Quines son les components de $\mathbf{v}_1 = (1, 2, 1)$ respecte de \mathbf{u}_1 i \mathbf{u}_3 ?

- 7 La component del vector \mathbf{V} segons l'eix y val + 4. La projecció del vector \mathbf{V} sobre la línia AB també té longitud 4. Calcula el vector \mathbf{V} (en el segon quadrant) gràficament.

Un altre vector $\mathbf{W} = (0, -2)$. Calcula $\mathbf{V} \cdot \mathbf{W}$.

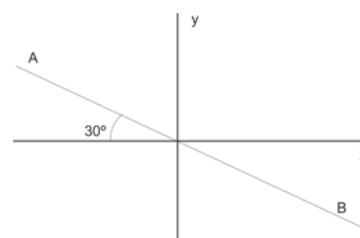


- 8 La component del vector \mathbf{V} segons l'eix y val + 4. La projecció del vector \mathbf{V} (en el segon quadrant) sobre la línia AB també té longitud 4.

Calcula el vector unitari \mathbf{u} de la recta AB (situat en el segon quadrant).

Calcula $\mathbf{V} \cdot \mathbf{u}$.

Determina les components V_x, V_y del vector \mathbf{V} .



- 9 Calcula la derivada de les següents funcions

$$x^4 + 2x^2 + 3x + 4$$

$$\sin(x^2 - 3)$$

$$3e^{2x}$$

$$\frac{2x + a}{3x^2 + b}$$

i les integrals

$$\int (x^3 + 1) dx$$

$$\int \sin(ax) dx$$

10 Calcula la derivada de les següents funcions respecte de x.

a) x^4	b) $x^4 + 2x^2 + 3x + 4$	c) x^{-4}
d) $\frac{1}{2x^2 + 3x + 4}$	e) $\frac{x}{2x^2 + 3x + 4}$	f) $\frac{2x^2 - 1}{3x^3 - 3x^2 + 4}$
g) $\ln(x)$	h) $\ln(2x^2 + 4)$	
h) $3e^x$	i) $3e^{x^4 + 2x^2 + 3x + 4}$	j) $3x^2 e^{x^4 + 2x^2 + 3x + 4}$
$\sin(x)$	$\cos(x)$	$\tan(7x) = \text{tg}(7x)$
$\sin(x^2 - 3)$	$\sin^2(x^2 - 6)$	$\cos^2(x^2 - 1)^2$
$\sin(x)\cos(x)$	$\sin(x)\text{tg}(x)$	$\sqrt{2x^2 + 3x + 4}$

11 Calcula la integral de les següents funcions respecte de x.

x^4	$x^4 + 2x^2 + 3x + 4$	x^{-4}
$\frac{1}{2x + 4}$	$3e^x$	$3e^{-7x}$
$\ln(x)$	$(2x - 1)\ln(x^2 - x)$	$\sin(x)$
$\cos(4x)$	$\sin(x)\cos^2(x)$	$\sin(x)\cos(x)$

12 Calcula la derivada de les següents funcions respecte del temps. Teniu en compte que x, y i z son variables i que a, b, c i d, m i n són constants.

a) $x^m + ax^n + b$	b) $z^2 x^4 + 2xy^2 + 3x + 4$	c) $ay^n x^{-m} + bz^{n-m} + c$
---------------------	-------------------------------	---------------------------------

2. Cinemàtica d'una partícula

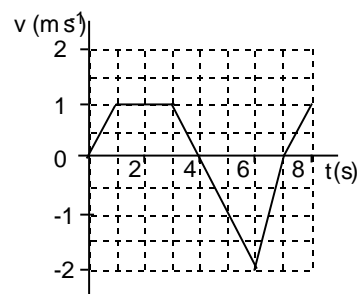
13 Un paracaigudista després del salt cau 50 m sense fricció. Quan s'obri el paracaigudes, desaccelera cap a avall 2.0 ms^{-2} . Arriba en terra amb velocitat 3.0 ms^{-1} .

- Quant de temps va estar el paracaigudista en l'aire?
- De quina altura va saltar?

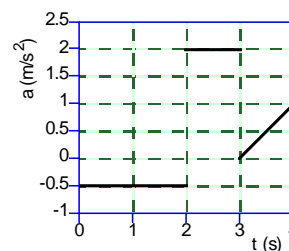
sol: a) 17 s, b) 290 m.

- 14 Un objecte es mou al llarg d'una línia recta. En l'instant inicial, l'objecte es troba en l'origen de coordenades, i després es posa en repòs; la seua velocitat en cada instant és la que es mostra en el gràfic. Hem de trobar

- L'acceleració en funció del temps,
- La posició en funció del temps,
- La distància total que ha recorregut.

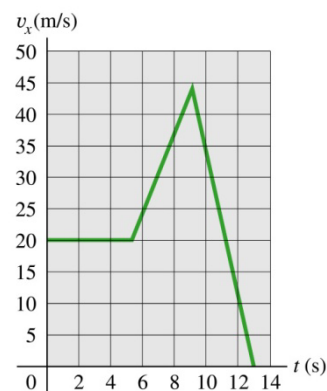


- 15 Una partícula es mou en una línia; la seua acceleració varia amb el temps de la manera que es mostra en la figura. Inicialment la partícula es troba en repòs en l'origen. Representeu $v(t)$ y $x(t)$ i determineu la distància total recorreguda.



- 16 La velocitat d'una moto canvia en el temps segons s'indica a la figura. Els canvis de pendent ocorren en $t = 5$ i 9 s.

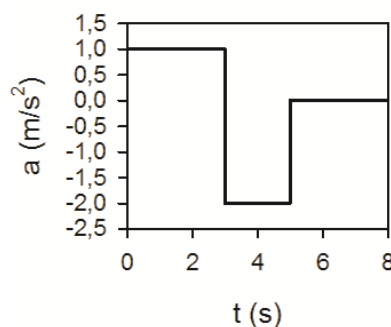
- Calculeu l'acceleració instantània en $t = 2, 8$ i 12 s
- Calculeu la distància recorreguda per la moto als $5, 9$ i 13 s.



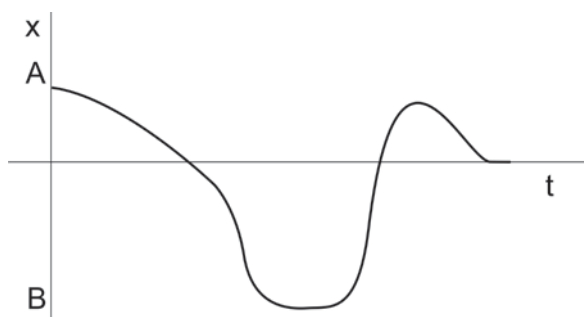
- 17 Una partícula es mou en una línia; la seua acceleració varia amb el temps de la manera que es mostra en la figura. Inicialment la partícula es troba en repòs en l'origen.

Representeu $v(t)$

Determineu la distància total recorreguda.



- 18** Una partícula es mou en una línia recta entre dos punts A i B, en la gràfica es mostra el seu moviment en funció del temps
- Troba els punts màxim, mínim i inflexió de $x(t)$, i indica el seu significat en termes de velocitat.
 - Troba els intervals on el pendent és positiu o negatiu.
 - Troba els intervals on el pendent creix o decreix.
 - A partir de la informació anterior forma la corba $v(t)$.
 - Indica també la corba $a(t)$.



- 19** Una massa puntual $m = 1$ kg es desplaça per una línia en la direcció x positiva a velocitat $v_0 = 5$ m/s, a partir de l'instant $t = 0$. En l'instant $t_1 = 10$ s comença a actuar una força que té l'expressió

$$F = -f_0 e^{-t/T}$$

on t és el temps transcorregut des de $t = 0$, i els valors dels paràmetres són $f_0 = 20$ N i $T = 5$ s. Calcula la velocitat de la partícula en l'instant $t_2 = 2t_1$.

- 20** Una partícula de massa m i velocitat inicial v_0 , experimenta una única força de frenatge donada per $F = -bv^2$, on b és una constant. Calcula la velocitat en funció del temps, i determina el comportament de la velocitat a temps gran.

- 21** Un cos de massa m amb velocitat inicial v_0 es mou en una línia amb l'acció d'una sola força contrària a la velocitat, de magnitud

$$F = -kv^3$$

on v és la velocitat i k és una constant.

- Calcula la velocitat en funció del temps.
- la velocitat augmenta o disminueix amb el temps? Quina serà la velocitat a temps molt grans?

- 22 Un cos de massa m que parteix del repòs es mou en una línia amb l'acció d'una sola força, de magnitud

$$F = \frac{mA_0}{1 + v/v_A}$$

on v és la velocitat i v_A i A_0 són constants.

- Calcula la velocitat en funció del temps.
- Calcula la velocitat en l'instant $t = 3v_A/(2A_0)$

- 23 Un centre de forces atrau una partícula de massa m segons la llei de força

$$F(x) = -\frac{mK^2}{x^3}$$

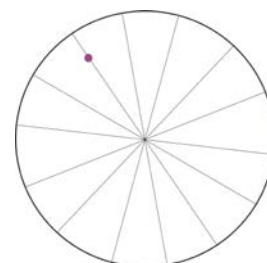
Sent x la distància de la partícula al centre i K una constant. Suposem que la partícula parteix del repòs des d'una distància d .

- Determina el valor de la velocitat $v(x)$ en funció de la posició.
- Determina el temps necessari perquè la partícula arribe al centre de forces.

- 24 En una atracció de fira els passatgers viatgen en un cercle horitzontal de radi 5.0 m. Realitzen un cercle complet en 4.0 s. ¿Quina és la seua acceleració?

- 25 Un satèl·lit es troba en una òrbita circular al voltant de la terra, a una altitud $h = 180$ km sobre la superfície terrestre. A aqueixa altitud, l'acceleració de caiguda lliure g és 9.30 ms^{-2} . ¿Quina és la velocitat orbital del satèl·lit?

- 26 Per mitjà d'un punt fixat en un radi de la roda de bicicleta de radi $R = 33$ cm es mesura la velocitat angular $\omega = 28.6$ rad/s. Quina és la velocitat de la bicicleta? Quina és la distància recorreguda en 30 minuts a aquesta velocitat? Quina serà l'acceleració angular de frenat per detenir la bicicleta en 3 s?



- 27 La posició angular del volant d'un motor ve donada per l'expressió

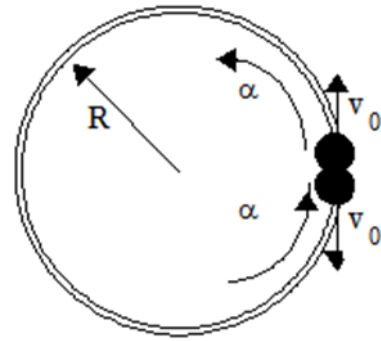
$$\theta = 2.0 t^3 \text{ rad}$$

El diàmetre del volant és 0.36 m. Trobeu:

- L'angle, en radians i en graus, als temps $t_1 = 2\text{s}$ i $t_2 = 5\text{s}$.
- La distància que una partícula situada en la vorera recorre entre aquests dos temps
- La velocitat angular instantània en $t = 3\text{s}$.
- L'acceleració angular instantània en $t = 3\text{s}$.

- 28** A $t = 0$, el corrent d'un motor elèctric DC s'inverteix, donant com a resultat un desplaçament angular de l'eix del motor igual a $\theta(t) = 250t - 20t^2 - 1.5t^3$.
- ¿En quin moment la velocitat angular de l'eix del motor és zero?
 - Calculeu l'acceleració angular en eixe instant.
 - ¿Quantes voltes ha fet el motor des que s'inverteix el corrent fins que la velocitat angular de l'eix és zero?
 - ¿A quina velocitat angular gira l'eix en $t = 0$?

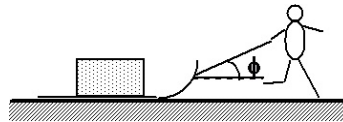
- 29** Dues partícules surten amb la mateixa velocitat lineal v_0 però amb sentits contraris del mateix punt de la perifèria d'una circumferència de radi R , estant ambdues obligades a moure al llarg d'aquesta. La partícula que surt cap amunt experimenta una acceleració constant α en el mateix sentit que el seu moviment. L'altra porta una acceleració del mateix mòdul però que s'oposa al seu moviment. Calculeu:



- El temps que triguen a xocar.
- El valor de α perquè el xoc es produeixi en el punt de partida.

3. Dinàmica de la partícula

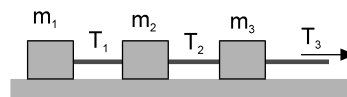
- 30** Una xica arrossega a velocitat constant, amb una corda, un trineu carregat, de massa total 75 kg. El coeficient de fregament dinàmic μ_d és 0.1, i l'angle ϕ que forma la corda amb l'horitzontal és 42° . ¿Quant val la tensió de la corda?



Sol: 91 N

- 31** Una grua sosté un pes de 1000 kg. Calculeu la tensió del cable que la suporta si:
- El pes s'accelera cap amunt a 2 m/s^2 .
 - S'aixeca el pes amb velocitat constant.
 - El pes s'aixeca amb una velocitat que disminueix 2 m/s en cada segon.

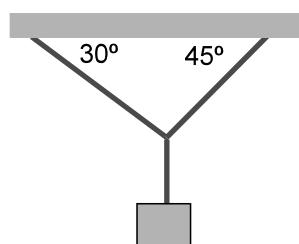
- 32** Tres blocs estan connectats com es mostra a la figura, sobre una taula sense fricció i s'estira cap a la dreta amb una força $T_3 = 60 \text{ N}$. Si $m_1 = 10 \text{ kg}$, $m_2 = 20 \text{ kg}$ i $m_3 = 30 \text{ kg}$, Trobeu les tensions T_1 i T_2 .



Sol: $T_1 = 10 \text{ N}$, $T_2 = 30 \text{ N}$

- 33** La figura mostra un pes $W = 100 \text{ N}$ que penja de tres cordes. Troba la magnitud de les tres forces que actuen en el nuc que uneix les tres cordes.

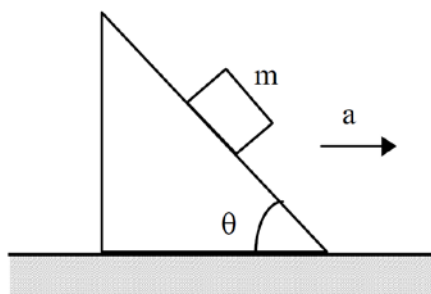
Sol: 100 N, 73.3 N i 89.6 N.



