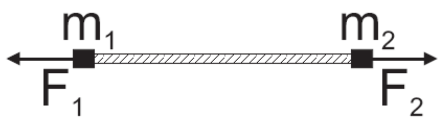
Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
A. Insolia - M.G. Grimaldi

Catania 10 febbraio 2010

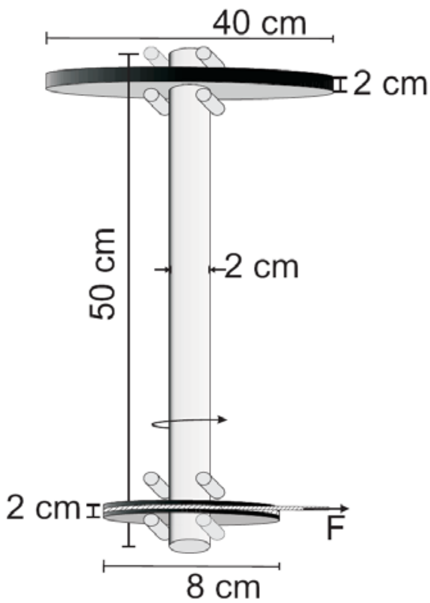
per la prova in itinere svolgere gli esercizi 1, 2, 3
per la prova completa svolgere tutti gli esercizi.

1. Al servizio, un giocatore di tennis mira cercando di colpire la palla orizzontalmente. Quale velocità minima è richiesta affinché la palla superi la rete alta 0.90 m posizionata a circa 15.0 m dal battitore se la palla è lanciata da un'altezza di 2.50 m? Quale è la velocità massima perché la battuta sia "buona" (cioè la palla tocchi terra entro una distanza di 7.0 m dalla rete)? Per quanto tempo la palla rimane in aria?

2. Due punti materiali m_1 ed m_2 possono muoversi su un piano orizzontale senza attrito e sono connessi da una corda ideale (inestensibile e di massa trascurabile). Le forze in gioco sono $\mathbf{F}_1$ ed $\mathbf{F}_2$, di modulo rispettivamente 12 N e 6 N, applicate come in figura. Le masse dei due punti materiali sono $m_1=4kg$ ed $m_2=2kg$. Il filo è teso. Determinare il modulo della tensione $\mathbf{T}$ del filo (vedi figura).



3. Un asse cilindrico di acciaio ($\rho_{acciaio}=7.8x10^3$ kg/m^3) di massa m (diametro $d=2cm$ e lunghezza $l=50cm$) viene impiegato in un opportuno dispositivo meccanico. L'asse cilindrico può ruotare attorno al proprio asse (vincolato da opportuni cuscinetti) con velocità angolare variabile. Il cilindro trascina nel suo movimento rotatorio un disco rigido di acciaio di raggio $R=20cm$ e spessore $s=2cm$. Il centro del disco si trova sull'asse del cilindro. Alla distanza di 2 cm dalla base del cilindro si trova un altro disco di acciaio di raggio $r=4cm$ e spessore $s=2cm$. Anche il centro di questo secondo disco si trova sull'asse del cilindro. Determinare il momento di inerzia totale del sistema. Determinare inoltre la velocità angolare raggiunta dal sistema se, partendo da fermo, viene applicata al disco piccolo alla base del sistema, mediante una opportuna cinghia in tensione una forza $\mathbf{F}$, costante in modulo ($F=10N$), direzione e verso, perpendicolare all'asse, per un tempo $t=10s$. Un sistema di cuscinetti consente a tutto il sistema di ruotare con l'asse cilindrico perpendicolare al piano orizzontale (vedi figura, non in scala).



4. Una macchina termica opera con una mole di gas perfetto tra due termostati a temperatura T_1=550 K e T_2=300 K eseguendo il ciclo seguente: 1) a contatto con il termostato a temperatura maggiore il gas viene fatto espandere reversibilmente fino ad un volume pari al doppio del volume iniziale; 2) in condizioni adiabatiche il gas viene fatto espandere liberamente fino ad un volume pari a 2.2 volte il volume iniziale. Con le successive tre trasformazioni viene chiuso il ciclo: a) una espansione adiabatica reversibile; b) una compressione isoterma reversibile a contatto con il termostato a temperatura minore; c) una compressione adiabatica reversibile. Determinare: il lavoro ottenuto nel ciclo, il rendimento della macchina termica e l'aumento di entropia nella seconda trasformazione del ciclo.

