

cinematica

1) Un bimbo gioca con l'eco che si ode da un pozzo. Se egli sente le sue parole dopo 2 secondi, quanto è profondo il pozzo? (la velocità del suono nell'aria è 344 m/s)

[344 m]

4) Una metropolitana accelera partendo da una stazione a un ritmo di 1.20 m/s^2 per metà della distanza che la separa dalla stazione successiva, quindi decelera con lo stesso ritmo nella seconda metà. Se le stazioni distano 1100m, trovare

- (a) la durata del percorso tra le due stazioni;
- (b) la velocità massima della metropolitana.

[60.6 s; 131 Km/h]

12) Una palla viene lanciata verticalmente verso il basso da un'altezza di 60 m con una velocità iniziale di 20 m/s.

- (a) Quale sarà la sua velocità un istante prima che tocchi il suolo?
- (b) Quanto tempo rimane in aria la palla prima di toccare il suolo?
- (c) Quali sarebbero le risposte alle domande poste in (a) e in (b) se con la stessa velocità iniziale la palla fosse lanciata verso l'alto anziché verso il basso?

[39.6 m/s; 2s; 39.8 m/s, 6.1 s]

Cinematica - moto rotazionale

9) Due ciclisti si stanno allenando in un velodromo circolare. Si muovono entrambi con velocità v di modulo costante pari a 40 km/h. Uno dei due ciclisti percorre l'anello più esterno di raggio 50m mentre l'altro percorre l'anello più interno di raggio 40 m. Supponendo che ad un certo istante di tempo $t=0$ si trovano allineati lungo il raggio della pista, determinare:

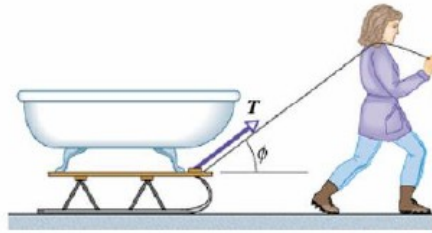
- quanto tempo impiegano i due ciclisti a compiere un giro completo;
- la lunghezza dell'arco di circonferenza che deve percorrere ancora il secondo ciclista per completare il giro quando il primo lo ha effettuato;
- l'accelerazione angolare che dovrebbe avere il ciclista svantaggiato per arrivare insieme al primo ciclista al termine del giro di pista (partendo entrambi con velocità v);
- le componenti tangenziale e centripeta delle accelerazioni di entrambi i ciclisti nel caso (c).

10) Lungo una pista circolare, di circonferenza $C=10$ m, corrono nello stesso verso due automobili A e B: A mantiene velocità costante $v_A=10$ m/s mentre B ha accelerazione costante $a_B=0.4$ m/s². L'auto A supera la B per la prima volta al tempo $t_1=1$ s e per la seconda volta al tempo $t_2=3$ s. Si calcoli:

- la distanza tra A e B e la velocità v_B di B al tempo $t=0$;
- il vantaggio massimo raggiunto da A nei riguardi di B;
- l'istante τ in cui B supera A per la prima volta.

Dinamica del punto materiale - Piano inclinato e attrito

ESERCIZIO N°5



Una donna tira a velocità costante una slitta carica, di massa $m = 75 \text{ Kg}$ su una superficie orizzontale. L'attrito fra i pattini e la neve è trascurabile e l'angolo $\phi = 42^\circ$

- A- Qual è la tensione T nella fune da traino?
- B- Qual è la forza normale con la quale la neve spinge la slitta verso l'alto?

Il doppio piano inclinato

Due blocchi di massa $m_1=3\text{Kg}$ e $m_2=5\text{Kg}$ sono uniti da una fune inestensibile e di massa trascurabile che passa attraverso una carrucola anch'essa di massa trascurabile. Ciascuno dei due blocchi poggia su un piano inclinato come rappresentato in figura. Si trascuri l'attrito tra blocchi e piani inclinati e si calcoli

A1 - l'accelerazione del sistema

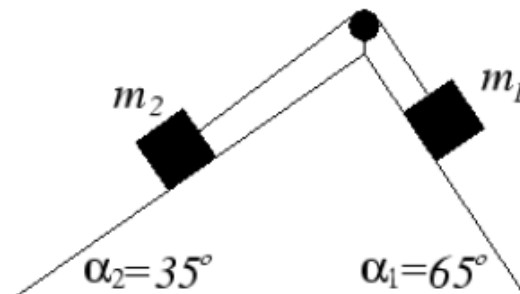
A2 - la tensione della fune

Si suppongano i due blocchi inizialmente in quiete a una quota comune $h=1,5\text{m}$ rispetto al piano orizzontale.

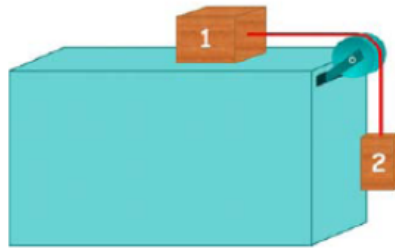
A3 - Dopo quanto tempo uno dei due blocchi raggiunge il piano orizzontale? che quota ha raggiunto in questo istante l'altro blocco?

B - Si ripetano i calcoli di cui al punto A1), A2), A3) assumendo un coefficiente di attrito tra blocchi e piani inclinati pari a $\mu = 0,01$

C - Qual è il valore massimo di μ che consente al sistema dei due blocchi di mettersi in moto?



ESERCIZIO N°4



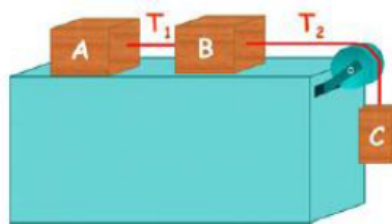
Due corpi di massa m_1 ed m_2 sono collegati tramite una fune che passa attraverso una carrucola senza attrito, come mostrato in figura. Se il coefficiente di attrito cinetico tra il corpo di massa m_1 e la superficie è μ_k si determini l'accelerazione del sistema e la tensione della fune.

ESERCIZIO N°9

Un corpo di massa 16Kg si muove su una superficie orizzontale. Il coefficiente di attrito cinematica tra il blocco e la superficie è $\mu = 0,25$ mentre il coefficiente di attrito statico tra è $\mu_s = 0,30$.

- A- calcolare il modulo della forza orizzontale minima necessaria per porre in moto il blocco;
- B- qual è l'accelerazione del blocco quando si applica una forza orizzontale di 45N?
- C- se una forza di intensità 80N agisce sul corpo nei primi 4 secondi e poi cessa la sua azione, qual è la lunghezza del tratto percorso dal corpo prima di fermarsi?

ESERCIZIO N°14



I blocchi A, B e C disposti in figura sono collegati mediante due funi in estensibili e prive di massa. Sia $\mu_s = 0,2$ il coefficiente di attrito statico per entrambe le superfici. Siano $m_B = 5\text{ Kg}$ e $m_C = 10\text{ Kg}$. Si calcoli:

A – il minimo valore di m_A affinché il sistema sia in equilibrio;

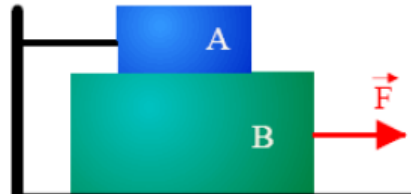
B – le tensioni delle funi nel caso descritto nella lettera A;

C – se si taglia la corda 1, il sistema acquista una accelerazione pari a $6,02\text{ m/s}^2$. In questo caso si determini il valore del coefficiente attrito dinamico μ_k

E anche...

