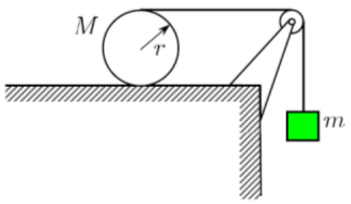
Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
M.G. Grimaldi – A. Insolia

Catania, 24 Giugno 2015

Per la prova in itinere (2 ore) svolgere i problemi: 3, 4, 5
Per la prova completa (3 ore) svolgere i problemi: 1, 2, 3, 4

Problema n.1

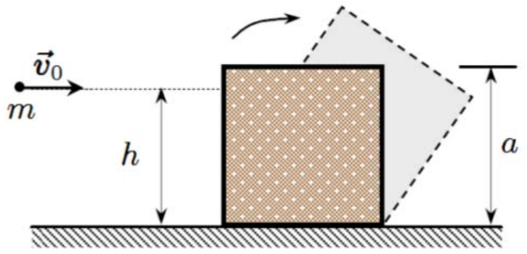
Si consideri il sistema rappresentato in figura in cui un cilindro pieno di massa M=5,0 kg e raggio r= 15 cm viene tirato da una corda (avvolta su di esso) a cui è appeso (all'altro capo) un corpo di massa m=2,0 kg.



Trattando la puleggia come priva di massa e di attrito, la corda come inestensibile e di massa trascurabile e supponendo che il cilindro rotoli senza scivolare, si determini:
a) l'accelerazione con cui scende il corpo di massa m; [Suggerimento: si consideri, eventualmente giustificando con considerazioni geometriche, che l'accelerazione del centro di massa del cilindro è metà di quella del corpo di massa m]
b) il minimo valore del coefficiente di attrito statico necessario affinché il cilindro non scivoli.

Problema n.2

Un cubo di legno (densità $\rho=8\times10^2$ kg/m^3) di lato a=50 cm è poggiato su un piano orizzontale privo di attrito. Un proiettile, di massa m=100 g, viaggia orizzontalmente ad una quota h=45 cm dal suolo con una velocità $v_0=5\times10^2$ m/s e si conficca perpendicolarmente su una delle facce del cubo.
a) Determinare il modulo della velocità con cui il sistema cubo+proiettile scivola sul piano dopo l'urto.
Durante il moto di scivolamento, il sistema cubo+proiettile incontra un piccolo perno fisso al piano di scivolamento che causa la rotazione del sistema intorno allo spigolo in contatto con il suolo opposto alla faccia colpita durante l'urto (si veda la figura).
b) Determinare quale dovrebbe essere il minimo valore di v_0 affinché il cubo riesca a ruotare di 90°.
[Suggerimenti: 1) Il momento d'inerzia di un cubo pieno omogeneo di lato a e massa M rispetto ad un asse perpendicolare alle facce e passante per il suo centro di massa è pari a $I_{cm}=(1/6)Ma^2$; 2) Si consiglia di utilizzare, ma non solo, il principio di conservazione dell'energia meccanica totale]



Problema n.3

Un recipiente contiene mercurio liquido (densità ρ_m=1,36×10^4 kg/m^3) e su di esso galleggia un pezzo di ferro (densità ρ_f=7,66×10^3 kg/m^3) con un volume emerso pari a V_e= 6,3 cm^3.

a) Si determini la massa m del pezzo di ferro.

b) Lo stesso pezzo di ferro viene poi lasciato cadere verticalmente all'interno di un fluido (olio con densità ρ_o=9,20×10^2 kg/m^3) tale che esso risenta, oltre alla forza peso e alla spinta di Archimede, di una forza di attrito proporzionale alla sua velocità v, $\vec{F} = -mk\vec{v}$ con k=1,71×10^{-2} N×s/cm. Si determini la velocità del moto di caduta rettilineo uniforme del pezzo di ferro nell'olio.