- 34** Una grua sosté un pes de 1000 kg. Calculeu la tensió del cable que la suporta si:
- El pes s'accelera cap amunt a 2 m/s^2 .
 - S'aixeca el pes amb velocitat constant.
 - El pes s'aixeca amb una velocitat que disminueix 2 m/s en cada segon.

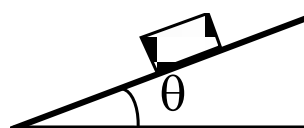
- 35** Un cos de massa $m = 2 \text{ kg}$ descansa sobre una superfície polida que té una inclinació de $\theta = 60^\circ$ i una acceleració a cap a la dreta de tal manera que la massa roman estacionària en relació al pla.

- Dibuixa el diagrama de sòlid lliure i indica la força resultant.
- Determina l'acceleració a .
- Què passaria si el pla tingués una acceleració més gran? Explica-ho a partir del diagrama de sòlid lliure.



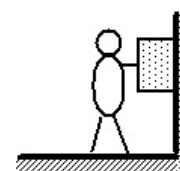
- 36** A base d'assaig i error, trobem que una moneda comença a lliscar sobre la tapa d'un llibre quan aquest està inclinat un angle $\theta = 13^\circ$. ¿Quant val el coeficient de fregament estàtic entre la moneda i el llibre?

Sol: 0.23.



- 37** Mentre toca el timbre d'una porta amb una mà, un transportista manté un paquet amb l'altra. Ho fa pressionant el paquet perpendicularment contra la paret vertical, com es mostra en la figura. El paquet té una massa de 9 kg, i el coeficient de fregament estàtic entre el paquet i la paret és $\mu = 0.15$.

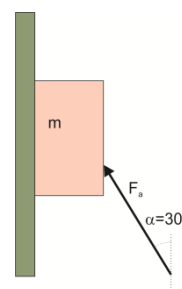
S'ha de calcular la magnitud de la mínima força de pressió que ha d'exercir el transportista sobre el paquet perquè el paquet es sostinga contra la paret.



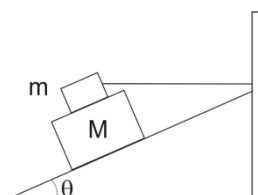
- 38 Un paquet de massa m resta sobre una paret sostingut per una força aplicada $F_a = (1/2)mg$, que forma un angle amb la vertical.

Quin serà el valor de la força de fricció estàtica entre el bloc i la paret?

Quin serà el mínim valor de la fricció estàtica que permet que el paquet estiga en equilibri?

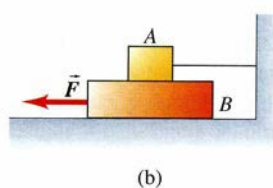
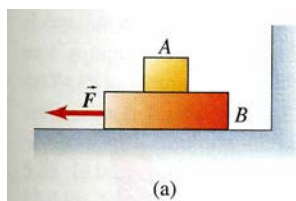


- 39 El bloc de massa M resta sobre un pla inclinat, i damunt té un altre bloc immobilitzat de massa m . El bloc M es troba en moviment i té coeficient de fregament dinàmic μ amb les dues superfícies de contacte. Escriu el sistema complet d'equacions que determinen l'acceleració del bloc.

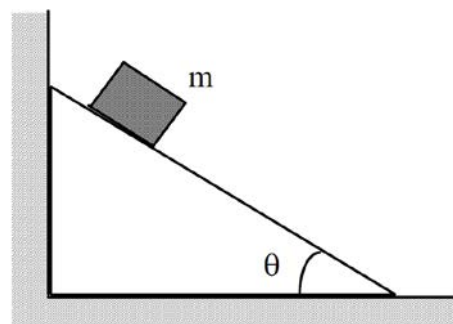


- 40 El bloc A de la figura pesa 1.20 N, i el B, 3.60 N. El coeficient de fricció cinètica entre totes les superfícies és de 0.300. Determina la magnitud de la força horitzontal \mathbf{F} necessària per a arrossegar el bloc B cap a l'esquerra amb velocitat constant,

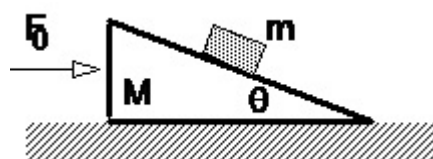
- a) si A reposa sobre B i es mou amb ell, (Fig. (a))
b) si A no es mou (Fig. (b)).



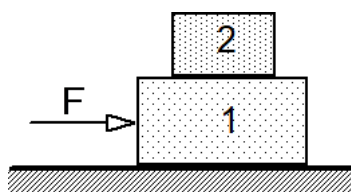
- 41 Determina la força que exerceix sobre la paret una falca en lliscar per ella certa càrrega de massa m . L'angle de la base de la falca és θ . El coeficient de fregament entre la càrrega i la superfície de la falca és μ . Negligeix el fregament entre la falca i el sòl.



- 42 S'aplica una força horitzontal per a espentar una rampa, de massa M , al llarg d'un terra horitzontal. Una caixa, de massa m , resta sobre la superfície superior de la rampa, que està inclinada un angle θ respecte de l'horitzontal. Es poden negligir les forces de fregament. Calculem la magnitud F_0 de la força amb què s'ha d'espentar la rampa perquè la caixa es quedi en repòs respecte de la rampa.



- 4 En el sistema de la figura el bloc 2 de massa $m_2 = 2$ kg resta damunt el bloc 1 de massa $m_1 = 6$ kg. Els coeficients de fregament estàtic entre els dos blocs és $\mu_e = 0.15$, el coeficient dinàmic és $\mu_d = 0.10$, i és negligible el fregament del bloc 1 amb la superfície horitzontal sobre la qual es mou. Una força horitzontal de magnitud F_a , és aplicada al bloc 1.



- Discuteix els dos possibles casos de moviment, si els blocs van junts o no, segons el valor de les forces.
- Dibuixa el diagrama de sòlid lliure i escriu les equacions de moviment completes.
- Calcula el valor de la força de fricció, quan els dos blocs es desplacen conjuntament.
- Calcula el valor màxim de la força aplicada, $F_{a,màx}$, per a la qual els dos blocs es desplacen conjuntament.
- Calcula l'acceleració dels blocs si la força aplicada és $F = 5$ N.
- Calcula l'acceleració dels blocs si la força aplicada és $F = 20$ N.

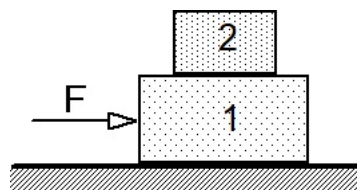
- 43 El bloc A, de massa $m_A = 10$ kg, llisca sobre una taula ben polida. Els coeficients de fregament estàtic i dinàmic entre m_A i m_B són $\mu_e = 0.6$ i $\mu_d = 0.4$, respectivament.

a) ¿Quina és l'acceleració màxima que pot tenir el bloc B, de massa $m_B = 5$ kg, sense lliscar?

b) ¿Quin és el valor màxim de m_C , si A es mou amb B sense lliscar?

c) ¿Si $m_C = 30$ kg, trobeu l'acceleració de cada massa i la tensió de la corda.

Sol: a) 5.88 m s^{-2} ; b) 22.5 kg ; c) $a_B = 3.92 \text{ m s}^{-2}$,
 $a_A = 6.86 \text{ m s}^{-2}$



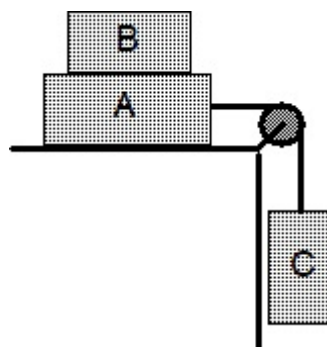
- 44 El bloc A, de massa $m_A = 10$ kg, llisca sobre una taula ben polida. Els coeficients de fregament estàtic i dinàmic entre m_A i m_B són $\mu_e = 0.6$ i $\mu_d = 0.4$, respectivament.

a) ¿Quina és l'acceleració màxima que pot tenir el bloc B, de massa $m_B = 5$ kg, sense lliscar?

b) ¿Quin és el valor màxim de m_C , si A es mou amb B sense lliscar?

c) ¿Si $m_C = 30$ kg, trobeu l'acceleració de cada massa i la tensió de la corda.

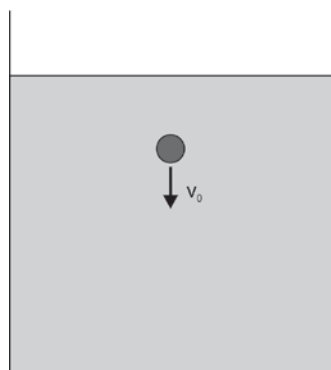
Sol: a) 5.88 m s^{-2} ; b) 22.5 kg ; c) $a_B = 3.92 \text{ m s}^{-2}$,
 $a_A = 6.86 \text{ m s}^{-2}$



- 45 Sobre una caixa de 20 kg, inicialment en repòs sobre una superfície sense fregament, s'aplica una força horitzontal de $F(t) = 10t + 20 \text{ N}$. Calculeu:

- L'acceleració de la caixa.
- La velocitat de la caixa després de 10 s.
- La distància recorreguda en eixos 10 s.

- 46 Es deixa caure en un tanc de líquid un objecte de massa total m i densitat doble que la del líquid, de manera que en l' instant $t = 0$, l'objecte es troba prop de la superfície amb velocitat v_0 , com es mostra en la figura.



A més del pes i de l'empenta, actua sobre el cos una força de frenatge, deguda al fregament amb el líquid, amb direcció contrària a la de la seua velocitat, i de magnitud

$$F_a = bv^2$$

sent b una constant positiva, i v la velocitat del cos respecte del líquid.

a) Trobeu la velocitat límit, v_L , a partir d'una anàlisi l'equació de moviment (sense integrar aquesta).

b) Escriviu l'equació de moviment en termes de les constants b i v_L , i trobeu la velocitat del cos $v(t)$ per un instant qualsevol $t > 0$. Comproveu el resultat que s'havia trobat en (a), prenent el límit $t \rightarrow \infty$.

$$\text{a) } v_L = \sqrt{\frac{mg}{2b}} \quad ; \quad \text{b) } v = v_L \frac{ke^{2v_L t b/m} - 1}{ke^{2v_L t b/m} + 1}$$

- 47 Una esfera de massa 100g es mou en un medi viscos on la força d'arrossegament segueix la llei $F = -bv^3$, amb $b = 0.5 \text{ kg s m}^{-2}$, constant. Si l'objecte es movia inicialment amb velocitat $v_0 = 10 \text{ m/s}$.

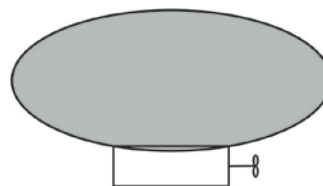
Escriu l'equació del moviment

Calculeu la velocitat en funció del temps. ¿Quant de temps tardarà la velocitat en ser un 1% de la velocitat inicial?

Si l'esfera es trobava inicialment a l'origen, ¿Quina distància haurà recorregut fins eixe moment?

Quina és la fracció d'energia que li queda a l'esfera en eixe moment?

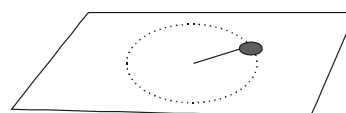
- 48** Un dirigible esta en repòs inicialment, flotant, quan en $t = 0$ el pilot encen el motor del propulsor. La força entre el propulsor i l'aire augmenta continuament segons l'equació $F = kt$, on k és una constant.



a) Si la massa del dirigible és m , troba la seua posició en funció del temps. (Suposarem que en este període de temps, el dirigible es mou encara lentament i no es produeix força en contra per la resistència de l'aire.

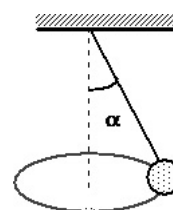
b) ¿Com augmenta la velocitat amb el temps? ¿Pot continuar indefinidament este augment?

- 49** Un disc de plàstic de massa 0.200 kg efectua revolucions damunt d'una taula sense fricció. El disc està nugat a una corda de 0.200 m a un clau fix a la taula. Si el disc fa dues revolucions completes per segon, troba la força que la corda efectua sobre ell.

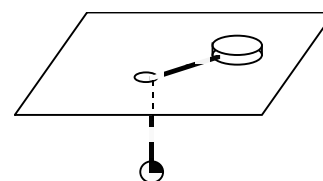


Sol: 6.32 N

- 50** Una massa suspesa d'un punt fix mitjançant una corda gira entorn de la vertical amb velocitat angular ω . Hem de trobar l'angle que forma la corda d'aquest "pèndol cònic" amb la vertical.

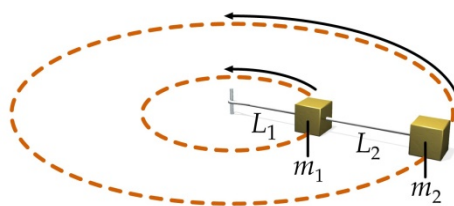


- 51** L'esquema mostra una taula d'aire en què un disc, de massa $M = 0.33$ kg, que es pot moure sense fregament, està nuat a una corda que passa per una corriola que hi ha al centre de la taula, i continua, per un forat, fins una boleta de massa m que penja, a l'altre cap de la corda.

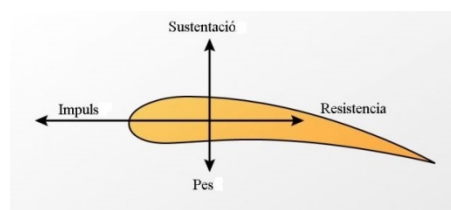


Es posa el disc en moviment amb una òrbita circular de radi 0.44 m, i una velocitat constant de 0.54 m/s. ¿Quin és el valor de la massa de l'anella que penja de la corda?

- 52 Un bloc de massa m està subjecte a una corda de longitud L_1 fixa per un extrem. El bloc es mou en un cercle horitzontal per una taula sense fregament. Un segon bloc de massa m_2 s'uneix al primer per mitjà d'una corda de longitud L_2 i es mou també en cercle. Determina la tensió de cada corda si el període del moviment és T_0 .



- 53 Un jet vola amb una velocitat constant de 400 km/h en una trajectòria sostinguda que és un cercle horitzontal de 10.0 km. de radi.