ESERCIZIO N°20

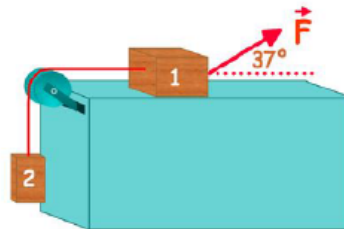
Due blocchi A e B si trovano disposti come indicato in figura. Su B agisce una forza di 45N verso destra. Se le masse dei due blocchi valgono rispettivamente $m_A = 5\text{ Kg}$ ed $m_B = 10\text{ Kg}$, il coefficiente di attrito cinetico tra i due blocchi è 0,2 mentre tra B e il piano di scorrimento non c'è attrito, si disegni il diagramma delle forze e si determini il valore della tensione della corda e dell'accelerazione di ciascun blocco.



ESERCIZIO N°22

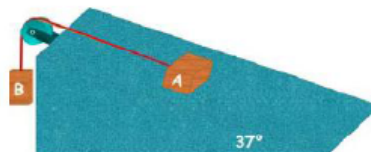
La figura mostra due blocchi di massa rispettivamente $m_1 = 3\text{ Kg}$ ed $m_2 = 2\text{ Kg}$ legati tramite una corda inestensibile e di massa trascurabile. Sul blocco 1 agisce una forza F la cui direzione forma un angolo di 37° rispetto all'orizzontale e il coefficiente di attrito cinetico tra blocco e piano è 0,1

- si disegni il diagramma di corpo libero per ciascun blocco
- si determini il modulo della forza necessaria affinché il blocco 1 si muova verso destra con accelerazione di 2 m/s^2



ESERCIZIO N°32

Nel sistema indicato in figura, il blocco A pesa 15N. Il coefficiente di attrito statico tra il blocco e il piano è $\mu_s = 0,3$. Calcolare il peso massimo e il peso minimo che deve avere il blocco B affinché il sistema sia in equilibrio.



Gravitazione universale

1. A che distanza dalla superficie della Terra dovrebbe essere una persona, affinché il suo peso si dimezzi?

[R. 2651 km]

2. Un ragazzo ha massa 70 kg. Se la massa della terra raddoppiasse ed il raggio restasse inalterato quanto diventerebbe la massa del ragazzo? ed il suo peso?

[R. 70 kg; il peso raddoppia]

3. Un satellite artificiale della Terra ruota su un'orbita circolare con velocità di $7,73 \cdot 10^3$ m/s. Determina la quota del satellite sulla superficie terrestre, il periodo di rivoluzione e l'accelerazione centripeta.

[R. -300 km; $5,42 \cdot 10^3$ s; $8,95 \text{ m/s}^2$]

4. Un satellite ruota intorno alla Terra su un'orbita circolare a 1000 km d'altezza.

a) Quanto vale la sua velocità?

b) Quanto vale il suo periodo?

[R. 7350 m/s; 6310 s]

5. Considera i dati relativi al periodo orbitale della Terra e alla sua distanza dal Sole.

Approssima l'orbita terrestre ellittica con una circonferenza. In questo caso calcola la velocità media di rivoluzione della Terra intorno al Sole in m/s.

[R. $2,99 \cdot 10^4$ m/s]

6. Un satellite artificiale descrive un'orbita circolare con un raggio pari a quattro volte il raggio terrestre. Calcola il suo periodo di rivoluzione.

[R. $4,06 \cdot 10^4$ s]

7. Un sistema binario di stelle ruota circolarmente attorno al comune centro di massa a metà strada tra esse. Ciò significa che la massa delle due stelle è uguale. Se la velocità orbitale di ciascuna di esse è $v = 220$ km/s ed il periodo orbitale di ciascuna è 14,4 giorni, trovare la massa M di ciascuna stella.

R.: $1,26 \cdot 10^{32}$ kg ;

Lavoro ed energia

1. Una macchina ha massa 1200 kg. Supponendo un piano con coefficiente di attrito $\mu=0.17$, determinare lo spazio di frenata supponendo una velocità iniziale di 40 km/h e di 80 km/h.
[R. 11.1 m ; 22.2 m - Ad una velocità doppia corrisponderà uno spazio di frenata quadruplo!]

2. Due spie industriali fanno scivolare una cassaforte di massa $m = 250$ kg, inizialmente ferma, per una distanza $d = 8.50$ m. La forza con la quale l'agente 001 spinge la cassaforte è di 12.0 N, e la direzione della forza forma un angolo di 30° verso il basso rispetto all'orizzontale. La forza con cui l'agente 002 tira la cassaforte è di 10.0 N, in direzione di 40° verso l'alto rispetto alla linea orizzontale. Si considerino le forze costanti e l'attrito nullo.

a) quale è il lavoro totale svolto dalle due forze sulla cassaforte durante lo spostamento d ?
b) quale è il lavoro sviluppato sulla cassaforte dalla sola forza di gravità ed il lavoro compiuto dalla forza normale esercitata dal suolo?

c) la cassaforte era inizialmente ferma, quale è la velocità finale al termine dello spostamento d ?

3. A Genova è stato costruito un sistema funicolare per collegare due vie della città poste a diverse altezze rispetto al livello del mare. L'ascensore percorre un tratto verticale lungo 70 m a una velocità di 1,6 m/s. L'ascensore ha una capienza di 23 persone, ognuna considerata di massa in media pari a 75 kg. Calcola:

il lavoro compiuto dall'ascensore per trasportare un passeggero;

la potenza sviluppata per trasportare la cabina a pieno carico dall'inizio alla fine della salita.

[$5,1 \cdot 10^4$ J; $2,7 \cdot 10^4$ W]

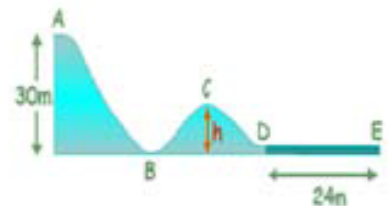
4. In figura è rappresentato il percorso di un carro delle montagne russe; il carro parte da fermo nel punto A a 30 metri di altezza. Sapendo che solo il tratto DE presenta attrito, si calcoli:

a) la sua velocità quando passa per il punto B

b) l'altezza h del punto C, sapendo che il carro passa per quel punto alla velocità di 20 m/s

c) quando il carro giunge nel punto D inizia a frenare, calcolare il lavoro nel tratto $DE=24$ m

d) qual è il coefficiente di attrito cinetico esistente tra le ruote e la strada?

