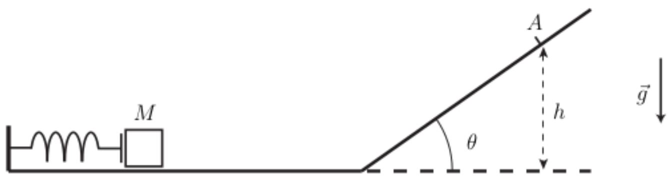
Esame di Fisica I - Fisica Generale

A.A. 2013-2014

25 Giugno 2014

1 Problema di meccanica

Consideriamo un cubo di massa m in movimento su un piano costituito da un piano orizzontale e da un piano inclinato di un angolo θ rispetto all'orizzontale. Il cubo è spinto sul piano orizzontale da una molla di costante elastica k e di lunghezza a riposo l_0. La molla è fissata alla sua estremità sinistra, il cubo è inizialmente in contatto con l'estremità destra della molla senza esservi fissato. Il cubo è considerato come un punto materiale M, di cui si studia il moto prima sul piano orizzontale, poi sul piano inclinato fino al punto A. g è l'accelerazione terrestre.



Moto sul piano orizzontale

Il cubo scivola sul piano orizzontale senza attrito lungo la direzione x parallela al piano orizzontale, e diretta verso il piano inclinato.

1. Dare l'espressione della forza di richiamo della molla e la sua energia potenziale, in funzione di k e x. Si supponga l'energia potenziale nulla in $x = 0$.

2. La molla viene compressa finché il punto M (l'estremità della molla) non sia nella posizione $x_1 = -a$. Si rilascia la molla senza velocità iniziale. Applicando il teorema dell'energia meccanica, determinare la velocità v del punto M in funzione della posizione x, supponendo che rimanga sempre in contatto con la molla.

3. Il cubo perde poi il contatto con la molla quando raggiunge la sua velocità massima. Determinare tale velocità massima v_0 e la posizione corrispondente x_0, nel momento in cui avviene il distacco fra la molla e il cubo.

4. Determinare il valore numerico di v_0 per $k = 10$ N/m, $a = 10$ cm e $m = 100$ g.

Moto sul piano inclinato

Successivamente al distacco, il cubo scivola sul piano orizzontale e raggiunge il piano inclinato alla velocità v_0. Sul piano inclinato il cubo risente di una forza di attrito. Sia μ_d il coefficiente di attrito dinamico fra il cubo e il piano. *Suggerimento: Si cambi sistema di riferimento, ponendo l'asse x parallelo al piano, diretto verso l'alto e l'asse y perpendicolare a x. Un terzo asse z, che permette di segnare la quota del cubo, è perpendicolare al piano orizzontale, diretto verso l'alto.*

1. Disegnare lo schema delle forze alle quali è sottoposto il cubo quando si trova sul piano inclinato.

2. Applicando il principio fondamentale della dinamica, esprimere il modulo della forza di attrito f in funzione di μ_d, m, g e θ.

3. Calcolare il lavoro della forza di attrito lungo lo spostamento del cubo dal piano orizzontale alla quota z, in funzione di μ_d, m, g, θ e z.

4. Tramite considerazioni energetiche, calcolare l'altezza massima h raggiunta dal cubo sul piano

inclinato in funzione di μ_d, g, v_0 e θ.

2 Problema di idrodinamica

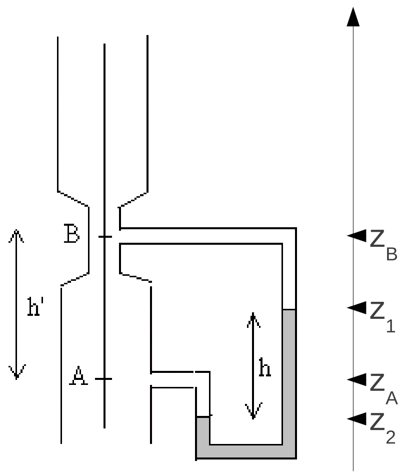
Nel tubo T rappresentato in figura, scorre una portata di acqua, che viene misurata tramite il venturimetro V. Il dislivello del mercurio nel manometro differenziale è $h = 35.8$ cm, la densità del mercurio è $\rho_{Hg} = 13.6$ g/cm^3. La densità dell'acqua vale $\rho_a = 1.0$ g/cm^3.

1. Considerando il fluido perfetto ed incompressibile, esprimere la portata di acqua in funzione della differenza di pressione fra i punti A e B, dei diametri del tubo in A e B, rispettivamente D_A e D_B, e della loro distanza $h' = 75.0$ cm.

2. Esprimere la differenza di pressione fra i punti A e B in di h, h', ρ_a e ρ_{Hg}.

3. Calcolare la portata, sapendo che il diametro del collo vale $D_B = 15$ cm e il diametro del tubo vale $D_A = 30$ cm.

4. Calcolare le velocità medie dell'acqua nel collo e nel tubo.



3 Problema di termodinamica

Ciclo di Brayton

Studiamo in questo problema il ciclo di Brayton, usato nei motori dei razzi e nelle turbine a gas. Il sistema è composto di una miscela aria-benzina, assimilabile ad un gas perfetto. Tale gas subisce in sequenza le quattro trasformazioni reversibili descritte di seguito (Pressione P, Volume V, temperatura T):

- una compressione adiabatica dallo stato A (P_1, V_1, T_1) allo stato B (P_2, V_2, T_2)

- un riscaldamento isobaro dallo stato B allo stato C (P_3, V_3, T_3)

- un'espansione adiabatica dallo stato C allo stato D (P_4, V_4, T_4)

- un raffreddamento isobaro dallo stato D allo stato A.

Valori numerici: $R = 8.31$ J/mol/K; $\gamma = \dfrac{C_p}{C_v} = \dfrac{7}{5}$; $M_{mol} = 29$ g/mol; $V_1 = 2$ L; $P_1 = 10^5$ Pa; $P_2 = 7.10^5$ Pa; $T_1 = 300$ K; $T_3 = 1180$ K.

1. Rappresentare il ciclo in un diagramma di Clapeyron (P,V).

2 a) Determinare i valori numerici del numero di moli n e di P, V e T per ogni stato A, B, C, D.
b) Esprimere C_p e C_v in funzione di R. Qualè la natura del gas usato in questo ciclo?
c) Esprimere la velocità quadratica media $< v^2 >$ delle molecole in funzione della temperatura T_1, di R e della massa molare M_{mol}. Calcolare il valore numerico della velocità delle molecole nello stato A.

3. a) Calcolare i lavori e calori scambiati durante queste quattro trasformazioni.
b) Discutere se il ciclo produce o assorbe lavoro.
d) Esprimere il rendimento ρ in funzione delle temperature e calcolarne il valore numerico.