Problema n.4

Una quantità n=2,0 moli di un gas ideale biatomico si trova in un recipiente di volume V_1 ad una pressione p_1=1,0 atm e temperatura T_1=300 K. A partire da questo stato il gas percorre il ciclo composto dalle seguenti trasformazioni reversibili in successione: i) espansione isoterma fino a $V_2=2V_1$; ii) isocora fino a $p_3=p_1/4$; iii) compressione descritta da una legge del tipo pV^k=cost. fino a tornare allo stato iniziale. Determinare:

a) i valori di V_1, p_2, T_3 e dell'esponente k;

b) la variazione di entropia del gas lungo la trasformazione descritta da pV^k=cost.

c) il lavoro complessivo fatto dal gas nell'intero ciclo.

Problema n.5

Un cilindro di sezione S=0.5 m^2 con pareti impermeabili al calore è diviso in due parti da un setto che può essere attraversato dal gas. Ciascuna delle due parti è chiusa da un pistone scorrevole, pure impermeabile al calore. Il pistone a destra è collegato al setto da una molla di costante elastica k=400 N/m e lunghezza a riposo nulla, mentre su quello a sinistra agisce una pressione esterna P_0 costante. Inizialmente n=2 moli di un gas perfetto monoatomico si trovano a sinistra all'equilibrio ad una temperatura T_0=37 °C, la molla è completamente a riposo, e mediante una opportuna membrana si impedisce al gas di attraversare il setto. Si rimuove quindi la membrana, ed il gas passa gradualmente dalla sezione a pressione maggiore a quella a pressione minore.

a) Supponendo che tutto il gas passi a destra, calcolare la temperatura finale di equilibrio.

b) Quali sono tutti e soli i valori di P_0 che permettono che tutto il gas passi effettivamente a destra?

c) Se P_0=4600 Pa, calcolare la variazione di entropia del gas.

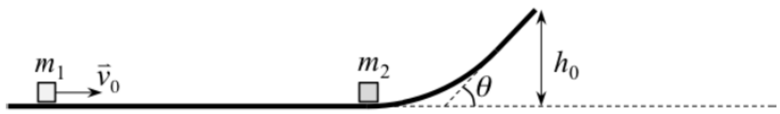
Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
M.G. Grimaldi – A. Insolia

Catania, 8 Luglio 2015

Per la prova in itinere (2 ore) svolgere i problemi: 3, 4, 5
Per la prova completa (3 ore) svolgere i problemi: 1, 2, 3, 4

Problema n.1

Un corpo puntiforme di massa m_1=0,50 kg poggia sul tratto orizzontale di una guida e viene lanciato orizzontalmente, con velocità $\mathbf{v_0}$, verso un secondo corpo di massa m_2= 1,0 kg che è posto in quiete all'inizio del tratto curvo della guida. Tale tratto finisce ad una quota h_0= 50,0 cm con una pendenza rispetto all'orizzontale pari a θ=45°.

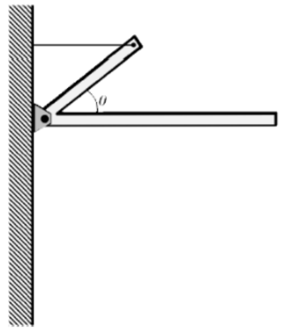


Sapendo che dopo l'urto il corpo che prosegue verso destra raggiunge la sommità della guida e ricade al suolo ad una distanza d=1,0 m da essa, determinare il modulo di $\mathbf{v_0}$ a seconda che l'urto sia:

a) perfettamente elastico;
b) completamente anelastico.
[Trascurare ogni tipo di attrito]

Problema n.2

Si consideri il corpo rigido mostrato in figura: esso è costituito da due sbarre sottili (una di lunghezza L=80 cm e una di lunghezza L/2 e costituite dello stesso materiale) saldate ad un estremo (che chiameremo vertice) che formano un angolo di θ=45° tra loro; la massa complessiva del corpo è pari a M=100 kg. Il vertice del corpo rigido è ancorato ad una parete verticale tramite una cerniera (che ne permette la libera rotazione in un piano verticale). Il sistema è mantenuto in equilibrio statico nella disposizione di figura tramite una corda ideale orizzontale che connette l'estremo della barretta più corta alla parete. Si noti che in tale disposizione la barretta più lunga è orizzontale.