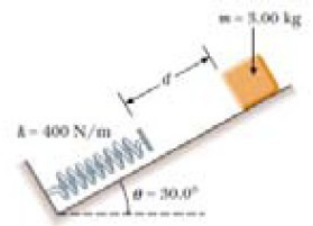


5. Un corpo di massa $m=0,4\text{Kg}$ si trova a riposo collegato ad una molla di costante elastica $k=212\text{N/m}$ su un piano orizzontale soggetto all'azione di una forza che comprime la molla stessa di un tratto $AB=0,4\text{m}$. Supponiamo che il coefficiente di attrito dinamico tra il piano e il corpo è $0,4$. Eliminando la forza esterna che comprime la molla, essa si allunga mettendo in moto il corpo che, partendo dalla sua posizione di riposo, percorre un tratto di 4m e prosegue per un tratto L lungo un piano liscio inclinato di 37° . Si determini:

- la velocità del corpo quando si stacca dalla molla.
- la velocità del corpo all'inizio del piano inclinato.
- la lunghezza L (tratto CD)



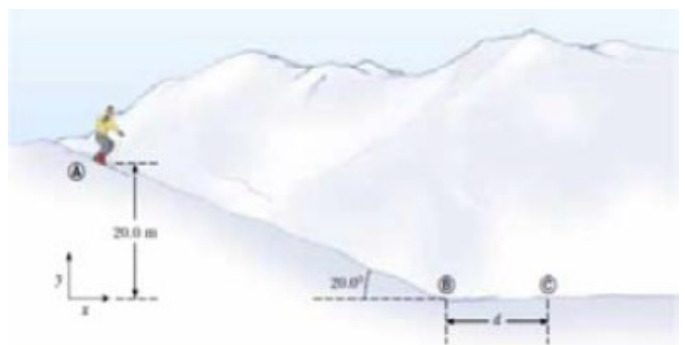
6. Un oggetto di massa $m=3\text{Kg}$ parte da fermo e scivola giù lungo un piano inclinato privo di attrito che forma un angolo $\theta=30^\circ$. Dopo essere scivolato per un tratto d , esso incontra l'estremità di una molla in equilibrio di massa trascurabile e costante elastica $k=400\text{N/m}$. L'oggetto continua a scivolare per un ulteriore tratto x fino a quando si ferma omentaneamente comprimendo la molla. Calcolare il tratto iniziale d tra l'oggetto e l'estremità della molla.



7. La parte circolare di un giro della morte ha un raggio di $2,6\text{ m}$. Esso fa parte di una pista su cui un carrello può scivolare praticamente senza attrito. Determina qual è la minima altezza da cui il carrello deve partire per completare il giro della morte e qual è la sua velocità nel punto più alto del giro stesso.

[$6,5\text{ m}$, $5,0\text{ m/s}$]

8. Uno sciatore parte da fermo dalla sommità di una altura inclinata di 20° rispetto al piano orizzontale, come mostrato in figura. Alla fine dell'altura incontra una superficie orizzontale scabra che presenta un coefficiente di attrito di $0,210$. Quanta strada percorre orizzontalmente prima di arrestarsi?



Centro di massa – Quantita di moto - Urto

1. Una molla è compressa fra due particelle. Una delle particelle ha una massa doppia rispetto all'altra, e la molla ha immagazzinato un'energia potenziale di 60 J. Si determini l'energia cinetica di ciascuna particella dopo avere rilasciato la molla.
2. Un battitore di baseball riceve una palla di massa $m = 250 \text{ g}$ che viaggia orizzontalmente a una velocità di modulo $v_1 = 20 \text{ m/s}$, la colpisce rimandandola, sempre orizzontalmente; sapendo che ha esercitato una forza media di modulo $F = 100 \text{ N}$ per il tempo $t = 0.2 \text{ s}$, determinare
 - a) il modulo v_2 della velocità della palla dopo l'urto;
 - b) il modulo F_1 della forza necessaria ad ottenere una velocità finale di modulo $v = 35 \text{ m/s}$.
3. Un sasso di massa $m = 2.4 \text{ kg}$ precipita, partendo da fermo, da una montagna sulla superficie di un lago dall'altezza $h = 50 \text{ m}$; il sasso entra in acqua in $t = 0.15 \text{ s}$ e, una volta entrato, la sua velocità si riduce a $1/5$ di quella che aveva immediatamente prima di entrare in acqua; sapendo che durante la caduta il sasso è soggetto a una forza di attrito costante da parte dell'aria, di modulo $F_a = 12 \text{ N}$, determinare:
 - a) il modulo velocità con cui il sasso raggiunge la superficie dell'acqua;
 - b) il modulo della forza subita dal sasso nell'impatto
4. Un carrello di massa $m_1 = 300 \text{ kg}$ si muove senza attrito con velocità costante di modulo $v_1 = 2.4 \text{ m/s}$; un operaio lancia in orizzontale sul carrello un sacco di massa $m_2 = 50 \text{ kg}$ con una velocità di modulo $v_2 = 6.2 \text{ m/s}$ avente verso opposto a quello del carrello; determinare
 - a) il modulo V_1 della velocità del sistema dopo che il sacco è stato gettato sul carrello;
 - b) il modulo V_2 della velocità del sistema dopo che l'operaio ha gettato un secondo sacco, con una velocità avente lo stesso modulo del primo sacco ma stavolta nello stesso verso del carrello.
5. Due biglie di massa $m_1 = 2.5 \text{ g}$ e $m_2 = 2m_1$ si muovono alla stessa velocità di modulo $v = 3.2 \text{ m/s}$ ma con direzioni perpendicolari; ad un certo istante si urtano e la prima prosegue con velocità invariata in modulo ma con direzione variata di 90° rispetto alla direzione precedente l'urto; determinare
 - a) il modulo della velocità della seconda biglia dopo l'urto;
 - b) l'energia dissipata nell'urto.

6. Un pallone di massa $m_1 = 650 \text{ g}$ si muove orizzontalmente con velocità di modulo $v = 10 \text{ m/s}$ e va ad urtare elasticamente un'automobile ferma di massa $m_2 = 1200 \text{ kg}$; trascurando ogni attrito, determinare le velocità del pallone e dell'automobile dopo l'urto.

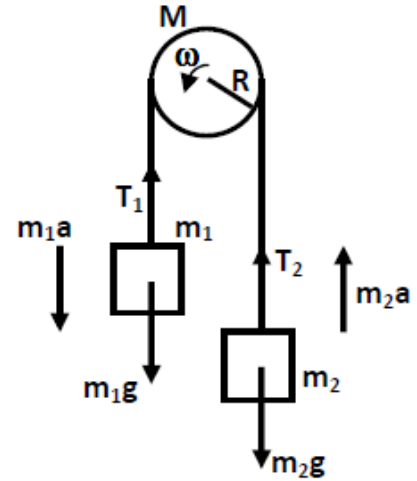
7. Due punti materiali di masse $m_1 = 5.8 \text{ kg}$ e $m_2 = 7.4 \text{ kg}$ si urtano in modo completamente anelastico; sapendo che il modulo della velocità del primo punto prima dell'urto è $v_1 = 3.5 \text{ m/s}$ e che il centro di massa del sistema resta fermo, determinare

- a) il modulo della velocità del secondo punto prima dell'urto;
- b) il modulo della velocità del sistema dopo l'urto;
- c) l'energia dissipata.