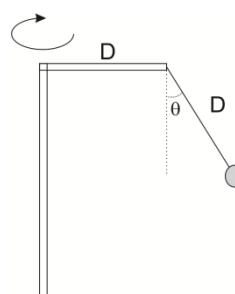


a) Dibuixa el diagrama de sòlid lluire. Observa que la força de sustentació de les ales és perpendicular a les ales.



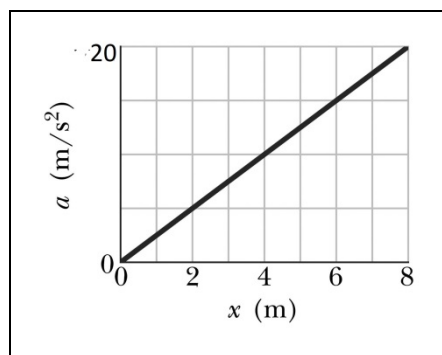
b) Calcula quin és l'angle d'inclinació de l'avió.

- 54 Una engronsadora giratòria està format per una barra horitzontal de longitud D i una corda també amb longitud D . Calcula la freqüència angular de rotació perquè l'angle de la corda siga $\theta = 45^\circ$ quan $D = 2$ m. Calcula també quantes revolucions fa per minut.



4. Treball i energia

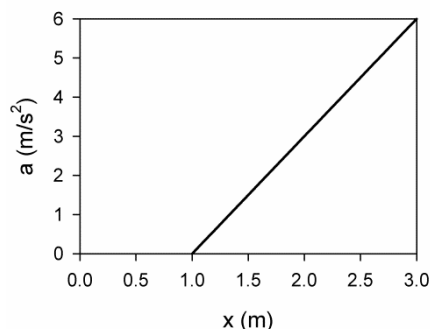
- 55 Un bloc de 10 kg es mou al llarg de l'eix x . La seua acceleració en funció de la posició es mostra en la figura. L'escala de l'eix vertical de la figura és $a_s = 20.0 \text{ m/s}^2$. ¿Quin és el treball realitzat per la força sobre el bloc, que causa l'acceleració del bloc quan es mou de $x = 0$ a $x = 8.0$ m?



- 56** Un bloc de 2 kg es mou al llarg de l'eix x . La seua acceleració en funció de la posició es mostra en la figura.

Quin és el treball realitzat per la força sobre el bloc, que causa l'acceleració del bloc quan es mou de $x = 1.0$ a $x = 2.0$ m?

Si el bloc estava inicialment en repòs, quina serà velocitat en $x = 2$ m.

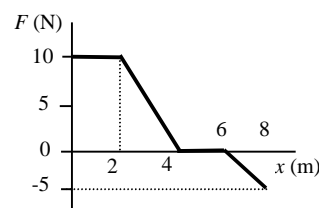


- 57** Un bloc de massa 5 kg es mou en línia recta sobre una superfície horitzontal sense fregament, sota la influència d'una força que varia amb la posició en la manera com es mostra a la figura.

a) ¿Quin treball fa la força en moure's el bloc des de l'origen fins a $x = 8$ m?

b) Si la velocitat de la partícula en passar per l'origen era de 4 m/s, ¿amb quina velocitat passa pel punt $x = 8$ m?

Sol: a) $W=25$ J; b) $v=5.1$ m/s



- 58** Un cotxe te una massa de 750 kg i es considera que el rendiment del motor és del 14%. És a dir, el 14% de l'energia disponible en el dipòsit s'entrega a les rodes. Calcula la quantitat d'energia empleada per accelerar el vehicle del repòs fins a 80 km/h. 1 L de gasolina proporciona 35 MJ.

- 59** Un cos cau en trajectòria vertical des d'una altura inicial H .
Calcula la velocitat en funció de l'altura h , utilitzant consideracions de cinemàtica (velocitat i posició en funció del temps per al moviment amb acceleració constant).
Comprova que l'energia mecànica es manté constant. Quin és el seu valor?

- 60** Un cos que inicialment es trobava en repòs en la posició inicial x_0 , està sotmès a una força

$$F = -Cx^2 + D$$

- a) Doneu l'acceleració inicial
b) Trobeu el treball realitzat per la força en dur la partícula de la posició inicial a l'origen.
c) Utilitzant el teorema de treball-energia, trobeu l'expressió de la velocitat en funció de la posició.

- 61 La força que actua sobre una partícula de 80 g te la forma

$$F = 3z^2 - z$$

Trobeu el treball realitzat per la força en dur la partícula de la posició inicial a l'origen.

Utilitzant el teorema de treball-energia, trobeu l'expressió de la velocitat en funció de la posició.

- 62 Una partícula és atraguda cap a l'origen de coordenades per una força

$$F = -\frac{k}{x^2}$$

Calcula el treball per anar d'un punt inicial $x_0 > 0$ a un punt final $x_1 = x_0/2$. Si la velocitat inicial $v_0 = 0$, quina serà la velocitat en x_1 ?

- 63 Un punt situat a l'origen de coordenades atrau una partícula situada una distància x per una força

$$F = -\frac{k}{x^4}$$

Calcula el treball per anar d'un punt inicial $x_0 > 0$ a un punt final $x_1 = x_0/2$. Si la velocitat inicial $v_0 = 0$, quina serà la velocitat en x_1 ?

- 64 Una partícula és atraguda cap a l'origen de coordenades per una força

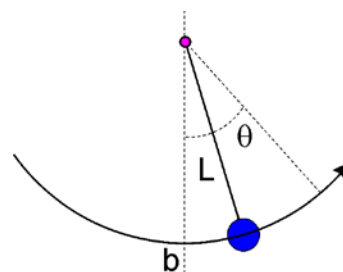
$$F = -3\frac{C}{x_0^2}(x - x_0)^2 + B$$

On C , B i x_0 són constants.

- Calcula el treball per anar d'un punt inicial x_0 a un punt final x_1 .
 - Siga $x_1 = 3x_0$. Quina és la relació entre C , B perquè el treball total siga 0?
 - Si $B = 5C$ i la velocitat inicial $v_0 = 0$, quina serà la velocitat en x_1 ?
- 65 Un cos cau en trajectòria vertical des d'una altura inicial y_0 .
- Calcula la velocitat en funció de l'altura y , utilitzant consideracions de cinemàtica (velocitat i posició en funció del temps per al moviment amb acceleració constant).
 - Comprova que l'energia mecànica es manté constant. Quin és el seu valor?

- 66 Un pèndol està format per una esfera de massa m subjecta a una corda de longitud L . L'esfera s'allibera en repòs quan la corda forma un angle θ_0 amb la vertical.

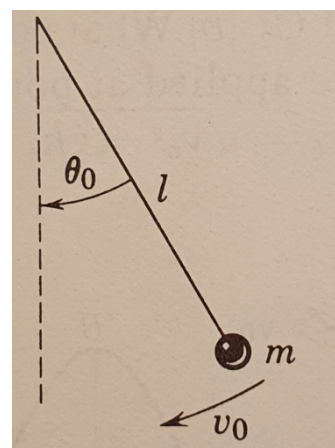
- Calcula la velocitat de l'esfera quan es troba en el punt més baix del seu recorregut, b .
- Quina és la tensió de la corda en el punt b ?



- 67 Un pèndol està format per una esfera de massa m subjecta a una corda de longitud L . Quan la corda forma un angle $\theta_0 (< \pi/2)$ amb la vertical, la velocitat és v_0 . En funció de g i de les magnituds anteriors, determina:

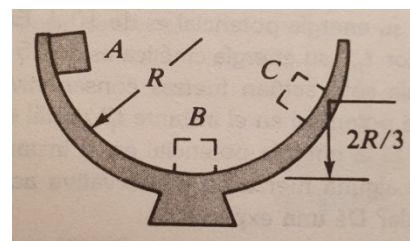
- La velocitat de l'esfera v_1 quan es troba en el punt més baix del seu recorregut.
- El valor mínim v_2 que ha de tindre v_0 perquè la corda arribe a la posició horitzontal.
- *c) La velocitat v_3 tal que si $v_0 > v_3$ el pèndol no oscil·larà, sinó que continuarà movent-se en un cercle vertical.

Observa que en el punt més alt del bucle circular, cal que hi haja una acceleració normal per completar la trajectòria circular. Aquesta acceleració serà mínima quan siga igual a g .



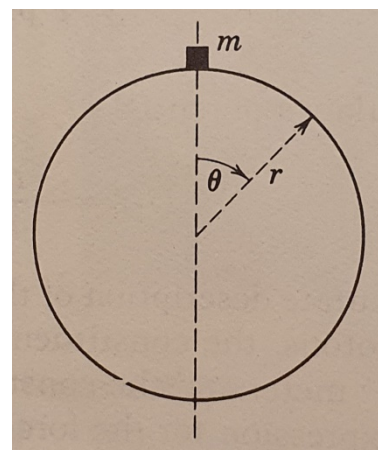
- 68 Es deixa solta una partícula de 200 g a partir del repòs en el punt A, a l'interior d'un tassó hemisfèric llis amb radi $R = 30$ cm. Calcula:

- La seua energia potencial gravitatòria en el punt A, respecte del punt B.
- L'energia cinètica en el punt B.
- La velocitat en el punt B.
- L'energia cinètica i potencial en el punt C.



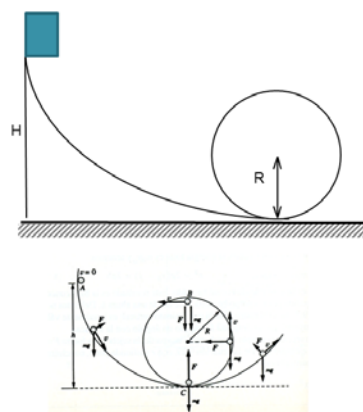
- 69 Una massa puntual m llisca per la superfície d'una esfera sòlida sense fricció de radi r . Mesurem els angles des de la vertical i l'energia potencial des del punt superior. Troba

- El canvi d'energia potencial de la massa, en funció de l'angle.
- L'energia cinètica en funció de l'angle.
- La velocitat lineal en funció de l'angle.
- L'acceleració radial i tangencial en funció de l'angle.
- *e) L'angle al qual la massa vola fora de l'esfera.



- 70 Calculeu la mínima altura H des de la qual ha de soltar-se un bloc per una rampa que fa un bucle redó de radi R perquè el bloc complete una volta sencera (sense fregament).

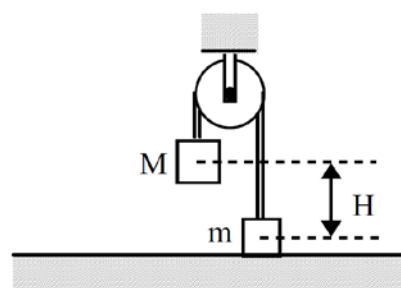
Observa que en el punt més alt del bucle circular, cal que hi haja una acceleració normal per completar la trajectòria circular. Aquesta acceleració serà mínima quan siga igual a g .



- 71 Dos blocs de masses $M = 5 \text{ kg}$ i $m = 3 \text{ kg}$ estan connectats mitjançant una corda que passa per una politja com mostra la figura. La massa m està inicialment recolzada a terra. L'altura H és de 2 m.

a) Quina velocitat porta M quan colpeja el terra?

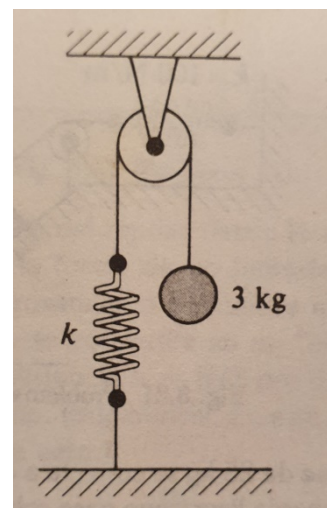
b) A quina altura arribarà el bloc de massa m suposant que ni la politja ni el sostre interfereixen en el seu moviment de pujada?



- 72 Es subjecta una massa de 3 kg a un ressort que passa sobre una corriola. En la corriola no hi ha fricció i la massa s'allibera des del repòs, quan el ressort no està estirat. La massa cau 10 cm abans de quedar en repòs. Calcula:

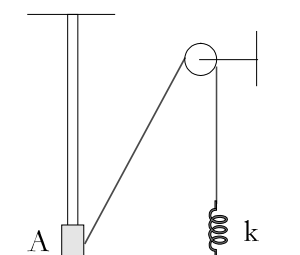
a) La constant de força del ressort.

b) La velocitat de la massa quan es troba 5 cm per davall del seu punt de partida.

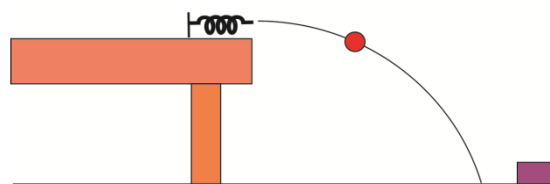


- 73 Un passador A de 1 kg està unit amb una corda a un ressort lineal ($k = 500 \text{ N/m}$). El passador parteix del repòs en la posició mostrada, i la tensió inicial en la corda és de 100 N. ¿Quina distància recorre el passador sobre la barra llisa?

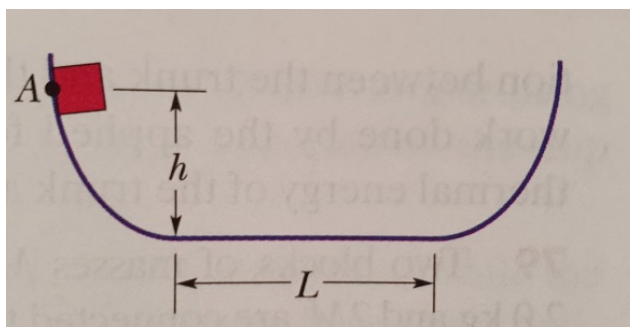
Sol: 1.02 m.



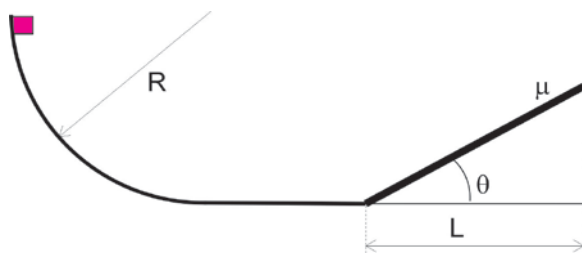
- 74 Dos xiquets juguen a encertar una bola de vidre en una capseta en el terra utilitzant una pistola de moll que es troba damunt la taula. El primer xiquet comprimeix el moll 1.0 cm i la bola es queda curta 20 cm, a un punt que es troba a 2.0 m horitzontalment de la vora de la taula.



