Fisica 1 per chimica industriale, compito scritto 23/01/2018

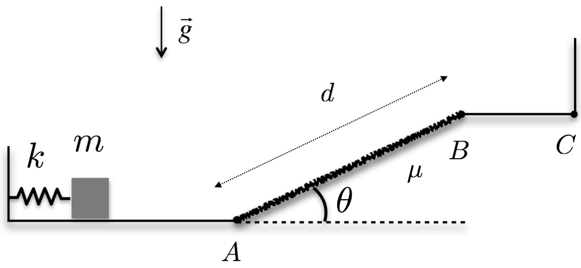
Docente: Santanastasio Francesco

Nome e cognome: .... Matricola: ....

Tempo a disposizione 3 ore, e' permessa la consultazione del solo libro di testo ed appunti (no libri di esercizi), e' obbligatorio spegnere i cellulari. Risolvere gli esercizi riportando le formule risolutive ed i risultati numerici utilizzando le unita' di misura del Sistema Internazionale.

Esercizio 1 - Meccanica del punto materiale

Figura 1

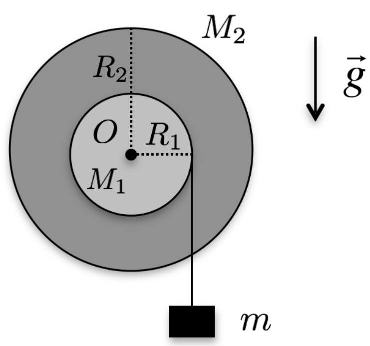


Una corpo (punto materiale) di massa *m=1.5Kg* si muove a contatto con una guida formata da due tratti lisci orizzontali collegati da un tratto scabro (AB) di piano inclinato di un angolo θ=25° rispetto all'orizzontale, lunghezza pari a *d*=0.7m, e coefficiente di attrito dinamico μ =0.12. Alla base della guida e' posta una molla ideale di costante elastica *k*=300N/m e massa trascurabile, come mostrato in Figura 1. Nell'istante iniziale la molla e' compressa di una quantita' Δx=0.2m rispetto alla propria lunghezza a riposo e il corpo si trova fermo a terra a contatto con la molla. Nella fase di estensione, la molla spinge il corpo che inizia a muoversi restando sempre a contatto con la guida.

Determinare:
a) il lavoro della forza di attrito nel tratto AB e la velocita' del corpo nel punto B;
b) il tempo impiegato per percorrere il tratto AB;
c) il valore massimo del coefficiente μ tale che il corpo arrivi nel punto C.

Esercizio 2 - Meccanica dei sistemi

Figura 2

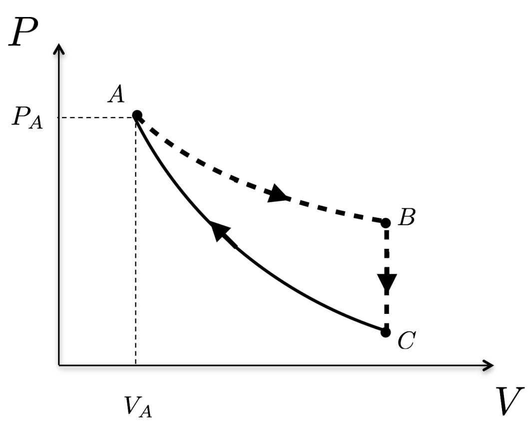


Una carrucola e' costituita da due dischi omogenei di raggi $R_1 = 0.1m$ ed $R_2 = 0.2m$ e masse $M_1 = 2Kg$ ed $M_2 = 3Kg$ fissati saldamente uno all'altro in modo da risultare coassiali. Il sistema formato dai due dischi puo' ruotare senza attrito attorno ad un asse fisso orizzontale passante per il centro O. Sul disco di raggio R_1 e' avvolto un filo ideale di massa trascurabile a cui e' appeso un corpo (punto materiale) di massa *m=1Kg* inizialmente fermo. Ad un certo istante il corpo viene lasciato cadere ed il filo inizia a srotolarsi mettendo in rotazione il sistema.

Assumendo che il filo non slitti mai sulla carrucola, determinare:
a) il momento d'inerzia della carrucola costituita dai due dischi rispetto al punto O;
b) l'accelerazione *a* del corpo di massa *m* e la tensione del filo;
c) la reazione vincolare esercitata dall'asse di rotazione sul sistema nel punto O (indicando modulo, direzione e verso del vettore)

Esercizio 3 - Termodinamica

Figura 3



Un gas ideale esegue il ciclo termodinamico illustrato in Figura 3 costituito dalle seguenti 3 trasformazioni:
- AB: espansione irreversibile, ottenuta mantenendo il sistema a contatto termico con una sorgente a temperatura $T_A = 390K$;
- BC: trasformazione irreversibile a volume costante, ottenuta ponendo il sistema a contatto termico con una sorgente a temperatura $T_C = 300K$;
- CA: compressione adiabatica reversibile.