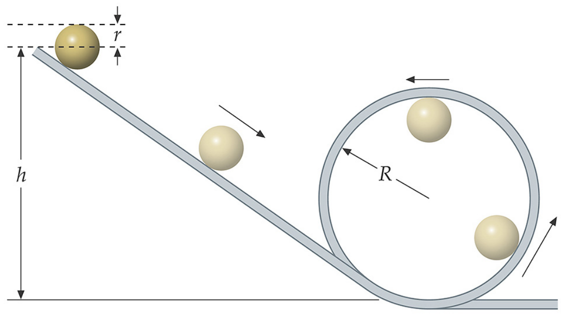
Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
A. Insolia - M.G. Grimaldi

Catania 24 febbraio 2010

1. Un punto materiale si muove su di una traiettoria circolare di raggio R = 100 m con accelerazione tangenziale a_T = costante . Il punto accelera sino all'istante $t=t_1$ in cui raggiunge una velocità di modulo v = 50 km/h ed una accelerazione totale di modulo a = 10 m/s^2. All'istante $t=t_1$ inizia a rallentare con accelerazione tangenziale costante. Determinare il modulo dell'accelerazione totale all'istante t_2 = 10 s dall'inizio del moto, sapendo che ha percorso complessivamente un tratto di circonferenza di lunghezza s=100 m.

2. Un blocco di acciaio di dimensioni x=5 cm, y =5 cm, z=1 cm è posto su un piano inclinato opportunamente lubrificato su cui può scivolare senza attrito. Il blocco si trova inizialmente ad una altezza h=2 m rispetto alla base del piano inclinato ed una forza costante, parallela al piano inclinato, ed intensità 200 N agente per un tempo t=0.01 s, imprime una velocità iniziale v_0 al blocco di acciaio. Alla base del piano inclinato la superficie di acciaio non e' lubrificata. Determinare la lunghezza del percorso orizzontale, sulla superficie non lubrificata, del blocco prima di arrestarsi. La densità dell'acciaio è $7.8x10^3$ kg/m^3 e il coefficiente di attrito dinamico è 0.6.

3. Un ingegnere progettista di un'importante azienda produttrice di giocattoli, è incaricato di progettare un giocattolo per ragazzi. L'idea, mostrata in figura, è che una sfera di massa *m* e raggio *r* rotoli lungo la pista senza strisciare.
La sfera è inizialmente in quiete a un'altezza *h* al di sopra del piano che sostiene l'intera pista. Il giro della morte ha raggio *R*.



   a. Si determini la velocità della sfera di raggio r nel punto più alto della pista circolare.
   b. Si determini l'altezza minima *h*, in termini di *R* e *r*, per cui la palla rimane a contatto con la pista circolare durante l'intero giro.

   Nel calcolo non si trascurino le dimensioni della sfera.

Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
M.G. Grimaldi – A.Insolia

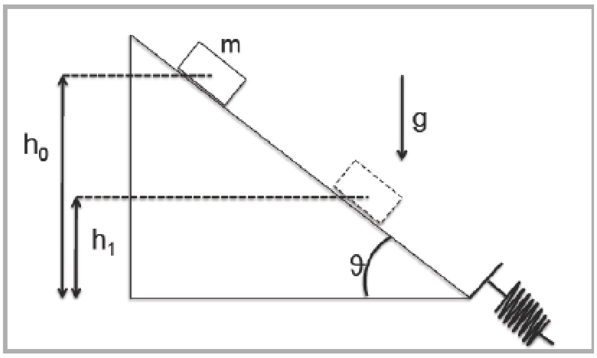
Catania 29 Giugno 2010

per la prova in itinere svolgere i problemi 3, 4, 5;
per la prova completa svolgere i problemi 1, 2, 4, 5.