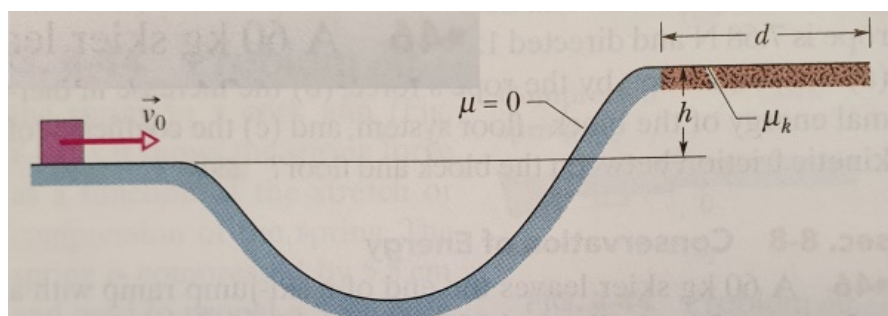
- Si el moll es comprimeix una distància z_1 , quina és la velocitat d'eixida de la bola, v_1 ?
 - Si la bola abandona le moll amb velocitat v_1 , quina distància horitzontal realitza (és un tir parabòlic)?
 - Quina longitud hauria de comprimir el segon xiquet el moll per tal que el segon marbre entre en la capsa?
- 75 Una partícula pot lliscar per una pista d'extremes elevats i amb una part central plana. La part plana té una longitud $L = 40$ cm. Les parts corbes no tenen fricció però en la part plana el coeficient de fricció cinètic és $\mu_c = 0.20$. La partícula es solta des del repòs en un punt A, que es troba a una altura $h = L/2$. A quina distància de la vora esquerra de la part plana es para finalment la partícula?



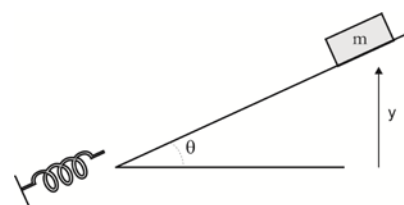
- 76 Una partícula pot lliscar per una pista circular de radi $R = 20$ cm sense fricció que continua en una part horitzontal sense fricció. A continuació passa a una part inclinada un angle $\theta = 30^\circ$ que té una longitud $L = 40$ cm sobre la base horitzontal. En la part plana inclinada el coeficient de fricció cinètic és $\mu = 0.20$. La partícula es solta des del repòs en la part més alta del quadrant de cercle. Determina si la partícula arribarà al final de la pista inclinada, i cau fora de la pista, o retornarà a la part horitzontal?



- 77 Una partícula pot lliscar per una pista d'un nivell a un nivell més alt passant per un vall intermèdia. La pista no té cap fricció fins que la partícula arriba al tros de nivell superior. Aquí la força de fricció para la partícula en una distància d . La velocitat inicial del bloc v_0 és 6.0 m/s, la diferència d'altures h és 1.1 m, i el coeficient de fricció cinètic és $\mu_k = 0.20$. Calcula la distància d



- 78 Un bloc de massa m llisca per un pla inclinat, sense fregament, des d'una altura y_0 . En arribar al final rebota en un moll elàstic. Calcula la velocitat que du quan arriba a la base del pla, i l'altura final que assoleix.

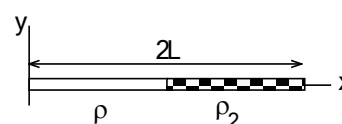


Suposem ara que el sistema té un fricció dinàmica amb coeficient μ_c . Calcula l'altura final que assoleix després de rebotar. Aplica l'expressió

$$E_A + W_{altres} = E_B$$

5. Dinàmica de sistemes

- 79 Determineu la posició del CM d'una barreta de longitud $2L$ formada per dues meitats de densitats constants ρ_1 i ρ_2 .

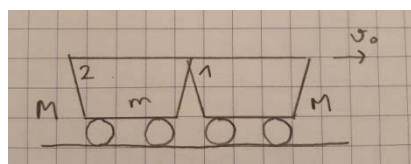


$$\text{Sol: } x_{CM} = \frac{\rho_1 + 3\rho_2}{2(\rho_1 + \rho_2)} L$$

- 80** Un astronauta de massa 60 kg ha de reparar un satèl·lit de comunicacions en un passeig espacial i, de sobter, s'adona que ha de consultar el manual de reparacions. Un company li'l llança a una velocitat de 4.0 m/s respecte del vehicle espacial. L'astronauta està en repòs respecte del vehicle espacial abans d'agafar el llibre de 3 kg. Determina la velocitat de l'astronauta després d'agafar el llibre.

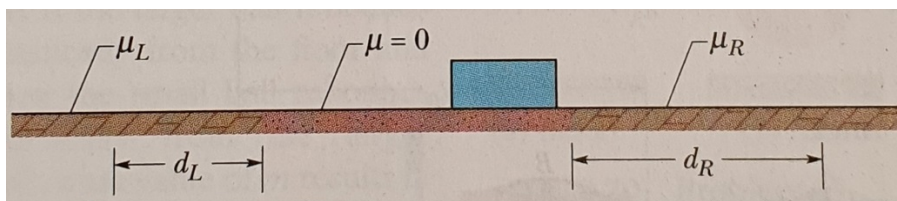


- 81** Dos carrets idèntics de massa M van units per una via a velocitat v_0 . El carret 1 està buit i el 2 porta una càrrega addicional de massa m . En un moment donat, per mitjà d'una explosió en el contacte, els dos carrets es separen de manera que la velocitat de 2 respecte de 1 és $v_0/3$.
- Calcula la velocitat final de 1, en funció de v_0 i les masses.
 - En cas que $m = 2M$, la velocitat final de 2 és major o menor que al principi?
 - Basant-se en el tipus de col·lisió, es pot saber si l'energia cinètica total final és igual que la inicial o ha canviat?
 - En cas que $m = 2M$, calcula les energies inicial i final del sistema.



- 82** Una caixa de massa $m = 6.0$ kg llisca per una pista sense fricció amb velocitat $v = 4.0$ m/s en la direcció x positiva. La caixa explota en dos peces. Una peça, amb massa $m_1 = 2.0$ kg, es mou en la direcció positiva d l'eix x a $v_1 = 8.0$ m/s.
- Quina és la velocitat de la segona peça, amb massa m_2 ?
 - Calcula la velocitat de la massa m_1 respecte de la massa m_2 .
- 83** Un cohet espacial porta un mòdul de càrrega afegit a la cua. El sistema complet té una massa M i viatja en la direcció x enmig de l'espai lliure. El sistema té una velocitat inicial de 2100 km/h relativa al sol. Amb una petita explosió, el cohet allibera el mòdul de càrrega, de massa $0.2 M$. La càrrega aleshores viatja amb velocitat 500 km/h respecte del cohet, al llarg de la direcció x . Quina és la velocitat de cohet relativa al sol?

- 84** Un bloc estacionari explota en dos peces L i R que llisquen per una zona sense fricció i després entren en zones amb fricció, on es paren. La peça L, amb massa de 2.0 kg, troba un coeficient de fricció cinètica $\mu_L = 0.40$ i va lliscant fins parar en una distància $d_L = 0.15$ m. La peça R troba un coeficient de fricció cinètica $\mu_R = 0.50$ i va lliscant fins parar en una distància $d_R = 0.25$ m. Calcula la massa de la segona peça.

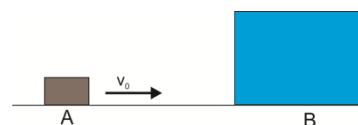


- 85** Dos automòbils que es mouen a 40 km h^{-1} en sentit oposat xoquen. Les masses d'un i de l'altre són de 1.500 kg i 3.200 kg, respectivament. Després de la col·lisió els dos es queden units.
- ¿Quina és la velocitat del conjunt després de la col·lisió?
 - ¿Quin és el canvi de velocitat de cada automòbil després del xoc?
 - ¿Quina fracció de l'energia cinètica inicial queda després del xoc?

Sol: a) 4.02 m s^{-1} ; b) -7.09 m s^{-1} , 15.1 m s^{-1} ; c) 0.13.

- 86** Un cos de massa m amb velocitat inicial v_0 impacta sobre un cos de massa molt major M .

a) Utilitza les equacions de la col·lisió directa elàstica



$$v_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_0; \quad v_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_0$$

per a deduir el moviment de cada cos després de la col·lisió.

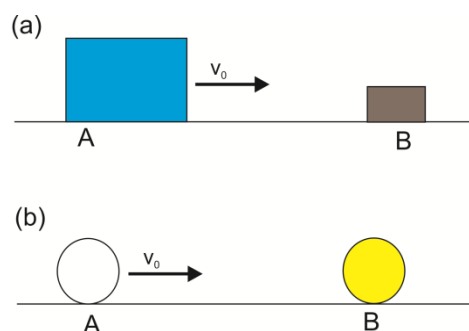
b) Explica el cas de la col·lisió d'una pilota contra una paret.

- 87** Determina la velocitat final dels dos cossos en una col·lisió elàstica

- Si $m_A \gg m_B$
- Si $m_A = m_B$

Utilitza les equacions de la col·lisió directa elàstica

$$v_A = \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B} v_0; \quad v_B = \frac{2m_A}{m_A + m_B} v_0$$



- 88** Un protó de massa m que es mou a 300 m/s experimenta un xoc frontal elàstic amb un nucli de carboni estacionari de massa $12m$. Calculeu les velocitats del protó i del nucli després de la col·lisió.

89 Un electró xoca elàsticament amb un àtom d'hidrogen inicialment en repòs. Supposeu que tot el moviment ocorre en línia recta.

a) Quina fracció d'energia cinètica inicial de l'electró es transfereix a l'àtom? Considereu que la massa de l'àtom d'hidrogen és 1840 vegades la massa d'un electró.

b) Ara considera una col·lisió completament inelàstica i determina la velocitat final de l'àtom en funció de la velocitat inicial de l'electró v_0 .

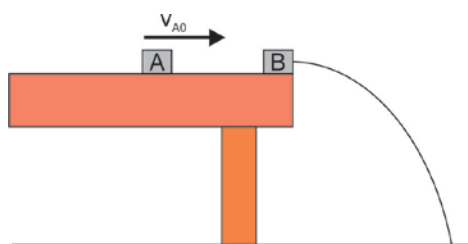
c) Finalment considerem una col·lisió amb coeficient de restitució $R = 0.5$. Calcula la velocitat final de l'electró.

90 Dues partícules, una de les quals té el doble de massa que l'altra, es mantenen unides amb una molla comprimida entre elles. L'energia emmagatzemada en la molla és E_0 . Quanta energia cinètica té cada partícula després que hagen segut lliberades?

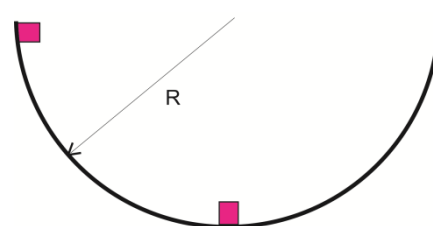
91 Un cos A de massa m llisca sobre una taula amb velocitat v_{A0} i impacta sobre un cos B de la mateixa massa que es troba en la vora de la taula a una altura h . La col·lisió és totalment elàstica.

a) A partir de les lleis de conservació calcula la velocitat d'eixida de la col·lisió de B, v_{B1} .

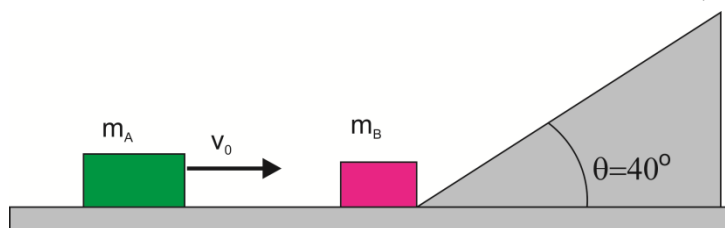
b) Calcula amb quina velocitat arriba B al terra, v_{B2} .



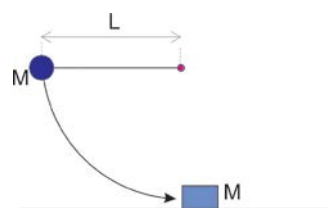
92 Dues masses idèntiques es solten des del repòs en una pista semiesfèrica de radi R , des de les posicions que es mostren en la figura. Es poden negligir les friccions entre les masses i la superfície de la pista. Si s'apeguen quan xoquen, ¿a quina altura arriben després de xocar?



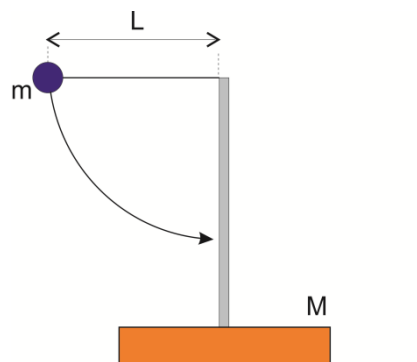
- 93 Una caixa de 2 kg es llança a 7 m/s contra una altra de 5 kg que està en repòs. Després de la col·lisió les dues masses queden unides. Calcula l'altura màxima a què arriben les caixes, si el coeficient de fregament en la rampa és $\mu = 0.1$.



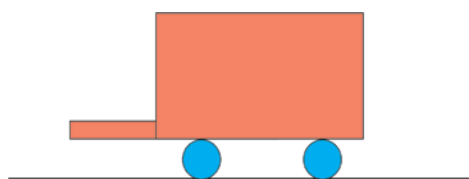
- 94 Un pèndol format per una corda de longitud L i una massa M gira des d'una altura $H = L$ i colpeja a una segona massa M que es troba en repòs. Si la col·lisió és perfectament elàstica, calcula la distància que avança aquesta segona massa si el fregament amb el terra és μ i si considerem menyspreable la massa de la corda.



- 95 La bola colpeja el pal i hi queda adherida. El coeficient de fregament del tauló amb el terra és μ
- Quina és la velocitat de la bola quan colpeja el pal?
 - Quina distància recorre el tauló en el terra?



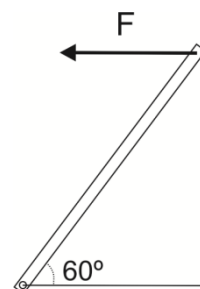
- 96 El carret de la figura es pot desplaçar per unes vies. Conté una quantitat de 1000 kg d'aigua. Quan s'obri la vàlvula expulsa aigua pel tubet horitzontal, a un ritme de 50 kg d'aigua cada 10 s. L'aigua ix a una velocitat de 2 m/s.