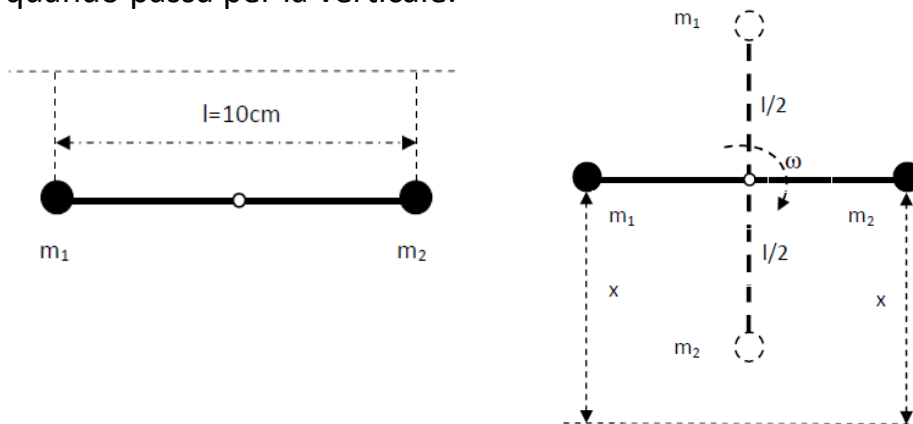
8. Una macchina di Atwood è costituita da due punti materiali di masse $m_1 = 3.6 \text{ kg}$ e $m_2 = 4.8 \text{ kg}$ collegati tramite un filo inestensibile di massa trascurabile che passa per una carrucola, anch'essa di massa trascurabile; inizialmente i due punti materiali si trovano entrambi a $h = 1.2 \text{ m}$ dal suolo; scelto come asse delle ascisse di riferimento un asse verticale volto verso l'alto con l'origine al suolo, determinare la legge del moto del centro di gravità del sistema.

Solidi in rotazione, conservazione del momento angolare, rotolamento.

1. Una puleggia di raggio R e massa $M=1\text{kg}$ è libera di ruotare senza attrito intorno al suo asse. Su di esso è posto un filo inestensibile che sostiene alle estremità due masse: $m_1=5\text{kg}$ e $m_2=3\text{kg}$. Lasciando le masse libere si determini il valore della accelerazione di caduta di m_1 .



2. Alle estremità di una barra indeformabile e priva di massa sono poste due masse di valore $m_1=100\text{gr}$ e $m_2=200\text{gr}$. La barra può ruotare, senza attrito, rispetto ad un perno centrale. Inizialmente essa è bloccata. La si libera e si calcoli la sua velocità angolare quando passa per la verticale.



3. Un sasso di massa m è legato ad un filo inestensibile che è fissato ad un bastoncino verticale; il sasso è fatto ruotare in modo che il filo progressivamente si avvolga attorno al bastoncino; sapendo che inizialmente il filo è lungo $l_0 = 0.80\text{ m}$ e che il sasso è posto in rotazione con una velocità di modulo $v_0 = 4.5\text{ m/s}$:

- stabilire come il modulo della tensione del filo dipende dalla sua lunghezza;
- determinare il modulo v della velocità del sasso quando il filo ha dimezzato la propria velocità.

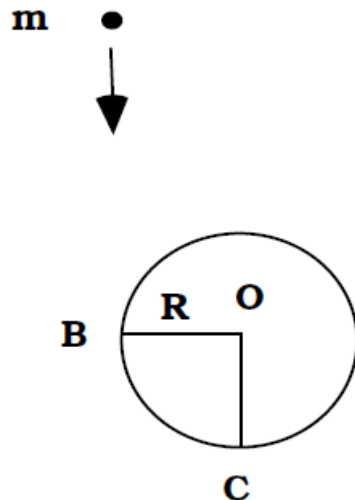
4. Un disco omogeneo di massa $M=10\text{ kg}$ e di raggio $R=0.3\text{ m}$ è impernato su un asse orizzontale fisso e senza attrito passante per il suo centro O . Un corpo di dimensioni piccole rispetto a R e di massa m è in quiete ad un'altezza h rispetto al punto B posto sulla periferia del disco, alla stessa quota di O . Si lascia cadere il corpo che, quando giunge in B possiede una velocità $v_1=4.45\text{ m/s}$. Esso viene frenato in un lasso di tempo brevissimo (si può quindi trascurare il movimento del disco durante il frenamento) e resta attaccato al disco in B . La velocità angolare del sistema immediatamente dopo l'urto è $\omega= 4.24\text{ s}^{-1}$.

Calcolare:

- Da quale altezza si è lasciata cadere la massa m
- Il valore della massa m

Supponendo che m si stacchi dal disco quando arriva in C , dopo aver ruotato con esso di un angolo $\pi/2$, si determinino:

- La velocità lineare di m al distacco
- La velocità angolare del disco dopo il distacco



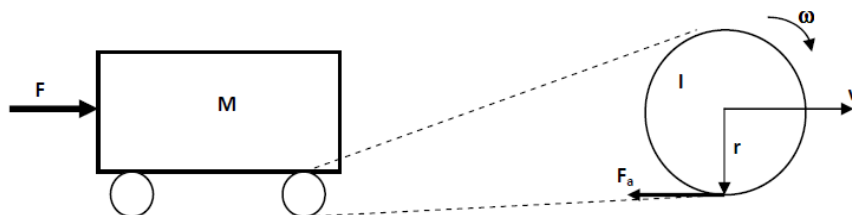
5. Un'asta omogenea, di lunghezza $L= 40\text{ cm}$ e massa $M_a=90\text{ g}$, può ruotare senza attrito in un piano verticale attorno ad un asse orizzontale passante per un suo estremo. L'asta è inizialmente in quiete, in posizione orizzontale. Essa viene lasciata libera ed inizia a muoversi per effetto della forza peso. Qual è la velocità angolare dell'asta quando essa raggiunge la posizione verticale?

Nell'istante in cui l'asta è verticale urta, con l'estremo libero, un corpo puntiforme di massa M_b . Dopo l'urto, perfettamente elastico, l'asta rimane in quiete. Qual è la massa M_b ?

Dopo l'urto il corpo puntiforme si muove su una superficie priva di attrito e incontra un piano inclinato di altezza $H=15\text{ cm}$ e inclinazione 30° . Con quale velocità il punto materiale arriva alla sommità della rampa? Qual è l'altezza massima raggiunta dal corpo?



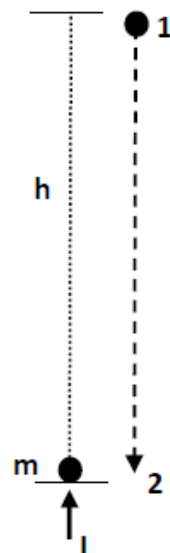
6. Un vagone ferroviario è dotato di quattro ruote e ha una massa totale $M=300\text{kg}$. Sia $I=4\text{kgm}^2$ il momento di inerzia di ogni singola ruota calcolato intorno al proprio asse e $r=40\text{cm}$ è il raggio delle ruote. Se il vagone è spinto lungo una rotaia da una forza orizzontale e costante $F=100\text{N}$ e non vi sono slittamenti, trovare il valore della sua accelerazione.