Problema 1

Un blocco di massa m=20 kg viene abbandonato da una quota h_0=60 cm su di un piano inclinato di un angolo ϑ=30° (figura 1). Alla base del piano inclinato il blocco urta un respingente di lunghezza trascurabile e perfettamente elastico, inverte il suo senso di marcia e raggiunge una quota massima h_1=20 cm. Determinare:

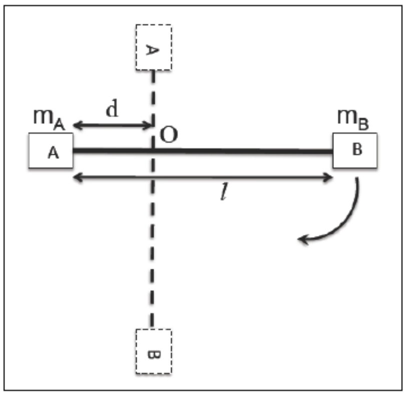
a) il coefficiente di attrito dinamico μ tra piano e blocco;
b) il valore dell'accelerazione del blocco nella fase di discesa



Problema 2

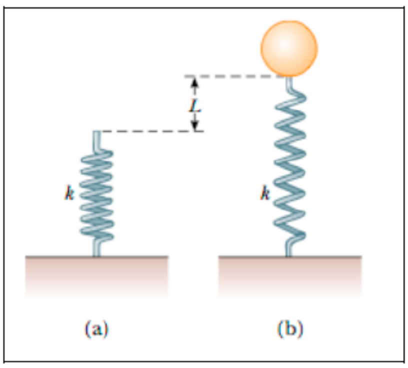
Un'asta rigida di massa trascurabile e lunghezza *l*=150 cm è libera di ruotare in un piano verticale intorno ad un asse orizzontale passante per un suo punto O distante *d*=55 cm dal suo estremo A (figura 2). All'estremo A è fissata una massa m_A=300 g ed all'estremo B una massa m_B=600 g. Il sistema, inizialmente posto in posizione orizzontale, è lasciato libero con velocità iniziale nulla. Calcolare:

a) la velocità angolare dell'asta quando passa per la posizione verticale
b) il periodo delle oscillazioni di questo sistema, per piccole oscillazioni attorno alla posizione verticale.



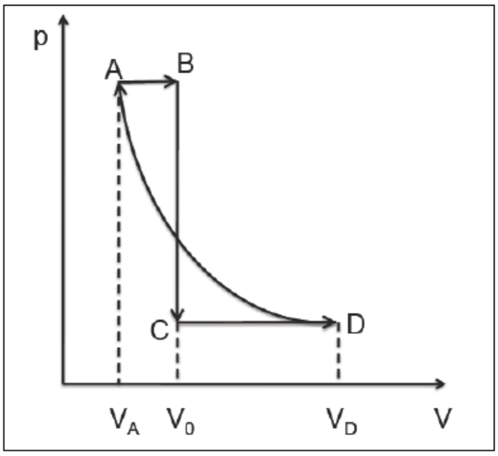
Problema 3

Una molla ideale (k = 90.0 N/m) è a riposo verticalmente su un tavolo come in fig. 3.Un palloncino di 2.0 g, riempito con elio, la cui densità è ρ_{He} = 0.180 kg/m^3) per un volume di 5.0 m^3, è successivamente attaccato alla molla causandone un allungamento (fig. 3). Determinare l'estensione della molla quando il sistema è in equilibrio. (Si usi per la densità dell'aria ρ_a = 1.29 kg/m^3).



Problema 4

Un gas ideale biatomico compie il ciclo reversibile descritto in fig.(N.4) passando dallo stato A allo stato B attraverso un'espansione isobara, dallo stato B allo stato C attraverso una trasformazione isocora, dallo stato C allo stato D attraverso un'espansione isobara e infine ritornando allo stato inziale A attraverso una trasformazione isoterma. I valori dei volumi nei punti A e D sono rispettivamente $V_A = 1.0 \cdot 10^{-3}$ m^3 e $V_D = 5.0\ 10^{-3}$ m^3. Calcolare:



1) per quale valore di V_0 il lavoro complessivo svolto in un ciclo è nullo;
2) il numero di moli n del gas, richiedendo che nel punto C si abbia pressione e temperature ambiente: $P_C = 1$ bar, $T_C = 300$ K;
3) la temperatura T_B nel punto B;
4) il rapporto $(\Delta S_{AB}+\Delta S_{CD})/\Delta S_{BC}$ tra la variazione complessiva dell'entropia lungo le isobare e la variazione dell'entropia lungo l'isocora.

