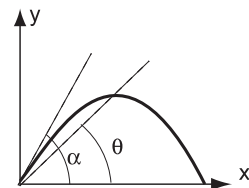


FACOLTA' DI INGEGNERIA
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRICA E MECCANICA

Anno Accademico 2008-2009
Prova scritta dell'esame di Fisica I (9 CFU) - 22 giugno 2009

Risolvete i seguenti esercizi formulando la soluzione dapprima in termini analitici, quindi in termini numerici.



- Una massa puntiforme è lanciata verso l'alto con una velocità inclinata di un angolo α rispetto all'orizzontale. Un osservatore posto nel punto di lancio della massa, la vede raggiungere la quota massima e misura l'angolo θ corrispondente (vedi figura). Mostrare che $\tan \theta = 1/2 \tan \alpha$
- Un punto materiale di massa m si muove su un piano orizzontale scabro lungo una traiettoria circolare di raggio r ; esso inizia il moto con velocità v_0 e dopo il primo giro la sua velocità è $1/2 v_0$. Determinare il valore del coefficiente di attrito dinamico del piano, μ_d , e il numero totale di giri che il punto riuscirà a descrivere.
- Due sottili sbarrette cilindriche A e B della stessa densità, lunghe rispettivamente l_A ed $l_B = l_A/2$, sono vincolate a ruotare senza attrito in un piano verticale attorno a un asse orizzontale normale alle sbarre passante per un loro estremo O . Esse vengono lasciate cadere allo stesso istante con velocità iniziale nulla da un medesimo angolo θ (con $\theta < 90^\circ$) rispetto all'orizzontale. Quale sbarretta arriverà prima in posizione orizzontale?
- 10 moli di gas perfetto vengono compresse isotermicamente e reversibilmente da un volume iniziale $V_1 = 1 \text{ m}^3$ a un volume finale V_2 . Il gas è contenuto in un recipiente adiabatico che può scambiare calore unicamente con una massa $m = 0.1 \text{ kg}$ di ghiaccio fondente alla temperatura $t = 0^\circ\text{C}$. Per quale valore di V_2 si ha la completa fusione del ghiaccio? (Calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda = 79.7 \text{ kcal/kg}$).
- Una macchina termica produce lavoro assorbendo, a ogni ciclo, una quantità di calore $Q_1 = 600 \text{ cal}$ da una sorgente termica a temperatura $T_1 = 320 \text{ K}$ e cedendo, sempre a ogni ciclo, una quantità di calore $Q_2 = 595 \text{ cal}$ a una massa di acqua $m_a = 10 \text{ kg}$, inizialmente a temperatura $T_2 = 314.05 \text{ K}$. Determinare il lavoro complessivo che la macchina produrrà e la conseguente variazione di entropia della macchina e della massa d'acqua.

Rispondete concisamente e con precisione alle seguenti domande.

- Dimostrate che la forza di attrazione gravitazionale che si esercita tra due masse puntiformi è conservativa.
- Qual è la condizione affinché due sistemi di forze siano equivalenti?



**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I (9 CFU) DEL 22/06/09
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA ELETTRICA E MECCANICA**

Esercizio N. 1

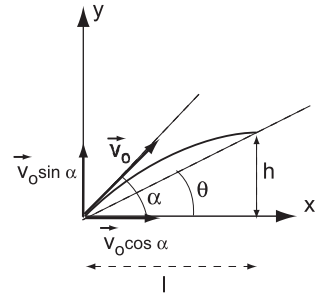
Per il moto della massa lungo l'asse y , indicando rispettivamente con h e t^* la quota massima e il tempo impiegato a raggiungerla, si ha:

$$v_y = v_0 \sin \alpha - gt \implies t^* = v_0 \sin \alpha / g$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{1}{2}gt^2 \implies h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{1}{2}g \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{1}{2} \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}.$$

Se l è l'ascissa corrispondente alla quota massima: $l = v_0 \cos \alpha t^* = v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha / g$; quindi

$$\tan \theta = \frac{h}{l} = \frac{1}{2} \tan \alpha.$$



Esercizio N. 2

Dal teorema del lavoro e dell'energia cinetica:

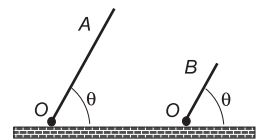
$$L_{att} = -2\pi r \mu_d m g = \Delta T = \frac{1}{2} m (v_F^2 - v_I^2) = -\frac{3}{8} m v_0^2 \implies \mu_d = \frac{3v_0^2}{16\pi r g}.$$

Se n è il numero totale di giri, sempre dal teorema del lavoro e dell'energia cinetica:

$$-\frac{1}{2} m v_0^2 = -n(2\pi r \mu_d m g) \implies n = \frac{m v_0^2}{4\pi r \mu_d m g} = \frac{4}{3}$$

Esercizio N. 3

Arriverà prima la sbarretta B poichè ha, in ogni istante, maggiore accelerazione angolare della A . Siano d e m il braccio della forza peso rispetto al polo O e la massa della sbarretta A , rispettivamente, allora:



$$M_A^E = mgd \quad M_B^E = \left(\frac{1}{2}m\right)g\left(\frac{d}{2}\right) = \frac{1}{4}M_A^E \quad (I_O)_A = \frac{1}{3}ml^2 \quad (I_O)_B = \frac{1}{3}\left(\frac{1}{2}m\right)\left(\frac{l}{2}\right)^2 = \frac{1}{8}(I_O)_A.$$

Quindi,

$$\dot{\omega}_B = \frac{M_B^E}{(I_O)_B} = 2 \frac{M_A^E}{(I_O)_A} = 2\dot{\omega}_A.$$

Oppure, poiché l'accelerazione del centro di massa di corpi rigidi aventi la medesima espressione del momento di inerzia, posti in rotazione con la medesima velocità angolare iniziale attorno a un asse fisso, ha il medesimo valore, deve essere

$$\dot{\omega}_A \frac{l_A}{2} = \dot{\omega}_B \frac{l_A}{4} \implies \dot{\omega}_B = 2\dot{\omega}_A.$$

Esercizio N. 4

Il calore necessario a fondere la massa di ghiaccio è: $Q = m\lambda$. Applicando il I principio della termodinamica al gas, tenendo presente che per esso $\Delta U = 0$ perchè la trasformazione è isoterma alla temperatura $T = 273 \text{ K}$, si ha:

$$-Q = L = \int_1^2 p dv = nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = nRT \ln \frac{V_2}{V_1}.$$

Quindi

$$m\lambda = nRT \ln \frac{V_2}{V_1} \quad \Rightarrow \quad V_2 = V_1 \exp\left(-\frac{m\lambda}{nRT}\right) = 0.23 \text{ m}^3.$$

Esercizio N. 5

La macchina cesserà di produrre lavoro quando $T_2 = T_1$; indicando con n il numero totale di cicli che la macchina potrà effettuare, per la massa d'acqua si ha:

$$nQ_2 = c_a m_a (T_1 - T_2) \quad \Rightarrow \quad n = 100 \quad \Rightarrow \quad L = n(Q_1 - Q_2) = 2093 \text{ J}.$$

$$\Delta S_{mac} = 0 \quad \Delta S_{acqua} = \left(\int_I^F \frac{\dot{d}Q_{acqua}}{T} \right)_{rev} = \int_{T_2}^{T_1} c_a m_a \frac{dT}{T} = c_a m_a \ln \frac{T_1}{T_2} = 187.7 \text{ cal/K}.$$