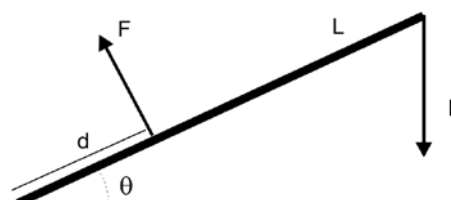
- Explica amb paraules què ocorre en el moment d'obrir la vàlvula, quin serà el moviment.
- Calcula el canvi de moment respecte del temps $\Delta p/\Delta t$, del carret.

6. Estàtica

- 97 Una barra de massa $m = 70 \text{ kg}$ pot girar sobre un extrem fix. Una força F actua en l'altre extrem. Calcula el valor de F perquè la barra estiga en equilibri en la situació de la figura.

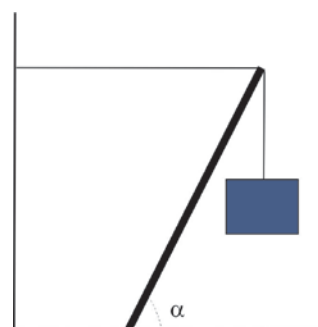


- 98 Dues forces de magnitud F actuen sobre una barra de longitud L inclinada un angle θ que pot girar sobre l'origen de coordenades. Calcula



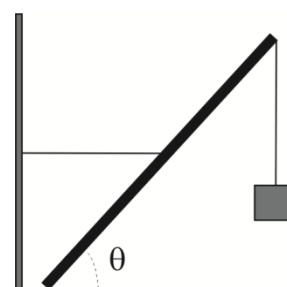
- La força resultant \mathbf{R}
- El moment de cada força
- El moment resultant.
- Quin és el valor de d en què el moment resultant s'anula?

- 99 Una corda nugada a la paret que sosté un bloc de massa m passa per damunt d'un pal de longitud L i massa M , inclinat un angle α .



- Fes el diagrama de sòlid lliure de la barra.
- Calcula la tensió en la corda horitzontal.
- Si el coeficient de fricció estàtica entre el pal i el terra és $\mu = 0.3$, i a més $M = m$, quin és l'angle α per al qual el sistema no es pot mantindre en equilibri?

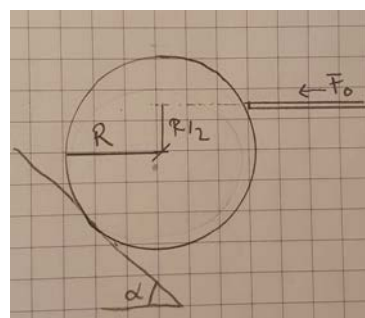
- 100 Una barra de massa negligible reposa sobre el terra sostinguda per dos cordes. Una corda horitzontal actua en la meitat de la barra. L'altra actua en l'extrem superior i sosté una massa m .



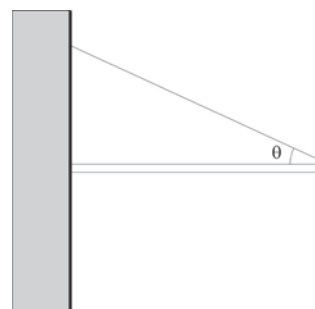
- Fes el diagrama de sòlid lliure de la barra.
- Calcula la tensió en la corda horitzontal.
- Calcula el valor del coeficient de fregament estàtic amb el terra perquè el sistema no caiga quan $\theta = 60^\circ$.

- 101** Un cilindre circular de radi R resta sobre un pla inclinat un angle $\alpha = 45^\circ$, i un pal horitzontal, la línia de la qual està a una distància $R/2$ de l'eix del cilindre, colpeja el cilindre amb una força F_0 .

- Fes el diagrama del cilindre.
- Calcula el valor de la força de fricció del cilindre i el pla perquè el cilindre estiga en equilibri.
- Si està en equilibri, quin és el valor de la força normal que fa el pla?

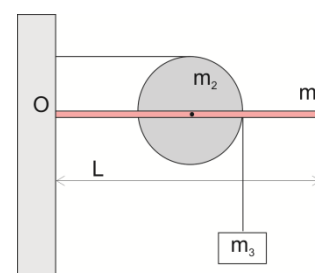


- 102** Un extrem d'una barra d'1 m està col·locat contra una paret vertical, com es mostra a la figura. L'altre extrem està subjecte amb una corda lleigera que forma un angle θ amb la vertical. El coeficient estàtic de fregament entre la paret i la barra és $\mu = 0.30$. Quin és el valor màxim que pot tenir l'angle θ perquè la barra estiga en equilibri?



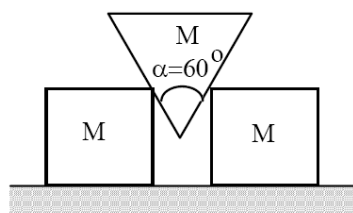
- 103** Una barra de longitud L i massa m_1 es troba enganxada a una paret en posició horitzontal. A la meitat de la barra penja una corriola de massa m_2 , que al seu torn suporta una massa m_3 al final de la corda que passa per la corriola, i que es troba en repòs.

- Calcula els diagrames de sòlid lliure de la barra i la corriola.
- Calcula el moment de força respecte del punt O on la barra està fixa a la paret.

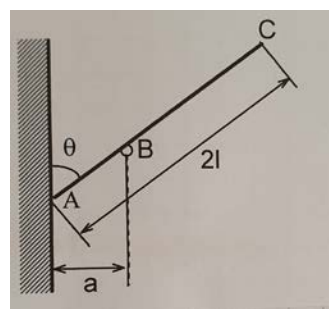


- 104** Entre dos blocs idèntics de secció quadrada i massa M que estén sobre un pla horitzontal, es col·loca una cunya de la mateixa massa, amb secció en forma de triangle equilàter. El fregament entre la cunya i els blocs és negligible.

- ¿Quin és el coeficient de fregament estàtic mínim entre els blocs i el terra, perquè el sistema es trobe en equilibri?

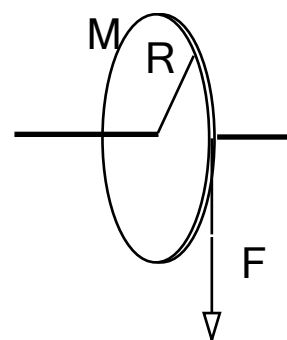


- 105** La vareta homogènia AC de longitud $2l$ i pes P està allotjada entre una paret llisa i una clavilla llisa B, situada a distància a de la paret. S'ha de calcular l'angle θ entre la paret i la vareta, en la situació d'equilibri.

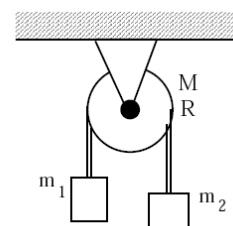


7. Rotació de sòlids rígids

- 106** Un disc de radi $R = 30$ cm i massa $M = 10$ kg pot girar lliurement al voltant d'un eix horitzontal fix que passa pel seu centre. S'aplica una força $F = 15$ N per mitjà d'una corda enrotllada al voltant del disc. Calculem l'acceleració angular del disc.

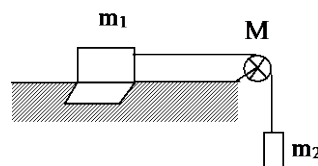


- 107** Dos masses m_1 i m_2 estan unides per una corda inextensible i sense massa, a través d'una corriola de radi R , massa M i sense fricció. Calcula l'acceleració del sistema i la tensió de la corda.



- 108** Un pati, de massa m_1 , llisca sense fricció per un carril pneumàtic horitzontal per l'acció d'una massa m_2 a la que està nuat mitjançant una corda de massa negligible que passa per una politja de massa M , radi R i moment d'inèrcia $I = MR^2$ col·locada al final del carril. Si la corda no patina en la politja, calculeu:

- L'acceleració de cada cos
- L'acceleració angular de la politja
- La tensió de la corda a cada part de la politja

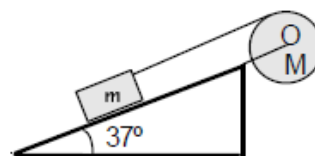


Sol.: a) $a_1 = a_2 = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2 + M}$; b) $\alpha = a_1/R$

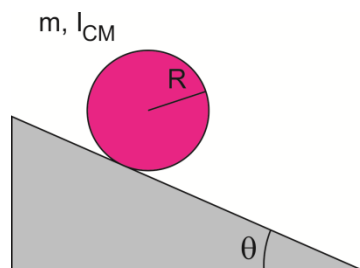
c) $T_1 = \frac{m_1 m_2 g}{m_1 + m_2 + M}$, $T_2 = \frac{(m_1 + M)m_2 g}{m_1 + m_2 + M}$

- 109** Un bloc de massa $m = 5$ kg llisca per una superfície inclinada 37° amb l'horitzontal amb un coeficient de fregament dinàmic $\mu_d = 0.25$. S'enrotlla una corda unida al bloc al voltant d'un volant amb eix de rotació fixat a O . El volant té un radi exterior $R = 0.2$ m, una massa $M = 20$ kg i un moment d'inèrcia respecte a l'eix $I = 0.8$ kg m².

- ¿Amb quina acceleració llisca el bloc pel pla?
- ¿Quina és la tensió de la corda?

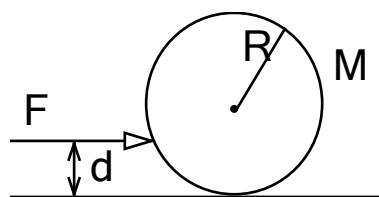


- 110** Un cos de massa m , moment d'inèrcia I_{CM} i radi R , roda sense lliscar per un pla inclinat un angle θ . Calcula l'acceleració lineal del CM.



- 111** Una força horitzontal de magnitud F actua sobre una esfera homogènia de massa M i radi R . El coeficient de fregament al lliscament sobre la superfície és μ .

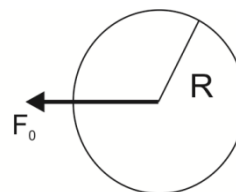
¿On s'ha d'aplicar la força F perquè l'esfera llisques sense rodar? En este cas tindrem fregament dinàmic en el punt de contacte.



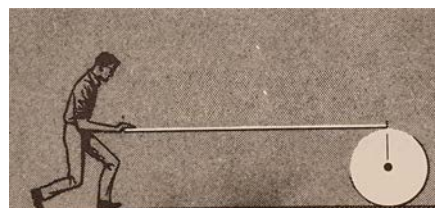
- 112** Un objecte circular de radi R , massa M i moment d'inèrcia I , roda sense lliscar per una superfície horitzontal, amb l'acció d'una força F_0 que actua en el seu centre.

(a) Identifica les forces en un diagrama.

(b) Calcula el valor de l'acceleració del centre de masses.

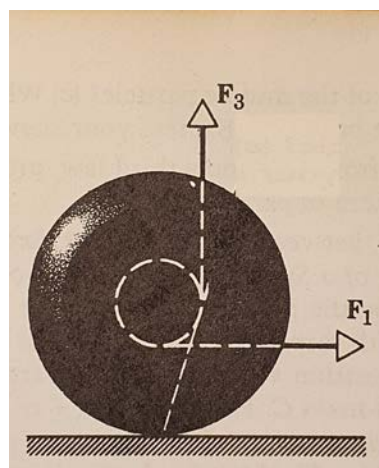


- 113** Un home espenta amb un tauló efectuant una força constant horitzontal F_0 sobre un cilindre de massa m i radi R . El cilindre roda i no hi ha lliscament. Calcula l'acceleració lineal del cilindre.

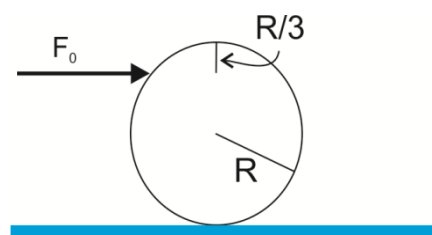


- 114** Un io-io (radi exterior R i interior r) resta sobre una taula i por rodar sense lliscar per ella. Quan s'aplica una força horitzontal F_1 , en quin sentit roda el io-io i què val l'acceleració?

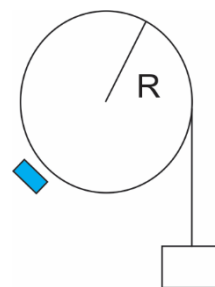
Si s'estira la corda verticalment, què passarà? I què valdrà l'acceleració?



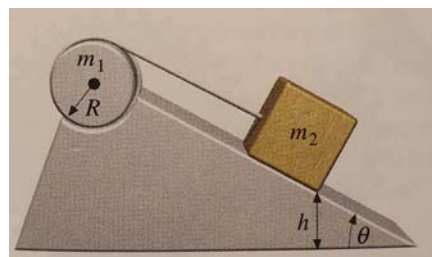
- 115** Una esfera massissa de radi R , massa m i moment d'inèrcia $I = (2/5)mR^2$, roda sense lliscar per un pla, quan actua una força F_0 tal com es mostra en la figura. Calcula el valor de la força de fricció i la seua direcció.



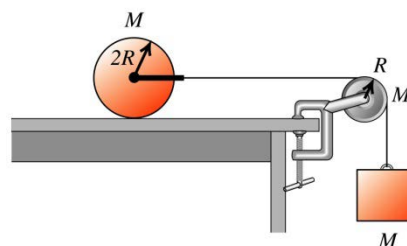
- 116 Una roda de radi R i moment d'inèrcia I pot girar al voltant d'un eix fix que passa pel seu centre. En un costat es desenrotlla una corda de la qual penja una massa m . En l'altre costat actua un fre que forma una força tangencial de valor F_1 . Fes un diagrama de forces. Calcula l'acceleració del bloc de massa m .



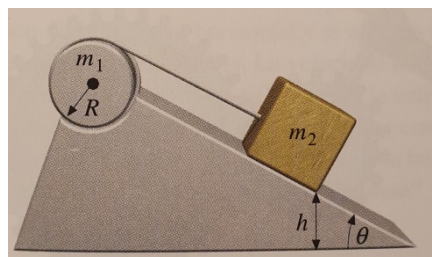
- 117 Un cilindre uniform de radi R i massa m_1 pot girar al voltant d'un eix fix sense fricció. En un costat es desenrotlla una corda de la qual penja una massa m_2 que baixa per un pla inclinat un angle θ sense fricció. Calcula l'acceleració del bloc de massa m_2 .