Problema 5

Una macchina termica reversibile di Carnot lavora tra due sorgenti, una costituita da una grande massa di stagno fuso alla temperatura di fusione $T_1 = 505$ K e l'altra dall'ambiente a $T_2 = 290$ K. Ad ogni ciclo della macchina solidificano 8.4 g di stagno, viene compiuto un lavoro L e viene ceduto all'ambiente il calore Q_2. Calcolare:

a) il lavoro L prodotto in un ciclo;
b) la variazione di entropia dell'ambiente (non includendo la massa di stagno) in un ciclo.

Il calore latente di fusione dello stagno è $\lambda = 5.86 \cdot 10^4$ J/kg.

Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
M.G. Grimaldi – A.Insolia

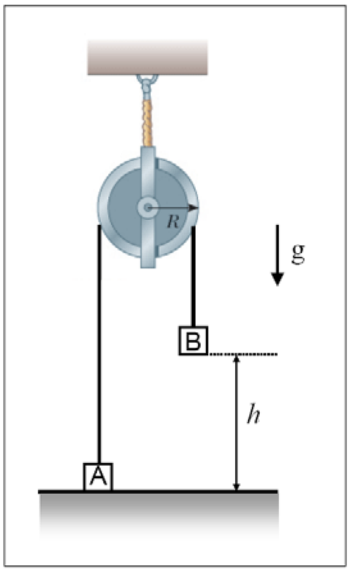
Catania 14 luglio 2010

per la prova in itinere svolgere i problemi 3, 4, 5;
per la prova completa svolgere i problemi 1, 2, 3, 4.

Problema 1

Il sistema riprodotto schematicamente in figura viene lasciato libero di muoversi sotto l'azione della forza peso. Inizialmente il corpo A, di massa $m_A = 2.0$ kg, è al suolo; il corpo B, di massa $m_B = 4.0$ kg, è ad altezza h = 3.0 m rispetto al suolo.
Calcolare:

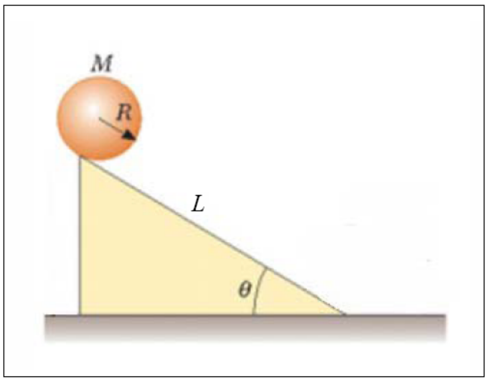
a) il modulo v_S della velocità di B nel momento in cui tocca il suolo, nell'ipotesi in cui il filo scorre sulla carrucola senza porla in movimento e trascurando l'effetto dell'attrito tra filo e carrucola;
b) la stessa velocità nell'ipotesi in cui il filo non scorre, e la carrucola può essere considerata come un cilindro omogeneo di massa $m_C = 4.0$ kg e raggio R = 10 cm che può ruotare attorno al suo asse.



Problema 2

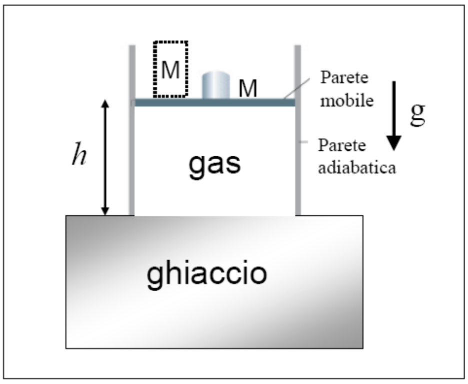
Un cilindro omogeneo di massa M = 1.0 kg e raggio R = 10 cm è inizialmente fermo alla sommità di un piano inclinato di $\vartheta = 60°$, e di lunghezza complessiva L = 4.0 m (vedi figura).
Determinare:

a) il coefficiente di attrito statico minimo necessario a far sì che il cilindro inizi a rotolare senza strisciare;
b) la velocità del centro di massa del cilindro alla fine dell'intero percorso.