7. Si consideri una sfera omogenea di massa $m = 5.4\text{ kg}$ che rotola su di un piano orizzontale scabro sotto l'azione di una forza F orizzontale applicata al baricentro G del disco di modulo $F = 20\text{ N}$; sapendo che la sfera parte da ferma e che il coefficiente di attrito statico fra il cilindro e il piano orizzontale è $\mu = 0.23$, determinare:

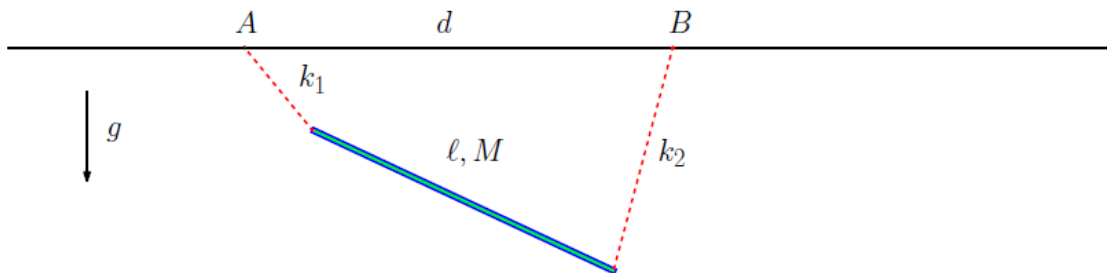
- il modulo della sua velocità lineare dopo $t = 4.2\text{ s}$;
- il lavoro fatto dalle forze agenti sulla sfera;
- il modulo della forza di attrito statico.

8. Con un impulso verticale di modulo I si fa salire un punto materiale di massa $m=1\text{kg}$ lungo una guida verticale di altezza $h=2\text{m}$. Giunto alla quota h il punto ricade lungo la guida e giunge a terra con una energia cinetica $T=8\text{joule}$. Lungo la guida hanno sempre agito forze dissipative in modulo costante e sempre opposte al moto. Calcolare l'impulso I .



Statica dei solidi

1. Due bambini di masse $m_1 = 25 \text{ kg}$ e $m_2 = 30 \text{ kg}$ giocano su di un'altalena basculante sospesa nel suo punto medio di lunghezza totale $\ell = 6.0 \text{ m}$; se il primo bambino si siede su una delle due estremità, determinare:
 - a) la distanza dall'altra estremità a cui deve sedersi il secondo bambino perche il sistema sia in equilibrio;
 - b) la reazione vincolare nel punto di sospensione.
2. Un quadro rettangolare di massa $m = 650 \text{ g}$ e appeso al soffitto per mezzo di due fili verticali inestensibili di massa trascurabile uno dei quali è attaccato ad un'estremità, mentre l'altro è attaccato ad un punto che dista dall'altra estremità i $2/3$ della lunghezza totale del quadro; determinare le tensioni dei due fili.
3. Un asta metallica omogenea, che e piegata ad angolo retto il modo che uno dei due rami abbiano lunghezze ℓ_1 ed ℓ_2 tali che sia $\ell_2 = 2\ell_1$, viene appesa ad un sostegno orizzontale; determinare gli angoli formati dai due rami in condizioni di equilibrio.
4. Un cubo di massa $m = 4.6 \text{ kg}$ ha uno spigolo appoggiato ad una parete ed uno spigolo appoggiato al pavimento scabro in modo che la faccia inferiore formi con il pavimento un angolo $= 25^\circ$; determinare il modulo della forza di attrito agente sul cubo.
5. Una sbarra di lunghezza l e massa M è sospesa al soffitto tramite due molle di lunghezza a riposo nulla e costanti elastiche k_1, k_2 . Ciascuna molla è collegata ad un estremo della sbarra, e la distanza tra i punti A, B a cui sono fissate al soffitto vale d (vedere Figura). Determinare l'angolo che la sbarra forma con la direzione orizzontale nella posizione di equilibrio e la posizione del centro di massa:
 1. minimizzando l'energia potenziale
 2. risolvendo le equazioni di equilibrio



Moto oscillante

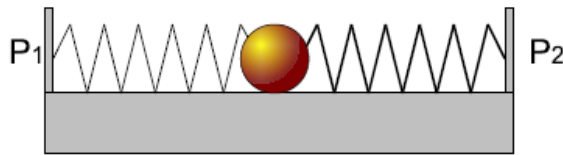
Una pallina di massa m si muove lungo un asse orizzontale liscio; essa è collegata tramite due molle a due punti P_1 , P_2 , tali che $P_1 - P_2 = 4 \cdot l_0$; le due molle hanno medesima lunghezza a riposo l_0 , e costanti elastiche k_1 , k_2 .

1. Calcolare la posizione di equilibrio

Se la pallina viene spostata di un tratto l dalla posizione di equilibrio e lasciata libera di muoversi, partendo con velocità nulla:

2. Studiare il moto della pallina

3. Calcolare la velocità della pallina quando passa per la posizione di equilibrio.

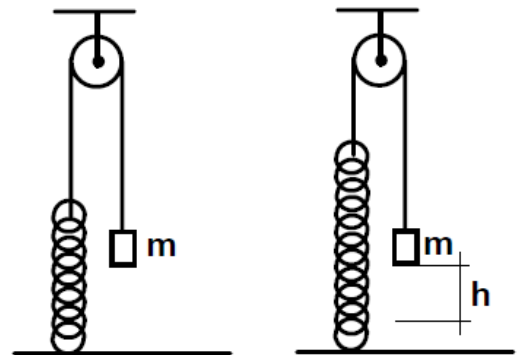


2. In figura, la massa $m = 2,0$ kg viene lasciata libera di muoversi quando la molla di costante elastica $k = 300$ N/m è in quiete. Trascurando l'inerzia e l'attrito della puleggia, oltre alla massa della molla e del filo, si determini:

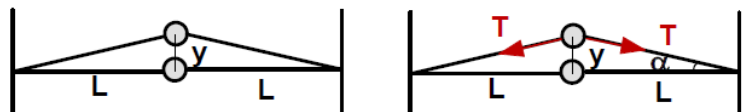
1. L'ampiezza dell'oscillazione risultante.

2. Il punto di equilibrio.

[R.: 0,065 m ; 0,065 m]



3. Una massa m è collegata a due elastici uguali, lunghi L ; su ognuno dei due agisce una tensione T . Si sposta la massa di un piccolo tratto y in direzione verticale; mostrare, assumendo che la tensione T non vari apprezzabilmente, che la forza di richiamo vale $(-2 T / L) \cdot y$ e che il sistema si muove di moto armonico semplice con pulsazione $\omega = \sqrt{2T/mL}$.



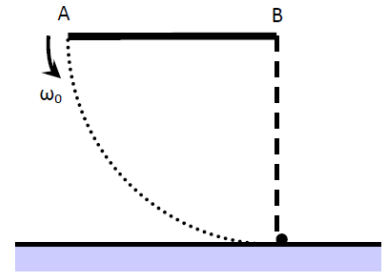
E anche...

L'asta rigida omogenea AB di massa $M=1,5\text{kg}$ e lunghezza $L=12\text{cm}$ può ruotare in un piano verticale attorno ad un asse fisso orizzontale privo di attrito passante per il suo estremo B. Inizialmente l'asta si trova in posizione orizzontale, e viene messa in rotazione con velocità angolare ω_0 , secondo lo schema mostrato in figura 2.