Determinare:

a) la tensione della corda;

b) le reazioni normale e tangenziale della cerniera (specificandone il verso).

Ad un certo istante la corda suddetta viene troncata di netto e il corpo rigido inizia a cadere ruotando intorno alla cerniera. Determinare:

c) la velocità angolare del corpo rigido nell'istante in cui esso urta sulla parete verticale.

Problema n.3

Un tubicino cilindrico (aperto ad entrambi gli estremi), di sezione $A=1,00\ cm^2$ e lunghezza $l=10,00$ cm, viene immerso (verticalmente) per metà in un recipiente contenente mercurio (densità $\rho_m=1,36\times10^4\ kg/m^3$). Poi, dopo averne chiuso l'estremità superiore, il tubicino viene estratto dal mercurio (mantenendolo verticale) e si osserva che in tale operazione una parte del mercurio contenuto nel tubicino fuoriesce.

Supponendo che la pressione esterna e la temperatura dell'ambiente rimangano costanti e pari a p_0 (pressione atmosferica) e $T_0=17$ °C, e trascurando fenomeni di capillarità, determinare l'altezza della colonnina di mercurio che rimane nel tubicino;

Problema n.4

Una macchina termica basata sull'uso di un gas ideale segue un ciclo composto da due isobare e due adiabatiche (tutte reversibili). La macchina fa uso di $n=5,0$ mol di gas e le due isobare sono alle pressioni $p_A=20,0$ atm e $p_B=10,0$ atm, mentre l'espansione isobara a pressione più elevata si svolge tra i volumi $V_1=5,0$ l e $V_2=10,0$ l.

Supponendo di poter far lavorare la macchina termica sia con un gas monoatomico che con uno biatomico, determinare:

a) la quantità di calore assorbito dai gas in un ciclo e per quale dei due gas è più elevata;

b) la temperatura minima raggiunta da ogni gas lungo il ciclo;

c) il rendimento della macchina specificando per quale gas è più elevato.

Problema n.5

Un recipiente con pareti termicamente isolanti (pareti adiabatiche) e di capacità termica trascurabile ha la forma di un cilindro verticale, di diametro interno $d=25$ cm, ed è chiuso superiormente da un pistone (a tenuta), di massa trascurabile, libero di scorrere verticalmente. All'interno del recipiente è contenuta una massa $m=30$ g di acqua alla temperatura iniziale $T_i=0,0$ °C. Sapendo che l'acqua ha un calore specifico $c_a=1,0\ cal/K\times g$ e un calore latente di evaporazione $\lambda_v=542$ cal/g, e che la massa di una mole di acqua è pari a 18 g, si determini lo spostamento Δh del pistone quando all'acqua viene ceduta una quantità di calore $Q=5760$ cal.

[Si supponga che durante la trasformazione la pressione all'esterno del recipiente si mantenga costantemente pari alla pressione atmosferica, che il vapore acqueo formatosi si comporti come un gas perfetto e che la variazione di volume dell'acqua sia trascurabile]

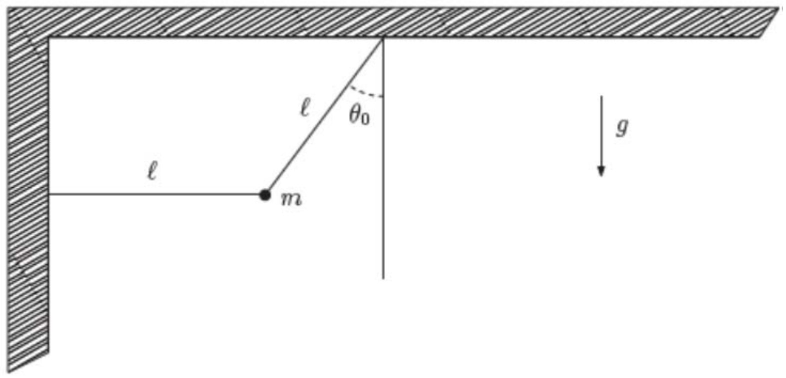
Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
M.G. Grimaldi – A. Insolia