Problema 3

Un cilindro con pareti adiabatiche, contenente $n = 4$ moli di gas ideale, è chiuso da un pistone adiabatico di area $S = 0.04\ m^2$ e massa M = 600 kg, che può scorrere senza attrito (vedi figura). Inizialmente il gas è in equilibrio termodinamico, con il pistone ad una



altezza h_0 = 1.11 m dal fondo del cilindro; la pressione esterna è quella atmosferica.
Si rimuove l'isolante termico dal fondo del cilindro che viene così posto in contatto termico con una massa m = 160.5 g di ghiaccio alla temperatura T_0 = -20 °C. Dopo che si è stabilito l'equilibrio termico si osserva che la temperatura è T_2 = 0 °C e che tutto il ghiaccio è ancora allo stato solido.

a) Determinare se il gas è monoatomico o biatomico (calore specifico del ghiaccio C_g = 2060 J/(kg K))

Successivamente viene posata sul pistone una massa M identica a quella del pistone, e, mantenendo il contatto termico con il ghiaccio, si attende che si ristabilisca l'equilibrio. All'equilibrio il serbatoio contiene acqua e ghiaccio.

b) Calcolare la massa di acqua che si è formata (calore latente di fusione $\lambda = 3.33\times10^5$ J/kg).

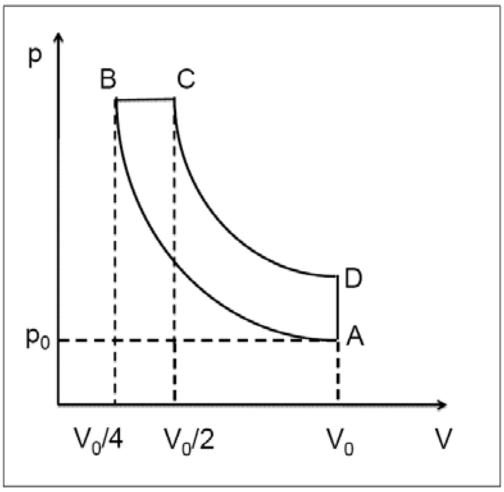
Problema 4

Si consideri un motore che utilizza un gas ideale monoatomico e percorre il ciclo termodinamico indicato in figura. Partendo da un punto A corrispondente a volume V_0 = 0.025 m^3, pressione P_0 = 1.0 bar, temperatura T_0 = 300 K, il ciclo è costituito dai seguenti processi:

A-B compressione adiabatica da V_0 a $V_0/4$
B-C espansione isobarica da $V_0/4$ a $V_0/2$
C-D espansione isotermica da $V_0/2$ a V_0
D-A raffreddamento isocorico allo stato iniziale.

Si assume che tutte le trasformazioni siano reversibili.
Calcolare:

a) il rendimento del motore
b) la variazione di entropia del gas nella trasformazione isobarica B-C.

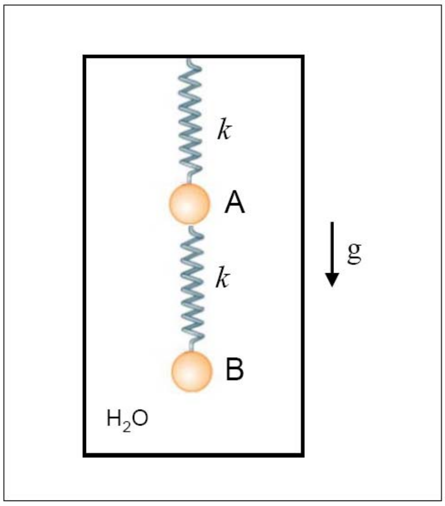


Nonostante vengano richiesti solo i valori numerici di alcune grandezze, per chiarezza si consiglia di riportare in forma simbolica le coordinate termodinamiche (P, V, T) corrispondenti ai quattro stati in una tabella.

Problema 5

Un contenitore riempito con acqua è chiuso da un pistone fisso. Due corpi omogenei A e B di uguale volume V = 1000 cm^3 e densità ρ_A = 0.40 g/cm^3 e ρ_B = 1.33 g/cm^3 sono collegati tra di loro da una molla. Il corpo A è a sua volta collegato al pistone da una seconda molla (vedi figura). Le due molle hanno uguale costante elastica k = 200 N/m.
Assumendo di essere in condizioni di equilibrio, determinare:

a) la forza (modulo e verso) esercitata su A dalla molla che la unisce al pistone;
b) la variazione δ_{AB} della lunghezza della molla che unisce A con B, rispetto alla sua lunghezza a riposo.



