Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ing. Meccanica

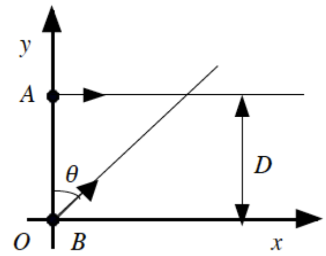
Fisica I

Canale A-L: ***Prof. Marco Rossi*** **- Canale M-Z:** ***Prof.ssa Livia Lancia***

Prova di esame del 12 aprile 2014 – ***a.a. 2012-13***

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti. L'esercizio 3 non deve essere svolto da parte degli allievi che sostengono la prova da 6 CFU.

1) Due punti materiali denominati A e B si muovono di moto rettilineo su di un piano orizzontale. All'istante t=0 i due punti si trovano nelle posizioni mostrate in figura. Sapendo che il punto A si muove con accelerazione costante a=1m/s^2 sulla retta y=D e il punto B di moto uniforme, determinare quanto deve valere l'angolo θ affinché i due punti collidano dopo Δt=1,5s dall'istante t=0.
(Velocità iniziale del punto A v_A = 0,5 m/s; D = 2m).

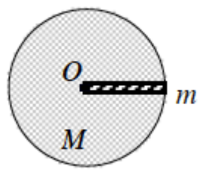


2) Una massa m, assimilabile ad un punto materiale, viene lanciata su un piano scabro, con una velocità v_o. La massa, dopo aver strisciato sul piano per un tratto lungo l_o, incontra una molla ideale a riposo di lunghezza l_o e costante elastica k, comprimendola. Calcolare la velocità di lancio tale che alla massima compressione si dimezzi la lunghezza della molla. Si consideri l'attrito presente lungo tutta la corsa della massa. (μ_d=0.25, m=1 kg , l_o=1 m , k=10 N/m)

3) Il sistema mostrato in figura consiste di un disco omogeneo di raggio R = 20 cm e massa M =1.4 kg e una sbarretta omogenea sottile di massa m=300 g e lunga R, incollata lungo un raggio del disco. Il sistema è disposto su un piano verticale ed è in grado di ruotare senza attrito intorno ad un asse orizzontale passante per il suo centro O. Esso viene quindi abbandonato da fermo nella configurazione indicata, con la sbarretta posta orizzontalmente.

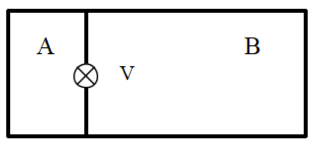
a) Calcolare la posizione del centro di massa in tale configurazione.

b) Determinare il valore della velocità angolare ω del sistema disco-sbarretta quando questa si trova a transitare in direzione verticale.



4) Una mole di gas perfetto mono-atomico esegue un ciclo termodinamico composto dalle seguenti trasformazioni:
A→B : Isoterma reversibile con $V_B=4V_A$;
B→C : Isobara reversibile con $P_C=P_B$;
C→A : Isocora reversibile con $V_C=V_A$;
Calcolare il rendimento del ciclo.

5) Una mole di gas perfetto monoatomico contenuto in un volume A. In seguito all'apertura di una valvola (V), il gas si espande liberamente nel volume B, inizialmente vuoto, fino a raggiungere l'equilibrio. Considerando le pareti del recipiente rigide e adiabatiche, calcolare la variazione di energia interna e di entropia del gas. ($V_B=3V_A$).



Sezione TEORIA **-** ***Rispondete facoltativamente, con essenzialità e correttezza, alle seguenti domande.***

T1. Ricavare la I e la II equazione cardinale della meccanica dei sistemi di punti materiali

T2. Commentare il secondo enunciato del II principio della Termodinamica

.

SOLUZIONI COMPITO D'ESAME 12 APRILE 2014

1) Le equazioni del moto dei due punti sono:

$$\begin{cases} x_A(t) = v_A t + \frac{1}{2}at^2 \\ y_A(t) = D \end{cases} \quad \begin{cases} x_B(t) = v_B \sin\theta\, t \\ y_B(t) = v_B \cos\theta\, t \end{cases}$$

All'istante di collisione le coordinate dei due punti coincideranno:

$$\begin{cases} x_A(\Delta t) = x_B(\Delta t) \\ y_A(\Delta t) = y_B(\Delta t) \end{cases} \Rightarrow \frac{x_A}{y_A} = \frac{x_B}{y_B} \Rightarrow \frac{v_A \Delta t + \frac{1}{2}a\Delta t^2}{D} = \tan\theta$$

$$\theta = \arctan(0.9375) = 43.15°$$

2)

$$\frac{1}{2}mv_o^2 = \frac{1}{2}k\left(\frac{l_o}{2}\right)^2 + \mu_d mg\frac{3}{2}l_o$$

$$v_o = \sqrt{\frac{kl_o^2}{4m} + 3\mu_d g l_o} = \sqrt{10}\ m/s$$

3)

a) In un sistema di assi cartesiani *Oxy* con *O* nel centro del disco, *y* diretto come la verticale, *x* nel piano del disco si ha per la posizione del *cdm*:

$$x_{cdm} = \frac{x_{cdm}^D M + x_{cdm}^S m}{M+m} = \frac{0\cdot M + \frac{R}{2}m}{M+m} = \frac{R}{2}\frac{m}{m+M} = 1.76cm$$

$$y_{cdm} = 0$$

b) Moto che avviene in presenza di sole forze conservative. Dalla conservazione dell'energia meccanica:

$$\Delta K + \Delta U = 0$$

$$\Delta U = (M+m)g\Delta y_{cdm} = -mg\frac{R}{2} \quad ;$$

$$\Delta K = \frac{1}{2}I_D\omega^2 + \frac{1}{2}I_S\omega^2 = \frac{1}{2}\frac{MR^2}{2}\omega^2 + \frac{1}{2}\frac{mR^2}{3}\omega^2 = \left(\frac{M}{4} + \frac{m}{6}\right)R^2\omega^2 .$$

Quindi, essendo ΔK=-ΔU,

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{R}\frac{m}{\left(M/2 + m/3\right)}} = 4.29[rad/s]$$

4)

$$Q_{AB} = nRT_A \ln\frac{V_B}{V_A} = nRT_A \ln 4$$

$$Q_{BC} = n\tilde{c}_p (T_C - T_B) = -\frac{3}{4} n\tilde{c}_p T_A$$

$$Q_{CA} = n\tilde{c}_v (T_A - T_C) = \frac{3}{4} n\tilde{c}_v T_A$$

$$\eta = 1 + \frac{Q_{ced}}{Q_{ass}} = 1 - \frac{3\tilde{c}_p}{3\tilde{c}_v + 4R\ln 4} = 1 - \frac{15}{9 + 8\ln 4} = 0.253$$

5) $\Delta U=0$; $\Delta S=R\ln 4$