Catania, 9 settembre 2015

Per la prova in itinere (2 ore) svolgere i problemi: 3, 4, 5
Per la prova completa (3 ore) svolgere i problemi: 1, 2, 3, 4

Problema n.1

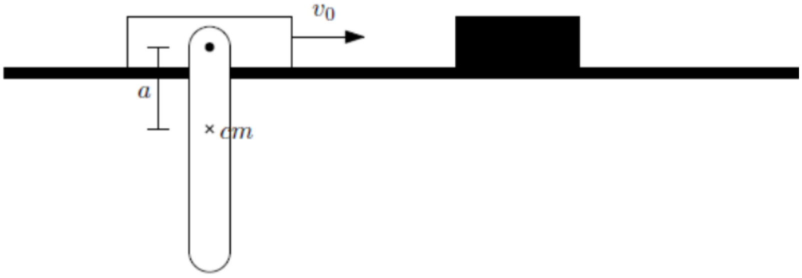
La massa m=1 kg in figura è in equilibrio, trattenuta da due fili inestensibili di massa nulla e lunghezza l=1 m. Uno dei due fili è orizzontale, l'altro forma un angolo $\theta_0=\pi/4$ con la verticale.



a) Calcolare le tensioni dei fili.
b) Si taglia il filo orizzontale, e il sistema inizia ad oscillare. Calcolare la velocità della massa quando $\theta=0$.
c) Determinare la tensione del filo $T(\theta)$ in funzione dell'angolo durante l'oscillazione [Suggerimento: utilizzare la seconda legge della dinamica].

Problema n.2

Un estremo di una sbarra sottile di lunghezza L=0.5 m è imperniato e libero di ruotare attorno ad un supporto mobile. Questo può muoversi su un piano orizzontale privo di attrito. La massa del supporto è trascurabile, mentre quella della sbarra vale in totale m ed è distribuita su di essa in modo non noto. Si conosce però la posizione del centro di massa della sbarra, che si trova ad una distanza a=0.12 m dall'estremo imperniato. Inoltre il momento di inerzia della sbarra rispetto ad un asse passante per il suo centro di massa vale $I_{cm}= kmL^2$ con k costante.



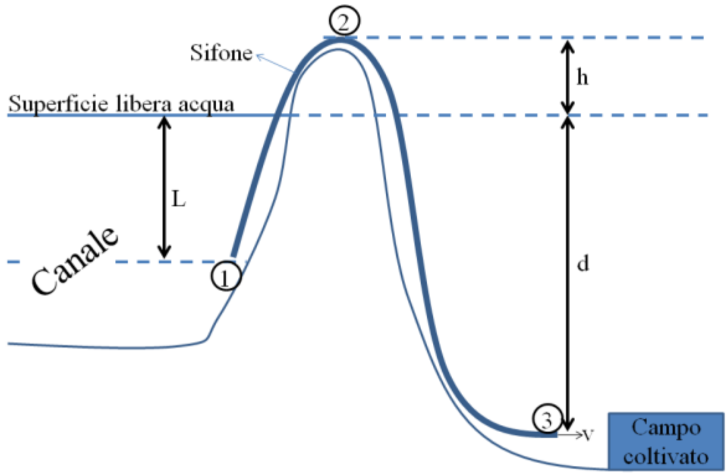
1) Supponiamo che il supporto si trovi inizialmente in moto con velocità costante v_0, e che la sbarra sia in posizione verticale in equilibrio stabile. Si supponga, inoltre, k=0.5. Ad un certo

momento il supporto incontra un ostacolo che lo blocca improvvisamente. Calcolare per quale valore minimo di v_0 la sbarra compie un giro completo.

2) Riconsiderando il caso precedente, quanto deve valere k affinchè l'energia si conservi nell'urto? Commentare il risultato.