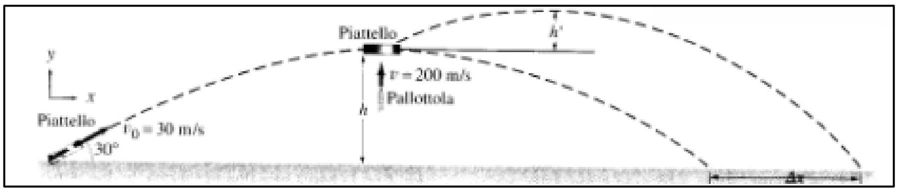
Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
M.G. Grimaldi – A. Insolia

Catania 09 settembre 2010

per la prova in itinere svolgere i problemi 3, 4, 5;
per la prova completa svolgere i problemi 1, 2, 3, 4.

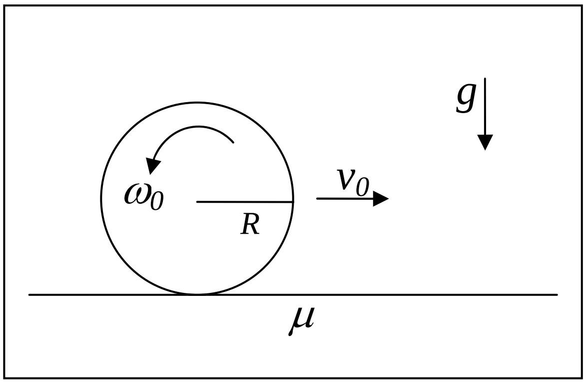
Problema n.1

Un piattello da *0.25 kg* è sparato a un angolo di *30°* rispetto all'orizzontale con una velocità di *30 m/s* (vedi figura). Quando raggiunge l'altezza massima, viene colpito dal basso da una pallottola di *15 g* che viaggia verticalmente a una velocità di *200 m/s*. La pallottola si incastra nel piattello. a) Di quanto aumenterà l'altezza massima del piattello? b) Che distanza in più, Δx, percorrerà il piattello a causa dell'urto?



Problema n.2

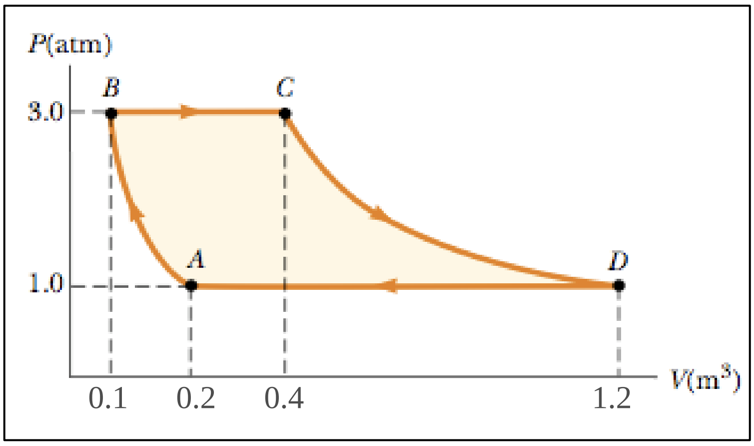
Una moneta omogenea di massa *m=7.5 g* e raggio *R=23 mm* posta in posizione verticale su un tavolo orizzontale viene messa in movimento con velocità iniziale v_0*=2.5 m/s* parallela al piano del tavolo e al suo diametro orizzontale. Alla moneta viene inoltre impartito un moto rotatorio attorno al suo asse con velocità angolare iniziale ω_0, con verso di rotazione opposto a quello che si avrebbe se la moneta rotolasse senza strisciare (vedi figura). Il coefficiente di attrito dinamico tra moneta e tavolo è μ*=0.40*. Calcolare:



a) la velocità angolare iniziale necessaria per far sì che il moto traslatorio e quello rotazionale cessino simultaneamente;
b) in corrispondenza a tale valore di ω_0, la distanza percorsa dalla moneta fino all'arresto;
c) l'aumento di temperatura della moneta, ammettendo che metà dell'energia cinetica dissipata a causa dell'attrito si sia riversata nella moneta sotto forma di calore. Si assuma che la moneta sia nickel, il cui calore specifico è *c=440 J/(kg·K)*.