Nell'istante in cui raggiunge la posizione verticale, l'asta urta anelasticamente con una pallina di massa $m=M/5$. Determinare:

- il momento d'inerzia rispetto all'asse di rotazione del sistema asta+pallina dopo l'urto;
- a quale distanza da B si trova il centro di massa del sistema asta+pallina;
- il minimo valore di ω_0 che permette al sistema asta+pallina di compiere un giro completo

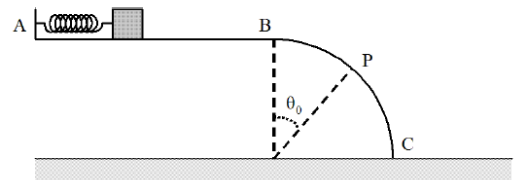
[0.01152 kg/m^2 ; 7 cm ; 29.2 rad/s]



La guida liscia ABC mostrata in figura 1 è costituita da un tratto orizzontale AB e da un arco di circonferenza BC di raggio $R=20\text{cm}$. In A è posizionata una molla di costante elastica $k=20\text{N/m}$, che è compressa di un tratto Δx tramite un fermo. In corrispondenza dell'estremo libero della molla è posizionato un blocco di massa $m=100\text{g}$. Quando il fermo viene rimosso, il blocco schizza via lungo la guida. Sapendo che il blocco si stacca dalla guida BC nel punto P, individuato dall'angolo $\theta_0=30^\circ$ con la verticale, calcolare:

- la velocità del blocco nel punto in cui avviene il distacco dalla guida;
- il valore di Δx ;
- la reazione vincolare esercitata dalla guida nell'istante di tempo in cui il blocco ha appena oltrepassato il punto B.

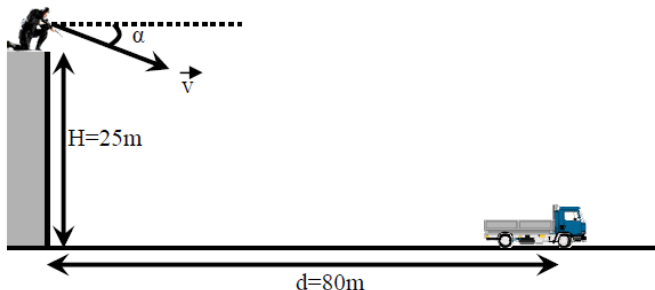
[1.3 m/s ; 0.065 m ; 0.394 N]



Il celebre agente segreto britannico James Bond deve ammazzare una spia nemica che sta tentando di sfuggirgli. Bond si trova sul tetto di un edificio di altezza $H=25\text{m}$ quando vede la spia nemica partire a bordo di un camion che si trova a distanza $d=80\text{m}$ dalla base dell'edificio, e cerca di colpirla col suo fucile di precisione. Sapendo che il camion parte con accelerazione $a=2\text{m/s}^2$ e viene colpito $0,5\text{s}$ dopo lo sparo, determinare:

- il modulo v_0 della velocità con cui parte il proiettile;
- l'angolo di tiro α rispetto all'orizzontale;
- la velocità del proiettile (in modulo, direzione e verso) nell'istante in cui colpisce il camion.

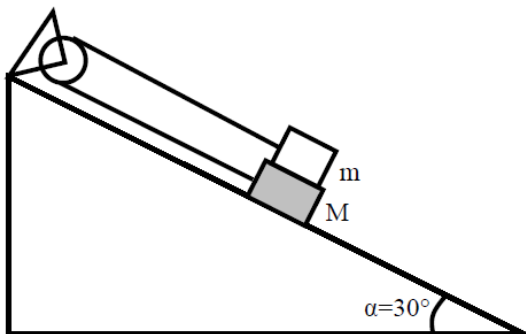
[167.4 m/s ; 16.5° ; 168.8 ; -18.1°]



Nel sistema schematizzato in figura il blocco di massa $m=400\text{g}$ è collegato mediante una fune inestensibile avvolta su una carrucola fissa al blocco di massa M , che è appoggiato su un piano inclinato rispetto all'orizzontale di un angolo $\alpha=30^\circ$. Tra il piano inclinato ed il blocco M non ci sono attriti, mentre la superficie di contatto tra i due blocchi è scabra, con coefficienti di attrito statico e dinamico rispettivamente $\mu_s=0,25$ e $\mu_d=0,10$.

- Determinare per quali valori di M i due blocchi rimangono in quiete; Nell'ipotesi in cui $M=1\text{kg}$, determinare:
- le accelerazioni dei due blocchi;
- la tensione della fune.

[$0.05 < m < 0.75 \text{ kg}$; 1.6 m/s^2 ; 2.9 N]



Onde

1. Due altoparlanti sono azionati da un oscillatore a 800Hz e sono l'uno di fronte all'altro a distanza di $D = 1.25\text{m}$. Trovare i due punti lungo il segmento che li unisce dove si aspetterebbero dei minimi relativi (velocità del suono $v = 343\text{ m/s}$).

[0.518 ; 0.303; 0.089 ; 0.732 ; 0.947]

2. In un pianoforte due corde identiche per dimensioni e massa sono tese con la stessa forza. In tali condizioni la loro frequenza fondamentale è di 500 Hz. Di quanto è necessario aumentare la tensione di una corda per avere 5 battimenti al secondo ?

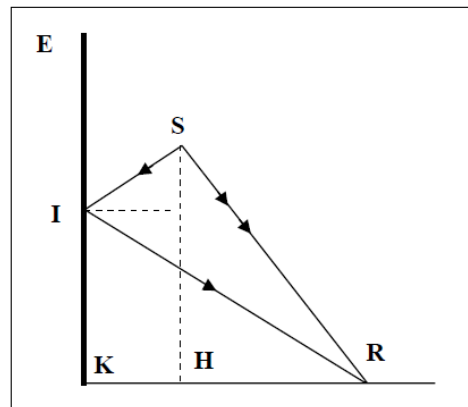
[0.02 volte].

3. Una sorgente sonora S di cui la frequenza può variare fra 10 e 1000 Hz, è messa davanti ad una superficie E sulla quale i suoni sono perfettamente riflessi. Un rivelatore, posto davanti al muro, riceve sia l'onda che arriva direttamente (SR) che l'onda riflessa dal muro.

Si ricorda che la riflessione di un'onda sonora su un piano rigido introduce uno sfasamento di π .

Trovare le frequenze per le quali il suono misurato dal rivelatore avrà un'ampiezza minima.

$HR = 20\text{ cm}$
 $KH = 5\text{ cm}$
 $SH = 20\text{ cm}$



4. Un surfista che fluttua al di là dei frangiflutti nota che passano per la sua posizione 14 onde al minuto. Se la lunghezza d'onda di queste onde è 34m, trovare la loro velocità di propagazione.

[7.8 m/s]

5. Un'onda ha una pulsazione di 110 rad/s e una lunghezza d'onda di 1.80 m. Calcolare il numero d'onda angolare e la velocità dell'onda.

[3.49 m^{-1} ; 31.5 m/s]

6. Due corde d'acciaio di una chitarra hanno la stessa lunghezza. La corda A ha un diametro di 0.50 mm ed è soggetta ad una tensione di 410 N. La corda B ha un diametro di 1.0 mm ed è sottoposta a una tensione di 820 N. Determina il rapporto tra le velocità delle onde in queste due corde. [1.4]

7. Siete a un grande concerto all'aperto, seduti a 300m dal sistema di altoparlanti. Il concerto è trasmesso anche dal vivo via satellite. Immaginiamo un radioascoltatore posto a 5000 km di distanza. Chi sente per primo la musica, voi o il radioascoltatore, e con quale intervallo di tempo di differenza? [$\Delta t = 0.853$ m/s]
(il segnale trasmesso via satellite si sposta alla velocità della luce).