Problema n.3

Un sifone è un dispositivo che permette a dei liquidi di fluire da un livello ad un altro. Il sifone illustrato in figura porta l'acqua da un canale di irrigazione ad un campo coltivato.



Una volta riempito il sifone (che ha una sezione costante dappertutto) aspirando l'acqua, il flusso di acqua parte e continua indefinitamente (assumendo che non vi sia abbassamento del livello dell'acqua nel canale). Il sifone pesca ad una profondità L=2.0 m (punto 1), supera una altezza h=1.5 m (punto 2), e il suo terminale inferiore (punto 3) è situato d=5.0 m al di sotto della superficie dell'acqua. Calcolare, assumendo una pressione atmosferica pari a 1.00 bar, una massa volumica dell'acqua pari a 1.00 kg/dm^3 e un comportamento da fluido ideale:

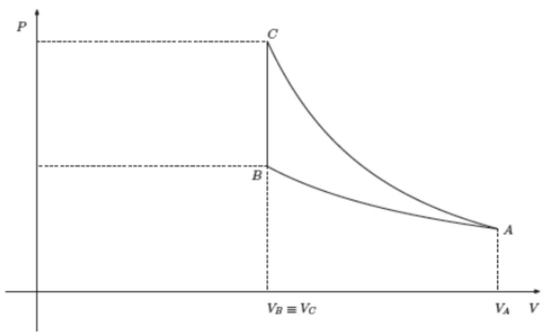
1) la velocità di uscita dell'acqua nel punto 3;

2) la pressione nel punto 2;

3) l'altezza massima h_{max} che il sifone sarebbe in grado di superare, a parità degli altri valori dei parametri.

Problema n.4

Una mole di un gas perfetto biatomico compie la trasformazione ciclica rappresentata nel piano P-V in figura.



La compressione isoterma (da A a B) avviene mantenendo il gas a contatto con un bagno termico alla temperatura T_A. Si pone quindi il gas in contatto termico con un bagno termico alla temperatura T_C mantenendo il volume costante (da B a C) fino al raggiungimento dell'equilibrio. Segue una espansione adiabatica (da C ad A) che riporta il gas nello stato iniziale. Sono note le temperature T_A=T_B=250 K e T_C=500 K, e si sa che V_B=V_C. Tutte le trasformazioni avvengono molto lentamente, e il gas si può considerare istante per istante in uno stato termodinamico ben definito.

a) Calcolare il rendimento del ciclo.

b) Calcolare la variazione di entropia del gas nella trasformazione che, passando per B, lo porta da A a C.

c) Dopo un ciclo, quanto vale la variazione di entropia dell'universo (cioè del gas insieme ai due bagni termici)?

Problema n.5

Tre corpi di uguale capacità termica C=0.2 Kcal/kg °C si trovano inizialmente alle temperature T_1=70 °C, T_2=140 °C e T_3=350 °C.

a) Determinare la temperatura finale del sistema se i corpi sono posti in contatto e liberi di scambiarsi spontaneamente calore.

b) Determinare la variazione di entropia del sistema nel caso precedente.

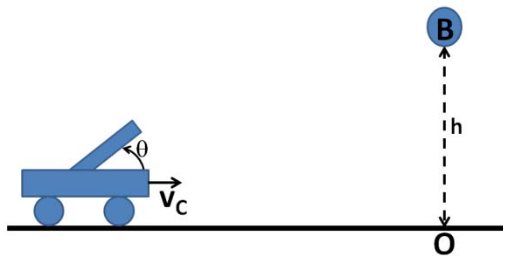
Università di Catania
Corso di Laurea in Fisica
Compito scritto di Fisica Generale I
M.G. Grimaldi – A. Insolia