Problema n.3

Una mole di gas ideale monoatomico è sottoposto alla serie di trasformazioni (vedi figura):



- Da A a B, il processo è adiabatico;
- Da B a C è isobaro e al sistema è fornita una quantità di calore pari a *200 kJ*;
- Da C a D è isotermico;
- Da D a A è isobaro e dal sistema viene rilasciata una quantità di calore pari a *225 kJ*.

Determinare:

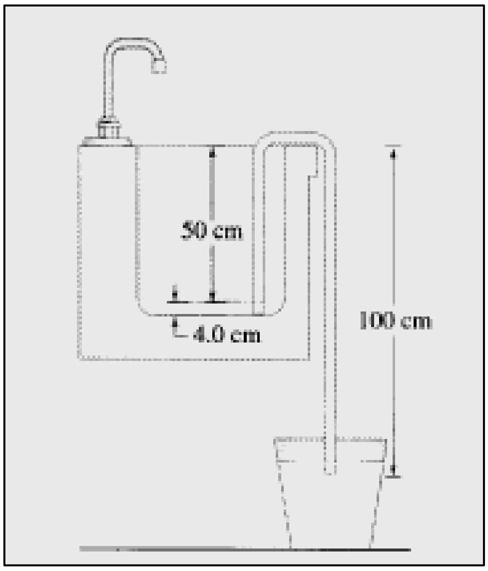
a) La variazione di energia interna per ogni trasformazione, e la variazione totale;
b) Il lavoro per ogni trasformazione, e il lavoro totale;
c) La variazione di entropia per ogni trasformazione, e la variazione totale.

Problema n.4

Una bombola da sub ha un volume di $3500\ cm^3$. Per immersioni profonde, la bombola viene riempita con ossigeno (O_2) e con elio puro (He) ad una temperatura di 20 °C. a) Quante molecole di ciascun tipo vi sono nella bombola se le pressioni parziali finali di O_2 e di He sono $p_{O2}= 6\ atm$ e $p_{He}= 4\ atm$? b) Qual è il rapporto tra le velocità quadratiche medie dei due tipi di molecole?

Problema n.5

Dovete travasare acqua da un lavandino la cui sezione ha un'aerea di $0.375\ m^2$ e nel quale il livello dell'acqua è *4.0 cm*. Il tubo del sifone sale *50 cm* sopra il fondo del lavandino e quindi scende *100 cm* fino a un secchio. Il tubo ha diametro di *2.0 cm*. a) Supponendo che l'acqua entri nel tubo con velocità uguale a zero, calcolare la velocità quando entra nel secchio. b) Calcolare quanto tempo si impiega a vuotare il lavandino.



Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
M.G. Grimaldi – A. Insolia

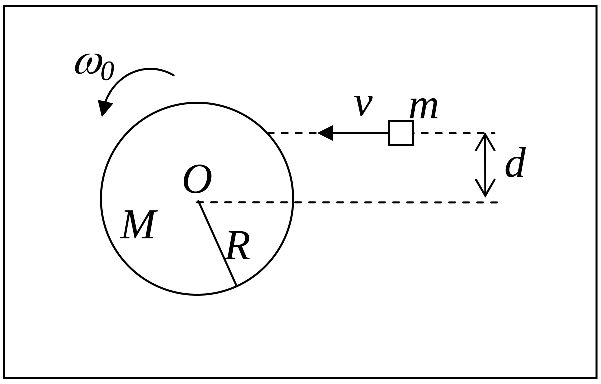
Catania 28 settembre 2010

per la prova in itinere svolgere i problemi 3, 4, 5;
per la prova completa svolgere i problemi 1, 2, 3, 4.

Problema n.1
Un ascensore scende a velocità costante pari a *1 m/s*. Il cavo dell'ascensore si spezza quando la cabina di massa $M=900\ kg$ si trova *30 m* al di sopra di un'enorme molla ($k=4\times10^5\ N/m$) posizionata in fondo alla tromba per questioni di sicurezza. Calcolare:

a) la velocità dell'ascensore appena prima di colpire la molla,
b) di quanto si comprime la molla,
c) se durante l'urto con la molla il *30%* dell'energia meccanica viene convertita in calore, calcolare l'altezza raggiunta dall'ascensore dopo l'urto con la molla rispetto al punto di impatto con la molla.