8. La densità media della crosta terrestre 10 km al di sotto dei continenti è 2.7 g/cm^3 . La velocità delle onde sismiche longitudinali a quella profondità è di 5.4 km/s. Trovare il modulo di compressibilità della crosta terrestre a quella profondità (come paragone, quella dell'acciaio è $1.6 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$) [$7.9 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$]

9. Una nota di frequenza 300Hz ha un'intensità di 1.00 W/m^2 . Trovare l'ampiezza delle oscillazioni dell'aria causate da questo suono. [$3.7 \cdot 10^{-8} \text{ m}$]

10. Una sorgente sonora ha una potenza di 1.0 W. Supposta puntiforme, trovare l'intensità a 3.0m di distanza e il livello sonoro in decibel a tale distanza. [$8.84 \cdot 10^{-9} \text{ W/m}^2$; 39.5 dB]

10. Una canna d'organo A, con entrambe le estremità aperte, ha una frequenza fondamentale di 300Hz. La terza armonica di una canna d'organo B, con una estremità aperta, ha la stessa frequenza della seconda armonica della canna A. Trovare la lunghezza delle due canne. [$L_B = 3/4 \cdot L_A = 0.429 \text{ m}$]

11. Un tubo lungo 1.20m è chiuso a un'estremità. Un filo teso è posto vicino all'estremità aperta. Il filo è lungo 0.330m e ha una massa di 9.60 g: è fissato ad entrambe le estremità e vibra nel suo schema fondamentale. Esso fa oscillare la colonna d'aria nel tubo alla sua frequenza fondamentale in condizioni di risonanza. Trovare la frequenza di oscillazione della colonna d'aria e la tensione del filo. [71.5 Hz ; 64.7 N]

12. La sirena di un'auto della polizia emette un suono di frequenza uguale a 1200 Hz. Assumendo la velocità del suono in aria pari a 340 m/s, si determini la frequenza udita da un osservatore in un'altra macchina nelle seguenti situazioni:
- a) la macchina dell'osservatore è ferma mentre quella della polizia si avvicina alla velocità di 30 m/s;
 - b) la macchina della polizia è ferma mentre quella dell'osservatore si avvicina alla velocità di 30 m/s;
 - c) le due auto si muovono l'una verso l'altra entrambe con una velocità di 15 m/s;
 - d) la macchina dell'osservatore, che si muove a 10 m/s, viene inseguita da quella della polizia che si muove a 40 m/s.
- [a) 1316 Hz; b) 1306 Hz; c) 1311 Hz; d) 1320 Hz]

13. Un rilevatore radar di velocità è costituito da una sorgente di ultrasuoni di frequenza $v = 180$ kHz e da un ricevitore. Il segnale viene inviato verso un'automobile in avvicinamento e il ricevitore rileva un segnale riflesso di frequenza $v' = 240$ kHz. Assumendo che la velocità del segnale in aria sia di 340 m/s, determinare la velocità dell'automobile. [$V \cong 49$ m/s $\cong 175$ km/h].

Meccanica dei fluidi

1. Attraverso un tubo fluiscono 5 l/min di acqua. L'estremità B del tubo si trova 50 cm più in alto dell'estremità A ed è aperta e a contatto con l'atmosfera. La sezione del tubo in A vale 2 cm^2 e quella in B vale 0.5 cm^2 .

- a) Quanti cm^3 di acqua fluiscono dal tubo in 3 s?
 - b) Quanto vale la velocità media dell'acqua in A ed in B?
 - c) Trascurando la viscosità dell'acqua, quanto vale la pressione in A?
- [$1.5 \cdot 10^4 \text{ cm}^3$; 41.7 e 1.67 cm/s ; $1.1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$]

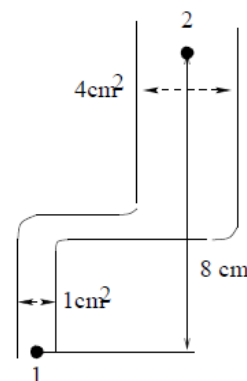
2. Quanto deve valere al massimo la pressione assoluta nella bocca di una persona che voglia bere dell'acqua con una cannuccia lunga 30 cm?

(Si supponga di mantenere la cannuccia verticale con l'estremità inferiore che pesca appena al di sotto del livello dell'acqua) [$0.98 \cdot 10^5 \text{ Pa}$]

3. Un liquido di densità 10^3 kg/m^3 scorre in un condotto (a pareti rigide) avente le caratteristiche indicate in figura.

Se il liquido è fermo e la pressione assoluta nel punto 1 vale $P_1 = 1 \text{ atm}$

- a) quanto vale la pressione assoluta nel punto 2?
- b) Se invece il liquido è in moto con portata Q e si suppone di poter trascurare la viscosità:
- c) la differenza di pressione $\Delta P = P_2 - P_1$ aumenta o diminuisce? (spiegare).
- d) esiste un valore di Q per cui $\Delta P = 0$?



4. In una tubatura orizzontale di raggio pari a 0.3 cm e lunga 50 cm, scorre olio (densità 0.8 g/cm^3 , viscosità $\eta = 3 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s}$).

- a) Quanto vale la portata massima del tubo, se si vuole che il moto sia laminare? (=numero di Reynolds $R=1000$)
- b) Quale differenza di pressione deve essere applicata agli estremi del tubo per mantenere tale portata ?

5. Dell'acqua scorre in un tubo verticale a forma di tronco di cono, alto 10 m e con sezione 10 cm^2 all'estremità più bassa, 30 cm^2 all'estremità più alta. La pressione all'estremità più alta del tubo vale 10^5 Pa , mentre la pressione all'estremità più bassa vale $2.01 \cdot 10^4 \text{ Pa}$. Quanti m^3 al secondo passano nel tubo? [$\Phi = 0.0200 \text{ m}^3/\text{s}$]

6. Un cubo di legno di lato 5.44 cm e densità relativa 0.7 si trova immerso in un lago, ad una profondità di 2 m. Il cubo è ancorato al fondo del lago con una corda di massa e volume trascurabili. Quanto vale, in Newton, la tensione della corda?

[$T = 0.474 \text{ N}$]

7. Una sfera di raggio 10 cm e densità 1200 kg/m^3 si trova in equilibrio appesa ad una molla di costante elastica $k = 800 \text{ N/m}$, nel campo gravitazionale terrestre. Una bacinella piena d'acqua viene lentamente sollevata dal basso finché la sfera è completamente sommersa. Di quanto si accorcia la molla? (NB: la formulazione originaria del testo è ambigua. La formulazione corretta sarebbe: quanto è l'elongazione della molla quando la sfera è immersa in acqua?)

[$\Delta x = 0.0103 \text{ m}$]

Termodinamica

1. Un blocco di rame di massa $m_{Cu} = 300g$ si trova alla temperatura iniziale $Ti_{Cu} = 90^{\circ}C$. Un blocco di alluminio di massa $m_{Al} = 700 g$ si trova invece alla temperatura iniziale $Ti_{Al} = 43^{\circ}C$. Essi vengono posti a contatto. Calcolare la temperatura di equilibrio del sistema T_{eq} . [50.3 C]

2. Due cubetti di rame, ciascuno di massa $m_{Cu} = 0.2kg$ e alla temperatura $Ti_{Cu} = 150^{\circ}C$, vengono immersi in un recipiente contenente una massa d'acqua $m_{H2O} = 1kg$ alla temperatura iniziale $Ti_{H2O} = 30^{\circ}C$. Sapendo che la temperatura di equilibrio del sistema è $T_{eq} = 34.2^{\circ}C$, calcolare il calore specifico del rame. $C_{H2O} = 4186J/kg^{\circ}C$. [380 J/kgC]

3. Una massa di ghiaccio $m_g = 1.5kg$ alla temperatura iniziale $Tig = -40^{\circ}C$ è posta in un recipiente contenente una massa d'acqua $m_{H2O} = 2kg$ alla temperatura iniziale $Ti_{H2O} = 20^{\circ}C$. Calcolare la massa m di ghiaccio che si fonde.