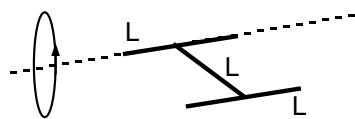
- 118 Un cilindre sòlid uniform de massa M i radi $2R$ resta sobre una taula horitzontal. Es nuga un fil per mitjà d'un enganxament a un eix que passa pel centre del cilindre de manera que aquest pot girar. El fil passa per una corriola amb forma de disc de massa M i radi R muntada en un eix sense fricció que passa pel seu centre. Un bloc de massa M es suspén de l'extrem lliure del fil. El fil no llisca en la corriola, i el disc roda sense lliscar. Si el sistema s'allibera des del repòs, ¿quina acceleració cap a avall tindrà el bloc?



- 119 Un cilindre uniform de radi R i massa m_1 pot girar al voltant d'un eix fix sense fricció. En un costat es desenrotlla una corda de la qual penja una massa m_2 que baixa per un pla inclinat un angle θ sense fricció. Calcula la velocitat del bloc de massa m_2 quan ha baixat des d'una altura h .

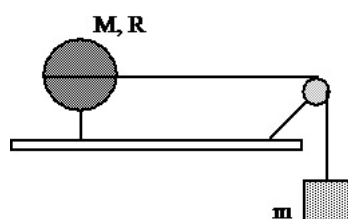


- 120** Un cos rígid de massa m està format per tres varetes idèntiques unides en forma de H. El cos pot girar lliurement al voltant d'un eix horitzontal que passa per una de les pates de la H. Si el cos cau des del repòs des d'una posició en què el pla de la H és horitzontal, ¿quina serà la seua velocitat angular quan el pla de la H estiga vertical?



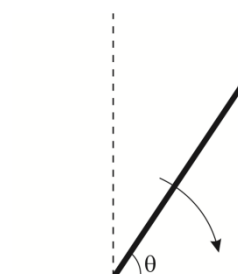
Sol.: $\frac{3}{2}\sqrt{\frac{g}{L}}$

- 121** Una corfa esfèrica gira al voltant d'un eix vertical sense fricció. Una corda lleugera passa per l'equador de la corfa, per una corriola lleugera, sense fricció, i finalment està nuada a un objecte que cau, des del repòs sota la influència de la gravetat. ¿Quina és la velocitat de l'objecte quan ha davallat una distància h ?



Sol. $v = \sqrt{gh \frac{m}{m/2 + M/3}}$

- 122** Una barra de longitud L , massa m i moment d'inèrcia $I = (1/3)mL^2$ (respecte de l'extrem) parteix de la posició inclinada un angle θ_0 i cau, sense que llisque el punt de contacte. Quina serà la velocitat angular quan toque a terra i quede horitzontal?



- 123** Una roda pot girar lliurement al voltant del seu eix. El seu moment d'inèrcia al voltant d'aquest eix és 2.8 kg m^2 . La roda es troba en repòs inicialment i aleshores s'hi connecta un motor que exerceix sobre la roda un moment de força constant de 20.0 Nm al voltant de l'eix.

(a) ¿Quant de treball ha fet el motor sobre la roda quan aquesta ha girat 5.0 revolucions?

(b) ¿Quina és aleshores la magnitud de la velocitat angular de la roda?

8. Oscil·lacions

124 Un bloc de massa $m=680$ g està acoblat a un moll de constant $k=65\text{N/m}$. Es desplaça el bloc una distància $x=11$ cm de la seua posició d'equilibri, deixant-lo anar des del repòs.

(a) ¿Quines són la freqüència angular, la freqüència i el període de l'oscil·lació?

(b) ¿Quina és l'amplitud de l'oscil·lació?

¿Quina és la màxima acceleració que assolix el bloc?

¿Quin és l'angle de fase ϕ del moviment?

Sol: (a) 9.78 rad/s, 1.56 Hz, 0.640 s. (b) 11 cm.

(c) 1.1 m/s, 11 m/s². (d) $\phi=0$.

125 Un punt material està dotat d'un moviment harmònic simple d'amplitud $A=1$ m i $\omega = \pi$ rad s⁻¹. Es demana:

a) El seu període i freqüència.

b) La llei del moviment sabent que l'origen de temps es compta quan el mòbil passa per la seua posició mitjana cap al sentit positiu.

c) La velocitat i acceleració en un instant.

d) El temps mínim necessari perquè l'elongació valga -0.5 m.

e) La velocitat màxima que pot adquirir el mòbil.

Sol: a) $T=2$ s.; $v=0.5$ Hz.

b) $x = A \sin \omega t$; c) $v = A \omega \cos \omega t$, $a = -\omega^2 x$.

d) $t=1.83$ s; e) $v = \pi$ m s⁻¹.

126 Es munta una molla horitzontalment, amb l'extrem esquerre sostingut estacionari. Per mitjà d'una balança unida a l'extrem lliure s'estableix que la força d'estirament és proporcional al desplaçament i que una força de 6.0 N causa un desplaçament de 0.030 m. Es lleva la balança i es fixa un cos de 0.50 kg a l'extrem de la molla, s'estira una distància 0.020 m, i es solta, de manera que oscil·la amb MHS.

(a) Trobeu la constant de força de la molla.

(b) Trobeu la freqüència angular, la freqüència i el període de l'oscil·lació.

127 A una molla amb una constant de força 200 N/m s'hi ha afegit una massa $m = 0.50$ kg. Ara donem al cos un desplaçament inicial de $+0.015$ m i una velocitat inicial de $+0.40$ m/s.

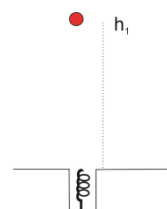
(a) Troba el període, amplitud i angle de fase del moviment.

(b) Escriu les equacions per al desplaçament, la velocitat i l'acceleració en funció del temps.

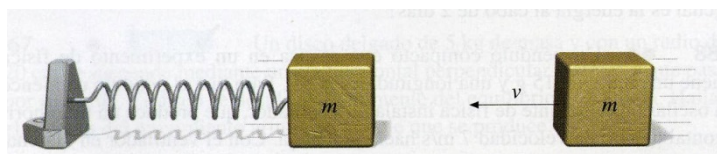
128 Una partícula unida a un moll pot realitzar oscil·lacions horitzontals amb freqüència angular ω . La partícula es troba en repòs en posició d'equilibri en $x=0$. Ara desplaçem la partícula al punt x_0 , amb una velocitat inicial $v_0 = -(1/2)\omega x_0$. Calcula l'angle de fase ϕ en radians i l'amplitud A del moviment.

- 129 Una partícula de massa $m = 0.1 \text{ kg}$ experimenta una força restauradora de constant $k = 10 \text{ N/m}$. Si la velocitat inicial és $v_0 = 0.05 \text{ m/s}$ quan la separació de la posició d'equilibri és $x_0 = 0.2 \text{ m}$, quina serà l'amplitud de les oscil·lacions? Quina és la posició quan $t = 10 \text{ s}$?

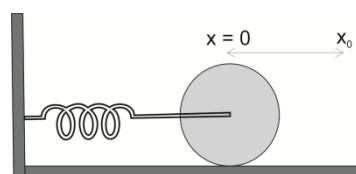
- 130 Una pilota cau des d'una altura h_1 sobre un moll. Quan el moll es descomprimeix conserva solament una fracció 0.64 de la seua energia elàstica. Calcula
a) La velocitat d'eixida de la pilota des del terra.
b) L'altura final.



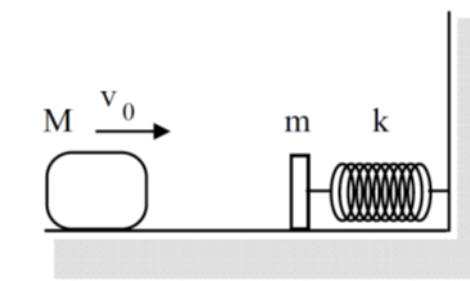
- 131 El bloc de l'esquerra de massa $m = 0.1 \text{ kg}$ es troba unit a un moll de constant $k = 0.9 \text{ N/m}$, i en repòs. Un altre bloc de la mateixa massa impacta en una col·lisió totalment inelàstica a velocitat $v = 0.3 \text{ m/s}$. ¿Quina és l'amplitud de les oscil·lacions després del xoc?



- 132 Un cilindre de radi R , massa m i moment d'inèrcia $I = (1/2)mR^2$, està unit a un moll de constant k pel seu centre. Inicialment el centre del cilindre es troba en la posició x_0 amb velocitat zero. Quan es solta, roda sense lliscar i efectuarà un moviment harmònic simple conservatiu al voltant de la posició d'equilibri del sistema en $x = 0$. Quina serà la velocitat angular del cilindre quan passe per l'origen?



- 133 Es vol dissenyar un para-xocs de massa $m = 1 \text{ kg}$ que ature un paquet de $M = 2 \text{ kg}$ que es mou amb $v_0 = 3 \text{ m/s}$, a 3 cm del punt de contacte. El paquet quedarà pegat al para-xocs en la col·lisió. Quina és la constant k de la molla necessària?



134 Un pèndol simple de 56 cm de llarg té una amplitud inicial de 3.0° i un factor de qualitat 40π .

(a) ¿Com s'ha reduït l'amplitud inicial després de 10 oscil·lacions? Doneu l'amplitud final en m.

(b) ¿Quin és el percentatge d'energia que s'ha perdut en aquest interval de temps?

9. Elasticitat.

135 Una barra d'acer de 2.0 m de llarg té una secció de 0.30 cm^2 . Es penja una màquina de 550 kg de la barra. Determina la tensió, la deformació i l'elongació de la barra.

Sol: tensió $1.8 \times 10^8 \text{ Pa}$, deformació 9.0×10^{-4} , elongació 1.8 mm.

136 Una vareta d'acer d'estructura té un radi $R = 9.5 \text{ mm}$ i una longitud $L = 81 \text{ cm}$. Una força de $F = 6.2 \times 10^4$ la comprimeix axialment. ($Y_{\text{acer}} = 2.1 \times 10^{11} \text{ Pa}$)

a) Quina és la tensió a la vareta

b) Quina és l'elongació de la vareta?

137 Un aram té una longitud de 3 m i una àrea de secció transversal de 0.2 cm^2 . ¿Sota quina càrrega augmentarà la seua longitud en 0.05 cm ? ($Y_{\text{acer}} = 2.1 \times 10^{11} \text{ Pa}$)

Sol: 700 N

138 Un fil de 80 cm de llarg i 0.3 cm de diàmetre s'estira 0.3 mm mitjançant una força de 20 N. Si un altre fil del mateix material, temperatura i història prèvia, té una longitud de 180 cm i un diàmetre de 8 mm, ¿quina força es requerirà per allargar-lo fins a una longitud de 180.1 cm?

Sol: 210.7 N.

139 Tres barres estan soldades pels seus extrems formant una única barra. La primera barra té una longitud de 0.55 m, una secció transversal de 420 mm^2 i està feta de coure. La segona té una longitud de 0.75 m, una secció transversal de 390 mm^2 i està feta de ferro fos. La tercera barra té una longitud de 0.45 m, una secció transversal de 405 mm^2 i està feta d'alumini. Si s'apliquen forces de 10 kN a un extrem de la barra i a l'altre, ¿quant s'allargarà? ($Y_{\text{Cu}} = 1.1 \times 10^{11} \text{ Pa}$, $Y_{\text{Fe}} = 10^{11} \text{ Pa}$, $Y_{\text{Al}} = 7 \times 10^{10} \text{ Pa}$.)


Sol: 0.47 mm.

140 La compressibilitat de l'aigua és únicament unes 80 vegades la de l'acer (de manera que és 80 vegades més fàcil comprimir aigua que acer):

$$k_{\text{aigua}} = 5 \times 10^{-5} \text{ atm}^{-1} = 5 \times 10^{-10} \text{ Pa}^{-1}$$

$$k_{\text{acer}} = 6 \times 10^{-7} \text{ atm}^{-1} = 6 \times 10^{-12} \text{ Pa}^{-1}$$

Trobeu la pressió que fa falta per a comprimir aigua i acer un 1%.

- 141** La deformació de compressió màxima que pot resistir el formigó, sense perill d'erosionar-se, està al voltant del 0.1%. ¿Quina és l'altura màxima d'una construcció de formigó de secció transversal constant? Tenint en compte el mateix criteri, ¿quina és l'altura màxima d'una construcció d'acer de secció transversal constant? ($\rho_{\text{formigó}} = 2.4 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$; $Y_{\text{formigó}} = 2.3 \times 10^{10} \text{ Pa}$; $\rho_{\text{acer}} = 7.8 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$; $Y_{\text{acer}} = 2 \times 10^{11} \text{ Pa}$.)
Sol: 976 m, 2613 m.
- 142** Una esfera metàlica de radi R i compressibilitat k està submergida en un fluid. Si la pressió s'incrementa en Δp ,
a) ¿Quin serà el canvi del radi, ΔR ?
b) ¿Quina serà la variació de l'àrea de l'esfera, ΔA ?
- 143** Una barra elàstica de modul de Young Y , secció A i longitud inicial L_0 , s'estira baix l'acció d'una tensió i la seua llargària s'incrementa una longitud x .
a) Calcula el treball de deformació (integrant la força).
b) A partir de l'expressió de l'energia potencial de la llei de Hooke, calcula la constant k d'un sistema elàstic equivalent a la barra.
- 
- 144** Un cub d'acer que fa 5 m de costat es sotmet a una força de tall de 2000 N mentre es manté subjecta una de les seues cares. Calculeu la deformació unitària de tall en aquest cub. ($S_{\text{acer}} = 8 \times 10^{10} \text{ Pa}$.)
Sol: $\phi = 10^{-9}$
- 145** Si l'esforç de tall sobre l'acer es fa major que $4.8 \times 10^8 \text{ Pa}$ aproximadament, es trenca. Determineu la força necessària per a:
a) Tallar un vis d'acer d'1 cm de diàmetre.
b) Perforar un orifici d'1 cm de diàmetre en una placa d'acer de 0.5 cm de gruix.
Sol: a) 37700 N, b) 75400 N.
- 146** Un cable de secció 3.00 cm^2 té un límit elàstic de $2.40 \times 10^8 \text{ Pa}$. Troba la màxima acceleració cap a amunt que es pot donar a un ascensor de 1200 kg suportat pel cable si l'esforç de tensió no ha d'excedir un terç del límit elàstic.