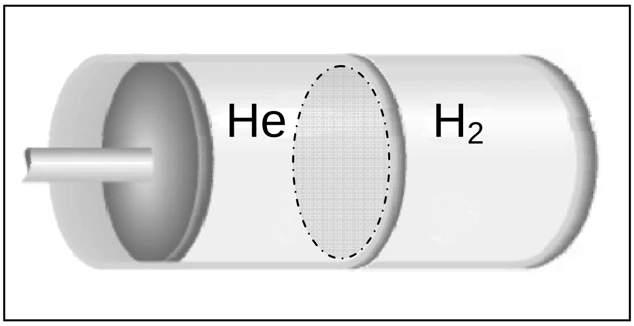
Problema n.2
Un disco omogeneo di raggio $R=50\ cm$ e massa $M=2.0\ kg$ ruota attorno ad un asse passante per il suo centro *O* (vedi figura) e ortogonale al piano della figura, con velocità angolare costante $\omega_0=1.5\ rad/s$. Un proiettile di massa $m=5.0\ g$ muovendosi orizzontalmente su una retta distante $d=30\ cm$ da *O* raggiunge il disco con velocità $v=200 m/s$ e resta conficcato sul bordo (vedi figura). Calcolare:



a) il momento di inerzia del sistema dopo l'urto;
b) la velocità angolare del sistema dopo l'urto;
c) la percentuale di energia meccanica complessiva dissipata nell'urto.

Problema n.3

Un cilindro adiabatico è diviso in due parti di uguale volume V_0=2.0x10^{-3} m^3 da una parete adiabatica fissa (vedi figura). Da entrambe le parti pressione e temperatura hanno gli stessi valori p_0=10.13 bar e T_0=273 K; nella parte di destra c'è idrogeno (biatomico), in quella di sinistra elio (monoatomico). Si trattino i gas come ideali. Tramite un riscaldatore viene ceduto all'idrogeno il calore Q=2000 J.



a) Calcolare la pressione a cui si porta l'idrogeno.

Successivamente l'elio viene compresso in modo adiabatico reversibile (muovendo un pistone all'estremità sinistra del cilindro) fino a che la sua pressione eguaglia quella dell'idrogeno. A seguito del non perfetto isolamento termico della parete divisoria, dopo un certo tempo i due gas si portano in equilibrio termico fra loro. Calcolare:

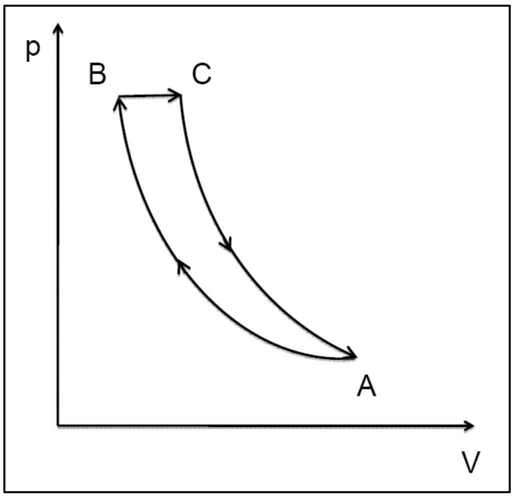
b) La temperatura finale del sistema
c) La differenza di pressione tra i due gas

Problema n.4

a) Qual è la variazione di entropia di 1.00 m^3 di acqua a 0°C quando viene congelata e trasformata in ghiaccio a 0°C?
b) Se l'acqua congelasse entrando in contatto con una grande quantità di ghiaccio a -10°C, quale sarebbe la variazione totale di entropia dell'acqua in questo processo?

Problema n.5

$n=0.860$ *moli* di gas ideale biatomico occupano il volume $V_A=20x10^{-3}\ m^3$ alla temperatura $T_A=280\ K$. Con una trasformazione isoterma reversibile il gas viene portato dallo stato *A* allo stato *B* con $V_B=2x10^{-3}\ m^3$. Da *B* si passa con una trasformazione isobara reversibile a uno stato *C* tale che con una successiva trasformazione adiabatica reversibile si possa ritornare allo stato iniziale *A* (vedi figura). Calcolare:



a) La temperatura T_C nel punto *C*;
b) Il rendimento del ciclo.