Catania, 16 Dicembre 2015

3 ore a disposizione

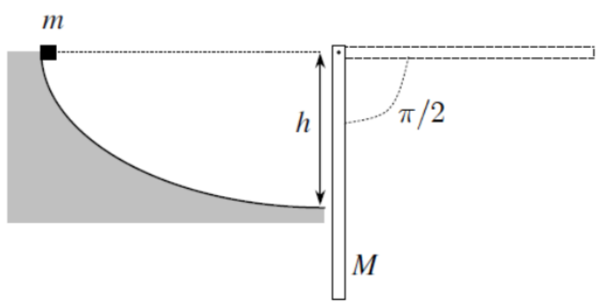
Problema n.1

Un bersaglio B posto all'altezza h=5 m da un piano orizzontale, deve essere colpito da un proiettile sparato da un cannone che si trova su un carrello che si muove sul piano con velocità costante v_C=4.95 m/s, verso la proiezione O del bersaglio sul piano stesso. Determinare l'angolo di alzo θ in modo che il bersaglio venga colpito nel punto più alto della traiettoria del proiettile, se questo viene sparato quando il carrello si trova da O alla distanza uguale all'altezza h. Trascurare il rinculo del carrello, l'altezza carrello-cannone rispetto ad h, e ogni attrito.



Problema n.2

Un corpo di massa m=0.50 kg, dopo essere scivolato lungo il piano inclinato di figura, urta orizzontalmente un'asta rigida (sottile) verticale di massa M=5.0 kg e lunghezza l=80 cm. Lo scivolo ha un'altezza h=50 cm e l'asta è appesa per un suo estremo intorno al quale può ruotare liberamente (vedi figura).



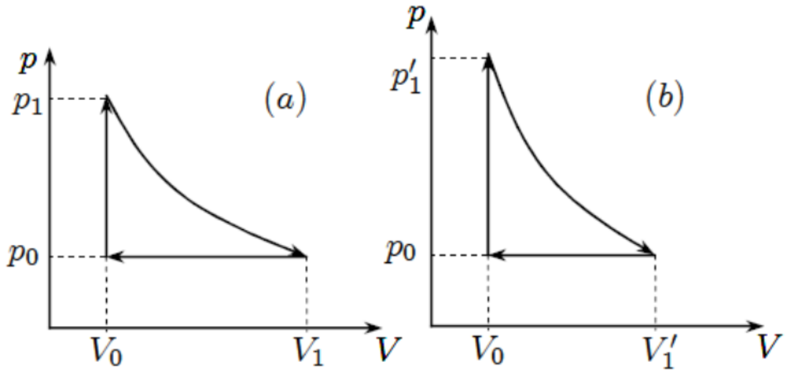
Sapendo che l'urto tra corpo e asta è completamente anelastico, determinare la velocità iniziale v_0 con il quale il corpo deve essere lanciato affinché, dopo l'urto, l'asta ruoti di un angolo massimo pari a $\pi/2$.

Problema n.3

Una sfera omogenea, di volume V=25 dm^3 e densità ρ, è trattenuta, completamente immersa nell'acqua (densità ρ_a=1 g/cm^3) di un grande recipiente, da una funicella ideale ancorata al fondo, soggetta ad una tensione T=200 N. A causa della rottura della funicella, la sfera emerge raggiungendo una nuova posizione di equilibrio. Determinare la frazione di sfera emergente e la variazione della reazione vincolare esercitata dal fondo.

Problema n.4

A n=1.5 moli di un certo gas ideale biatomico vengono fatti seguire i due cicli schematizzati nelle figure (a) e (b). I cicli si somigliano dato che le isocore e le isobare si sviluppano, rispettivamente, allo stesso volume V_0= 2.0x10^{-2} m^3 e alla stessa pressione p_0=2.0 atm; ma i due cicli si differenziano per la restante trasformazione che è un isoterma in (a) e un adiabatica in (b).



Sapendo che nel ciclo (a) è p_1=3p_0, che nei due cicli il lavoro L compiuto dal gas è lo stesso, determinare:

a) il volume V_1 nel ciclo (a), la pressione p'_1 nel ciclo (b) e il volume V'_1 nel ciclo (b).

b) i rendimenti dei due cicli specificando quale è maggiore.