10. Sistemes tèrmodinàmics

- 147** Un dipòsit acoblat a un compresor d'aire conté 20 L d'aire a una temperatura de 30°C i a una pressió manomètrica de $4.0 \times 10^5\text{ Pa}$. ¿Quina és la massa d'aire i quin volum ocuparia a una pressió atmosfèrica normal i a 0°C ?
Sol : 0.115 kg, 89.4 L.
- 148** Trobeu la massa d'un àtom d'hidrogen i la d'una molècula d'oxigen.
- 149** Una bombolla d'aire de 20 cm^3 està en el fons d'un llac de 40 m de profunditat (5 atm de pressió absoluta) on la temperatura és de 4°C . La bombolla puja a la superfície que està a temperatura de 20°C . Suposa que la temperatura de la bombolla és la de l'aigua que l'envolta i troba el volum just abans d'arribar a la superfície.
- 150** Un globus de 500 m^3 ha d'omplir-se d'hidrogen a pressió atmosfèrica. Si s'emmagatzema l'hidrogen en cilindres de 0.05 m^3 de volum a una pressió absoluta de $15 \times 10^5\text{ Pa}$, ¿quants cilindres seran necessaris?
¿Quin pes total podrà sostenir el globus en aire en condicions normals?
- 151** Un cilindre conté oxigen a temperatura de 20°C i pressió de 15 atm en un volum de 100 L. Es baixa un pistó en el cilindre disminuint el volum ocupant pel gas a 80 L, amb la qual cosa augmenta la temperatura a 25°C . Si l'oxigen es comporta com un gas ideal, quina és la seua pressió?
- 152** Suposem que un termòmetre de volum constant té una pressió de $1.50 \times 10^4\text{ Pa}$ a la temperatura T_{triple} i una pressió de $1.95 \times 10^4\text{ Pa}$ a una temperatura desconeguda, T . ¿Quina és eixa T ?
- 153** Un termòmetre de resistència és un termòmetre en què la propietat termomètrica és la resistència elèctrica. Es poden definir les temperatures mesurades per aquest termòmetre en Kelvins com a directament proporcionals a la resistència R , mesurada en ohms. Es troba que un determinat termòmetre de resistència té una resistència R de 90.35 ohms quan es col·loca en aigua al punt triple de temperatura (273.16 K). ¿Quina és la temperatura que indica el termòmetre quan es situa en un entorn en què la resistència és 96.28 ohms?
Sol.: 291.1 K
- 154** Un termòmetre de resistència de platí es gasta per a trobar valors de temperatura T entre -10°C i 150°C . La variació de la resistència amb la temperatura absoluta obeeix la fórmula
- $$R = R_0(1 + A_0T)$$
- Aquí, R_0 i A_0 són constants que determinem per la mesura del punt de gel i del punt de vapor. R val 29.74 ohms al punt de gel, i 37.34 ohms al punt de vapor. Calcula R_0 i A_0 .

11. Calor

- 155** Durant un procés gripal, un home de 80 kg va tenir febre i la seua temperatura va pujar fins a 39°C, és a dir, 2°C per damunt de la normal. Assumint que el cos humà és majoritàriament aigua, ¿quanta calor és necessària per incrementar la seua temperatura en eixa quantitat?
- 156** Una geòleg treballant en el camp, beu el seu cafè matinal en una tassa d'alumini de massa 0.120 kg. Si inicialment la tassa està a 20°C i li aboca 0.300 kg de cafè que inicialment estava a 70°C, quina és la temperatura final a la que se'l beurà si s'aplega a l'equilibri tèrmic? Assumiu que les calors específiques del cafè i la tassa són les mateixes i que l'intercanvi de calor amb l'ambient és menyspreable.
- 157** Un cub de gel amb una massa de 0.070 kg es pren del congelador, on la temperatura del cub era -10.0°C, i es deixa en un got d'aigua a 0.0°C. Si no es guanya ni perd calor de fora, ¿quanta aigua es congela sobre el cub?
- 158** Una estudiant de química vol gelar 0.25 kg d'orxata (majorment aigua) que inicialment està a 25°C, afegint gel que inicialment està a -20°C. ¿Quant de gel haurà d'afegir per tal que la temperatura final siga de 0°C amb tot el gel fos? Considereu que la capacitat calorífica del recipient és negligible.
- 159** Imagineu que esteu dissenyant un circuit electrònic que conté 23 mg de silici. El corrent que ha de passar sobre ell l'escalfarà a un ritme de 7.4 mW. Si el disseny no permet cap transferència de calor amb l'exterior, ¿a quina velocitat augmentarà la temperatura? La calor específica del silici és 705 J kg⁻¹ K⁻¹.
- 160** Un perol de coure de massa 2.0 kg (incloent-hi la tapa), té una temperatura de 150°C. S'aboquen 0.10 kg d'aigua a 25°C en el perol i ràpidament es posa la tapa per tal que no escape vapor. Trobeu la temperatura final del perol i el seu contingut i determineu la fase final en la que tindrem l'aigua. Dades: $c_{\text{coure}} = 390 \text{ J K}^{-1}$, suposeu que no hi ha pèrdues de calor

Sol.: 66.0°C

Sol.: 69 g

Sol.: $T_{\text{final}} = 100^\circ\text{C}$, $m_v = 3.4 \text{ g}$

- 161** Es calfa un tros de coure de 100 g en un forn a temperatura T_1 . S'introdueix després el coure en un calorímetre de coure de 150 g que conté 200 g d'aigua. La temperatura inicial de l'aigua i del calorímetre és 16 °C. Quan es pesa el calorímetre i el seu contingut es troba que s'han evaporat 1.2 g d'aigua. Quina era la temperatura T_1 ?

Nota: $c_{aigua} = 4190 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, $c_{coure} = 390 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$, $L_v = 2.256 \times 10^6 \text{ J/kg}$.

- 162** En un fogó de gasolina, el 30% de la energia alliberada en cremar el combustible va efectivament a escalfar l'aigua d'un perol damunt del fogó. Si escalfem 1.00 L (1 kg) d'aigua des de 20°C fins 100°C i en fem bullir 0.25 kg (que se'n van), ¿quanta gasolina cremem en el procés? La calor de combustió de la gasolina és $46 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$.

Sol.: 65g.

- 163** Quan 100 g d'alumini es calfen fins a 100°C i s'introdueixen en 500 g d'aigua inicialment a 18.3°C, la temperatura final de la barreja en l'equilibri és de 21.7° C. ¿Quina és la calor específica de l'alumini?

Sol: 0.22 cal g⁻¹ K⁻¹

- 164** Un cub de gel amb una massa de 0.070 kg es pren del congelador, on la temperatura del cub era -10.0°C, i es deixa en un got d'aigua a 0.0°C. Si no es guanya ni perd calor de fora, ¿quanta aigua es congela sobre el cub?

Sol: 0.0041 kg.

- 165** Un calorímetre de coure amb una massa de 0.322 kg conté 0.046 kg de gel. Es sistema es troba inicialment a 0.0°C. Si s'admeteixen 0.012 kg de vapor d'aigua a 100.0°C i pressió 1.00 atm, ¿quina és la temperatura final del calorímetre i els seus continguts?

Sol: 45.4°C.

- 166** Determineu la calor que cal subministrar per convertir 1 g de gel a -20°C a vapor a 100 °C.

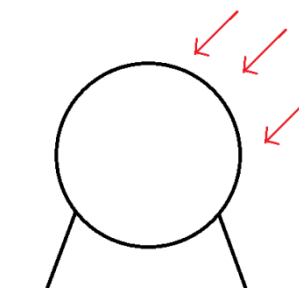
- Calor específica del gel, $c_g = 2,1 \text{ kJ / kgK}$
- Calor de fusió del gel, $L_f = 334 \text{ kJ / kg}$
- Calor específica de l'aigua, $c = 4,18 \text{ kJ / kgK}$
- Calor de vaporització de l'aigua $L_v = 2.256 \text{ kJ / kg}$

- 167** Estem dissenyant un transport tipus bola de hàmsster per desplaçar-se en la lluna. Consisteix en una esfera hermètica de 1.5 m de radi. Estarà rebent irradiació solar continua, i necessita un sistema de refrigeració, ja que no hi ha atmosfera on evacuar la calor. Per tant posarem en l'interior de la bola una peça de gel de 20 kg que absorbisca calor.



- Suposem que la peça de gel es troba inicialment a -20°C i ha de passar a $+25^{\circ}\text{C}$. Quina quantitat de calor necessita?
- Si la radiació solar que arriba és de 500 W/m^2 i la radiació incident s'absorbeix completament, quant de temps tardarà el gel en arribar a la temperatura de 25°C ? Aquest temps indica l'autonomia de la bola de hàmsster.

- 168** Una base espacial en un planeta sense atmosfera té forma esfèrica amb radi $R = 50 \text{ m}$. La superfície és transparent a la llum visible i l'esfera absorbeix un 10% de la radiació solar incident, la qual és semblant a la radiació extraterrestre sobre la terra. El sistema de calefacció no funciona, per tant l'esfera únicament es gela emetent radiació infrarroja, amb una emissivitat $e = 0.6$.

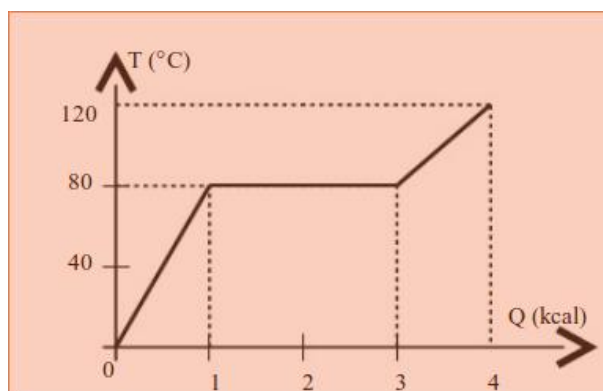


- La potència corresponent a la radiació solar extraterrestre s'anomena la "constant solar". Busca el valor d'esta constant en W/m^2 .
 - Calcula el flux d'energia per unitat de temps que absorbeix la bola.
 - Escriu l'expressió de la radiació emesa per la bola, en funció de la temperatura.
 - Calcula la temperatura de la superfície de la bola.
- 169** Dos cossos metàl·lics A i B de la mateixa massa es troben a la mateixa temperatura, més gran que 0°C , i en contacte amb un gran bloc de gel. Si la calor específica d'A és més gran que la de B, passat un cert temps, ¿quin cos haurà perdut més energia?

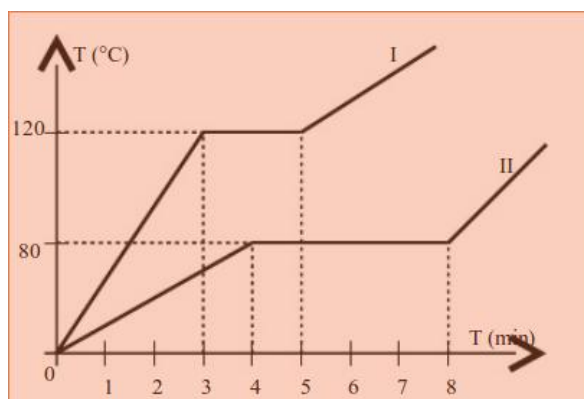
- 170** Es té un recipient de capacitat calorífica menyspreable on es barregen gel a -8°C i 1,05 kg d'aigua a 60°C fins que el gel es fon i tota l'aigua arriba a una temperatura d'equilibri de 0°C . Quants grams de gel s'hauran fos?

Sol.: 0.75 kg

- 171** Un sòlid de 100 grams i calor específic de $0,2 \text{ cal/g K}$ està a 100°C . Un altre sòlid també de 100 grams i calor específic de $0,1 \text{ cal/g K}$ està a 70°C . Si es posen en contacte dos cossos, determine la temperatura final d'equilibri (en $^\circ\text{C}$).
- 172** Un vas aïllat sense massa conté 0.150 kg d'aigua i 0.010 kg de gel en equilibri tèrmic a pressió atmosfèrica. Si es claven dins el calorímetre 0.900 kg de plom a 300°C , quina serà la temperatura final? Calor latent gel 334 kJ/kg , capacitat cal. aigua $4.190 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$, capacitat cal. plom $130 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$.
- 173** Dos cossos metàl·lics A i B de la mateixa massa es troben a la mateixa temperatura, més gran que 0°C , i en contacte amb un gran bloc de gel. Si la calor específica d'A és més gran que la de B, passat un cert temps, ¿quin cos haurà perdut més energia?
- 174** La figura representa la temperatura d'un líquid en funció de la quantitat de calor absorbida Q per cada 10 grams. Determineu la temperatura d'ebullició del líquid i la calor latent de vaporització.

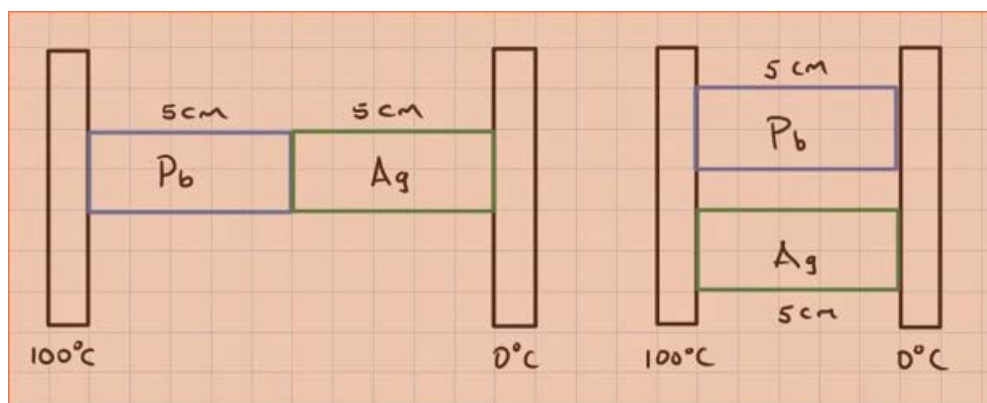


- 175** En el gràfic es mostren les temperatures de dos cossos I i II de masses iguals en funció del temps quan reben la mateixa quantitat de calor a raó de 30 cal/min . Determineu el quocient entre els seus calors específics respectius.



- 176** Dues barres metàl·liques de plom i plata aïllades pels costats, de 5 cm de longitud i secció transversal quadrada de 4 cm^2 , estan encaixades entre dues parets com es mostra a la figura. En quina de les dues configuracions es tindrà un major flux de calor H ?

Les conductivitats tèrmiques són $k(\text{Pb}) = 353 \text{ W / mK}$ i $k(\text{Ag}) = 429 \text{ W / mK}$.