Il calore specifico dell'acqua, del ghiaccio e il calore latente di fusione del ghiaccio sono rispettivamente: $c_{H2O} = 4.186 \times 10^3 J/kg^{\circ}C$, $c_g = 2.093 \times 10^3 J/kg^{\circ}C$, $L_g = 3.33 \times 10^5 J/kg$.

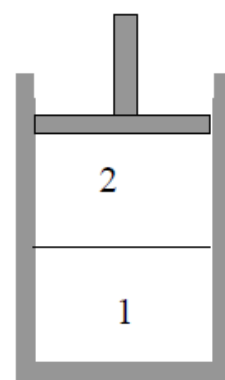
4. Studiare cosa accade se una massa di ghiaccio $m_g = 0.05kg$ alla temperatura $Ti_g = 0^{\circ}C$ viene posta in un recipiente contenente una massa di acqua $m_{H2O} = 0.3kg$ alla temperatura iniziale $Ti_{H2O} = 20^{\circ}C$. Cosa sarebbe successo se la massa del ghiaccio fosse stata il doppio?

5. Dei cubetti di ghiaccio di massa $m_g = 0.1kg$ vengono immersi in una massa d'acqua pari a $m_{H2O} = 0.5kg$, la quale inizialmente è a temperatura $T_{H2O} = 20^{\circ}C$. Si studi lo stato finale del sistema nei seguenti quattro casi:

- 1 cubetto a temperatura $-10^{\circ}C$. [$T_{eq} = 2.6 C$]
- 4 cubetti a temperatura $-10^{\circ}C$. [$T_{eq} = 0 C$; $m_g = 0.3 kg$]
- 1 cubetto a temperatura $-250^{\circ}C$. [$T_{eq} = 0 C$; $m_g = 0.13 kg$]
- 4 cubetti a temperatura $-250^{\circ}C$. [$T_{eq} = -0.5 C$; $m_g = 0.9 kg$]

6. Un proiettile di massa $m_p = 10g$ con temperatura $T_p = 0^{\circ}C$ viaggia alla velocità $v = 400m/s$ e colpisce un grande blocco di ghiaccio anch'esso alla temperatura $T_g = 0^{\circ}C$. L'attrito col ghiaccio ferma completamente il proiettile. Calcolare quanto ghiaccio si scioglie a causa dell'impatto. [2.4 g]

7. Una macchina termica opera con $n=10$ moli di un gas perfetto monoatomico fra due sorgenti $T_1 = 400\text{ K}$ e $T_2 = 300\text{ K}$, e compie il seguente ciclo irreversibile:
- (i) espansione isoterma alla temperatura T_1 , da un volume $V_1 = 2$ litri ad un volume $V_2 = 30$ litri;
 - (ii) raffreddamento isocoro irreversibile fino alla temperatura T_2 , realizzato mettendo il gas a contatto con la sorgente T_2 ;
 - (iii) compressione isoterma reversibile fino al volume V_1 ;
 - (iv) Riscaldamento isocoro, adiabatico e irreversibile, ottenuto agitando il gaso con un mulinello di capacit`a termica trascurabile.
- (1) Calcolare il rendimento del ciclo; (2) Calcolare la variazione di entropia del sistema costituito dal gas e dalle sorgenti alla fine del ciclo.
8. Un cubetto di ghiaccio fondente di massa pari a 15 g viene posto in un bicchiere contenente 100 grammi di acqua, alla temperatura di $20\text{ }^\circ\text{C}$. Si trascurino gli scambi di calore con l'ambiente e la capacita termica del bicchiere. Si ponga $L_g = 334\text{ kJ/Kg}$.
Calcolare la variazione di entropia del sistema, una volta raggiunto l'equilibrio.
9. Una mole di un gas perfetto monoatomico, inizialmente alla pressione atmosferica e alla temperatura $T_A = 500\text{ K}$ effettua le seguenti trasformazioni:
- (i) isoterma reversibile dallo stato iniziale A allo stato B, in cui $V_B = 2V_A$;
 - (ii) adiabatica irreversibile dallo stato B allo stato C, tale che $V_C = 3V_B$ e $T_C = T_A/2$;
 - (iii) isoterma reversibile fino a un certo stato D; (4) isobara reversibile fino a tornare nello stato iniziale A.
- (1) Calcolare lo stato termodinamico del sistema in A,B,C,D;
(2) calcolare lavoro eseguito e calore scambiato in ciascuna delle trasformazioni effettuate;
(3) calcolare il rendimento del ciclo.
10. Un cilindro a pareti adiabatiche e munito di pistone (anch'esso isolante e a tenuta stagna) è diviso in due parti uguali da un setto. Inizialmente il pistone è bloccato e la parte inferiore, di volume $V_1 = 2\text{ l}$, contiene 0.4 moli di gas perfetto monoatomico alla temperatura $T = 27\text{ }^\circ\text{C}$, mentre nella parte superiore vi è il vuoto.
- (a) Viene rimosso il setto ed il gas si espande liberamente. Determinare lo stato finale del gas (valori di pressione, volume e temperatura) e la variazione di entropia del gas.
- (b) Successivamente viene sbloccato il pistone e il gas viene compresso in modo reversibile fino a riportarlo al volume iniziale. Di che tipo di trasformazione si tratta? Determinare la temperatura e la pressione del gas in questo stato e il lavoro subito dal gas.



11. In un cilindro chiuso da un pistone mobile a tenuta stagna è contenuto azoto alla pressione $P_i = 1.5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ e alla temperatura $T_i = 20^\circ\text{C}$. Il cilindro ed il pistone sono perfettamente isolanti e sono posti in un ambiente a pressione costante $P_0 = 1.01 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Inizialmente il pistone è bloccato e il volume occupato dal gas è $V_i = 300 \text{ cm}^3$. Successivamente il pistone viene lasciato libero di muoversi ed il gas si espande. Si calcoli all'equilibrio:

(a) la temperatura del gas T_f

(b) il volume finale V_f

(c) la variazione di entropia.

[Considerare il gas come gas perfetto]

[(a) $T_f = 266 \text{ K}$; (b) $V_f = 403 \text{ cm}^3$; (c) $S = 9 \cdot 10^{-3} \text{ J/K}$]

12. Si consideri un gas che compie la trasformazione reversibile indicata in figura 1: nel piano di Clapeyron essa è rappresentata da un segmento che unisce il punto A (stato iniziale) con il punto B (stato finale). Sapendo che $P_A = 3 \text{ bar}$, $P_B = 1 \text{ bar}$, $V_A = 100 \text{ cm}^3$ e $T_A = T_B$, si calcoli il lavoro fatto dal gas nella trasformazione.

[$L = 40 \text{ J}$]