- 177 C** Una barra d'acer de 10.0 cm de llarg es subjecta contra una altra de coure de 20.0 cm. Ambdues estan perfectament aïllades pels costats. L'extrem de l'acer es manté a $100 \text{ }^\circ\text{C}$ i el del coure a $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Troba la temperatura en la unió i el flux de calor.
- 178** Un escalfador elèctric de 1 kW funciona amb una resistència que es posa roent a $900 \text{ }^\circ\text{C}$. Suposant que tota la calor que transfereix l'escalfador és per radiació i que aquesta resistència actua com un cos negre, trobar l'àrea efectiva de la superfície radiant considerant que la temperatura ambient és de $20 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 179** Una paret de maó de 12 cm de gruix i constant de conductivitat tèrmica $k = 1,2 \text{ W / mK}$ separa un espai intern d'un altre extern que es troba a $30 \text{ }^\circ\text{C}$. Si cara externa de la paret es troba a $120 \text{ }^\circ\text{C}$, la seva emissivitat és 0,78 i el seu coeficient de pel·lícula $20 \text{ W / m}^2 \text{ K}$, determini la temperatura de la superfície interna de la paret i el flux de calor H a través d'ella.

12. Energia, treball i la primera llei de la termodinàmica

- 180 C** Un gas ideal s'expandeix isotèrmicament a una temperatura T , des d'un volum V_1 , fins V_2 . Quant de treball fa el gas?
- 181** 2 mols d'un gas ideal es calfen de 0°C a 100°C
 -a pressió constant,
 -a volum constant.

Calculeu en cada cas $Q, W, \Delta U$, si $C_p = 40 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

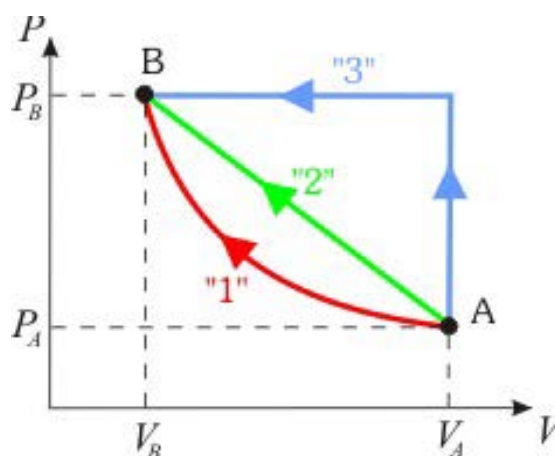
Sol: (a) 8000 J, 1662 J, 6338 J. (b) 6338 J, 0, 6338 J.

182 Un mol de gas ideal està contingut en un cilindre amb un èmbol mòbil. La pressió, temperatura i volum inicials són p_0 , T_0 , V_0 . Determineu el treball realitzat pel gas als processos següents:

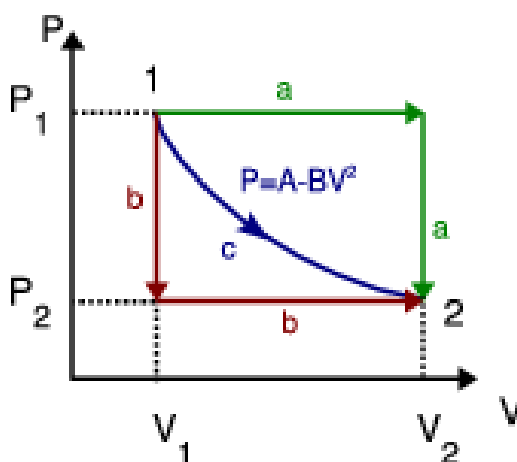
- una compressió isobàrica en què el volum final siga una tercera part de l'inicial.
 - Una compressió isoterma en què la pressió final siga el doble de la inicial
 - Un procés isòcor en què la pressió final siga el doble de la inicial.
- Representeu cada procés en un diagrama p-V.

Sol: (a) $-2/3 p_0 V_0$. (b) $-0.7 RT_0$. (c) 0.

183 A la figura adjunta es mostren tres processos termodinàmics quasiestàtics diferents que han tingut lloc en un mateix sistema de gas ideal. Els tres processos parteixen del mateix estat inicial A i acaben en un idèntic estat final B. En quin d'ells és més gran la quantitat de calor transferida al sistema?



184 Calcula el treball realitzat per un fluid que s'expandeix en els tres processos indicats en la figura, entre els mateixos estats inicial i final. En el procés c, que és quasiestàtic, $p = A - BV^2$, amb $A = 25$ bar i $B = 5$ bar/m⁶. Els volums inicial i final són $V_1 = 1$ m³ i $V_2 = 2$ m³.



- 185** 2 mols d'un gas ideal es calfen de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$
- A pressió constant,
 - A volum constant.
- Calculeu en cada cas Q , W , ΔU si $C_p = 40\text{ J}/(\text{molK})$

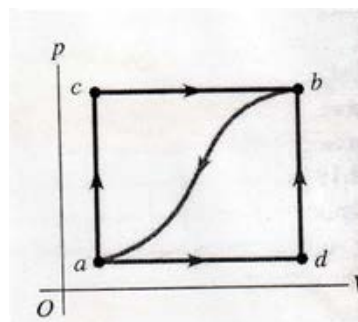
Sol.: (a) 8000 J, 1662 J, 6338 J (b) 6338 J, 0, 6338 J

- 186** Quan un sistema es porta de l'estat a a l'estat b per la trajectòria acb , 90.0 J de calor entren al sistema i aquest efectua 60.0 J de treball.

a) Quant de calor entra al sistema per la trajectòria adb si el treball efectuat pel sistema és de 15.0 J ?

b) Quan el sistema retorna de b a a seguint la trajectòria corba, el valor absolut de treball efectuat pel sistema és de 35.0 J . El sistema absorbeix o desprèn calor? Quant?

Si l'energia interna $U_a = 0$ i $U_b = 8.0\text{ J}$, quant de calor s'absorbeix en els processos ad i db ?



- 187** Un litre de gas ideal es troba a $p_A = 2\text{ atm}$ i $T_A = 300\text{ K}$ (estat A).
C S'expansiona a pressió constant fins que el seu volum és de 2 L (estat B), després es refreda a volum constant fins que la pressió és 1 atm (estat C).

Posteriorment es comprimeix a pressió constant fins que el seu volum torna a ser d' 1 L (estat D) i finalment es calfa a volum constant fins que torna a l'estat A:

a) Calculeu el treball total realitzat pel gas en este cicle, i el calor total sumministrat. Siguen C_p i C_v constants i $C_p - C_v = R$.

b) Refeu el problema utilitzant el primer principi de la termodinàmica i la interpretació geomètrica del treball.

Sol: (a) $W = 101.3\text{ J}$, $Q = 101.3\text{ J}$.

- 188** En un cert procès, un sistema lliura $8.48 \times 10^5\text{ J}$ de calor, al mateix temps que es contrau sota una pressió externa constant de $11.3 \times 10^5\text{ Pa}$. L'energia interna del sistema és manté constant i per tant és la mateixa al principi i al final del procès. Calcula el canvi de volum del sistema (que no és un gas ideal).

En el mateix sistema, en un altre procès, un tècnic subministra $7.3 \times 10^4\text{ J}$ de calor al sistema, al mateix temps que l'entorn realitza $9.2 \times 10^3\text{ J}$ de treball sobre el sistema. Calcula el canvi d'energia interna del sistema.

- 189** Un mol de gas ideal està contingut en un cilindre amb un èmbol mòbil. La pressió, i volum inicials són p_0 , V_0 i la temperatura $T_0 = 300$ K. A més $R = 8.314$ J/mol·K.
- a) Una compressió isobàrica en què el volum final siga una tercera part de l'inicial.
 - b) Una compressió isoterma en què la pressió final siga el doble de la inicial
 - c) Un procés isocor en què la pressió final siga el doble de la inicial.
- Representa el tres processos en un diagrama p-V
 Calculeu el treball realitzat pel gas als tres processos següents, i
- 190** Si una persona que normalment requereix una mitjana de 12.000 kJ (3000 kcal) d'energia alimentària al dia consumeix 13.000 kJ al dia, guanyarà pes constantment. Quanta bicicleta al dia es necessita per obtenir aquest 1000 kJ addicionals? (Troba pel teu compte la potència de l'exercici de bicicleta).
- Si aquesta persona utilitza més energia de la que consumeix, el cos obtindrà l'energia necessària mitjançant la metabolització del greix corporal. Si la persona utilitza 13.000 kJ, però només consumeix 12.000 kJ, quina serà la quantitat diària de pèrdua de greix? Suposa que el contingut energètic del greix és de 39 kJ /g.

13. Rendiment de màquines tèrmiques

- 191** Una màquina opera entre dos dipòsits de calor a 450 K i 300 K.
C Si el motor rep 5000 J de calor del dipòsit a 450 K en cada cicle, ¿quants joules per cicle cedeix al dipòsit a 300 K?
 ¿Quant de treball mecànic realitza la màquina en cada cicle?
 Feu l'esquema mostrant el fluxos de calor i el treball realitzat.
- 192** Una màquina de Carnot consumeix 200 J d'un focus calent a 373 K, realitza **C** 48 J de treball i cedeix 152 J a un focus fred a 273 K. ¿Quant de treball es "perd" per cicle per causa de la irreversibilitat de la màquina?
- 193** Si es transmeten per conducció 200 J de calor d'un focus tèrmic a 373 K, a un **C** altre a 273 K, sense màquina tèrmica entre els dos focus, ¿quina capacitat de produir treball es "perd" en este procés?
- 194** Explica com es defineix el rendiment d'una màquina tèrmica en termes d'intercanvis de calor i treball amb el seu entorn. Fes un diagrama explicatiu. El mateix amb una màquina frigorífica. Quina és la importància del cicle de Carnot?
- 195** El rendiment d'una màquina tèrmica que funciona segons el cicle de Carnot entre 80 i 200 °C és del 20% del màxim teòric. Quant de calor ha d'absorbir del focus calent per exercir un treball de 10 kJ?

- 196** Una màquina tèrmica que opera segons el cicle de Carnot té un rendiment del 25% i consumeix 240 kg de carbó per hora, sent el poder calorífic d'aquest combustible de 13000 kcal/kg. Calcula el treball proporcionat per la màquina en una hora i la calor cedida al focus fred.
- 197** Una màquina frigorífica de les que es fan servir per fabricar gel funciona segons un cicle de Carnot absorbint calor d'un tanc d'aigua a 0 °C i cedint a l'aire a l'interior d'un local que es manté a 26 °C. La màquina fabrica 223 kg de gel en un dia. Calcula el treball consumit i la calor cedida a l'aire.
- 198** Una màquina tèrmica opera entre 120 °C i 30 °C. ¿Quina és la quantitat mínima de calor que s'ha de prendre del focus calent per obtenir 1000 J de treball?
- 199** Una màquina tèrmica treballa entre dos focus a 400 K i 300 K, extraent 100 J del focus calent en cada cicle. ¿Quin és el major rendiment possible per a esta màquina i quant de treball pot fer en un cicle?
- 200** Una màquina tèrmica que funciona entre 200 °C i 80 °C arriba a un 20.0% del seu rendiment teòric màxim. Quanta energia ha d'absorbir per fer 10 kJ de treball?
- 201** Una bomba de calor és una màquina de Carnot invertida que s'empra per refredar o escalfar una estada. Si es vol fer servir per mantenir una habitació a 20 °C quan la temperatura exterior és de -5 °C, calcula quanta energia ha d'aportar el medi ambient exterior per cada juliol de energia elèctrica consumida.
- 202** Una màquina frigorífica fa servir el cicle de Carnot per fabricar 223 kg de gel al dia. Extreu la calor d'un tanc d'aigua a 0 °C i l'aporta a l'aire circumdant que es troba a 26 °C. Calcula el treball que consumeix aquesta màquina en un dia i la calor cedida a l'aire.
- 203** Si una màquina de Carnot invertida treballa amb uns fluxos de calor $Q_f = 3000$ cal/h i $|Q_c| = 3440$ cal/h, quins són els coeficients d'operació (COP) com a màquina frigorífica i bomba de calor respectivament?
- 204** Una màquina de Carnot ideal funciona entre dues fonts tèrmiques, una calenta (250 °C) i una altra freda (50 °C).
a) Quin és el rendiment de la màquina?
b) Si la màquina tèrmica produeix 82 J de treball en cada cicle, quanta calor es cedeix a la font freda en cada cicle? Quanta calor s'absorbeix de la font calenta?
- 205** Una bomba de calor és una màquina de Carnot invertida que s'empra per mantenir calent un habitatge a 20 °C quan la temperatura exterior és de -5 °C. Calcula quanta energia procedent del medi ambient exterior serà transferida a l'interior de l'habitatge per cada joule d'energia elèctrica consumida.

Problemes addicionals amb simuladors de física

[Pàgina simulacions](#)

[Més simulacions](#)

<p>S. 1.1</p>	<p>Link Determina la relació entre les components de dos vectors perquè la seua suma done zero. Presenta la resposta argumentada i un exemple gràfic fet amb el simulador.</p>
<p>S. 2.1</p>	<p>Link Dues partícules es mouen en línia recta. La primera partícula es mou a velocitat constant de 5 m s^{-2}, i la segona amb acceleració constant. Dona tres valors de l'acceleració i calcula en quin instant tenen la mateixa velocitat, i en quin instant tenen la mateixa posició. Presenta els càlculs i el gràfic.</p>
<p>S. 2.2</p>	<p>Link Un avió vola a velocitat horitzontal de 55 m s^{-1} a una altura de 100 m. Determina el angle de la línia de visió, ϕ, al qual ha de soltar la càrrega de salvament perquè arribe al naufrag. Presenta el càlcul, i a quina distància del naufrag caurà si l'angle es desvia 10°.</p>
<p>S. 3.1</p>	<p>Link (a) Calcula l'acceleració de les pesses de la màquina d'Atwood quan les masses són diferents i comprova el resultat amb el simulador. (b) Què ocorre quan les masses són iguals? (c) Què ocorre si la corriola te massa? Presenta les respostes raonades.</p>
<p>S. 3.2</p>	<p>Link Un cotxe viatja a velocitat constant, i ha de frenar, però el conductor tarda una temps a reaccionar. Fes una predicció de la distància i el temps que tarda durant el temps de reacció, i durant el frenatge. Comprova amb el simulador. Presenta una discussió de com depen la distància total de la velocitat inicial, i del temps de reacció.</p>