Si conoscono inoltre i seguenti dati: la pressione $P_A = 4\,10^5\,Pa$, il volume $V_A = 0.04\,m^3$, il lavoro del gas $L_{CA} = -9222\,J$ nella trasformazione CA, il rendimento del ciclo termodinamico $\eta = 0.1$.

Determinare:
a) il calore specifico a volume costante c_V del gas (indicando inoltre se si tratta di un gas monoatomico, biatomico o poliatomico);
b) la pressione P_B del gas nello stato B;
c) il calore scambiato dal gas nella trasformazione AB.

Soluzione - Esercizio 1

a)

$L_{attrito} = \Delta E = E_B - E_A$
$L_{attrito} = -|F_{attrito}| \cdot L = -\mu \cdot mg\cos\theta \cdot d$ = -1.1 J
$E_B = \frac{1}{2}m{v_B}^2 + mgh_B = \frac{1}{2}m{v_B}^2 + mgd\sin\theta$
$E_A = \frac{1}{2}k\Delta x^2$
$v_B = \sqrt{k\Delta x^2/m - 2gd(\sin\theta + \mu \cos\theta)} = 0.84\ m/s$

b)

$a = -g\sin\theta - \mu \cdot g\cos\theta = -5.21\ m/s^2$

$v(t) = v_A + a\,t$

$\frac{1}{2}k\Delta x^2 = \frac{1}{2}m{v_A}^2$

$v_A = \sqrt{k\Delta x^2/m} = 2.83\ m/s$

$\Delta t_{AB} = (v_B - v_A)/a = 0.38\ s$

c)

$v_B = \sqrt{k\Delta x^2/m - 2gd(\sin\theta + \mu \cos\theta)}$

Affinche' il corpo arrivi in C la velocita' nel punto B deve essere >0 ovvero:

$\frac{k\Delta x^2}{m} - 2gd(\sin\theta + \mu \cos\theta) > 0$

$\mu < \frac{k\Delta x^2}{m\,2gd\cos\theta} - \tan\theta = 0.177$

Soluzione - Esercizio 2

a)
$I = I_1 + I_2 = \frac{M_1 R_1^2}{2} + \frac{M_2 R_2^2}{2} = 0.07\ Kgm^2$

b)

$$\begin{cases} M_0 = I\alpha \\ F = ma \end{cases}$$

Si scrivono le equazioni del moto del sistema dei dischi + il punto materiale:
$$\begin{cases} TR_1 \ = Ia/R_1 \\ mg - T = ma \end{cases}$$
dove T e' la tensione del filo ed α e' l'accelerazione angolare del sistema rotante formato dai due dischi.

Condizione di non slittamento => $a = \alpha R_1$ dove.

Risolvendo il sistema:

$a = \frac{mg}{(m+\frac{I}{R_1^2})} = 1.22\ m/s^2$

$T = Ia/R_1^2 = 8.54\ N$

c)

Rezione vincolare:

- direzione verticale

- verso diretto in alto

- modulo:

$N = (M_1 + M_2)g + T = 57.5\ N$

Soluzione - Esercizio 3

a)

n si ricava dall'equazione di stato dei gas perfetti:
$P_A V_A = nRT_A$
$n = \frac{P_A V_A}{RT_A} = 4.93\ mol.$

CA = Adiabatica reversibile ==> $Q_{CA} = 0$
$\Delta U_{CA} = Q_{CA} - L_{CA}$
$nc_V(T_A - T_C) = -L_{CA}$
$c_V = \frac{-L_{CA}}{n(T_A - T_C)} = 20.8\ \frac{J}{mol\ K}$

$c_V = \frac{x}{2}R$
$x\ =\ 2c_V\ /\ R\ = 5$
ovvero $c_V = \frac{5}{2}R$ ed il gas perfetto e' quindi biatomico

b)
Nell'adiabatica reversibile CA:

$TV^{\ \gamma-1} = cost.$ dove $\gamma = c_P/c_V = 1.4$ per il gas biatomico in esame

$T_A {V_A}^{\gamma-1} = T_C {V_C}^{\gamma-1}$
$V_B = V_C = \left(\frac{T_A}{T_C}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}} V_A = 0.077\ m^3$
$T_B = T_A = 390\ K$

$P_B V_B = nRT_B$ da cui $P_B = \frac{nRT_B}{V_B} = 2.08\ 10^5 Pa$

c)

Il rendimento di un ciclo termodinamico e':
$\eta = \frac{L}{Q_{ass}}$

$Q_{ass} = Q_{AB}$

$L = L_{AB} + L_{CA}$ (essendo $L_{BC} = 0$)

Nell'isoterma AB, $L_{AB} = Q_{AB}$

Quindi:

$\eta = \frac{Q_{AB} + L_{CA}}{Q_{AB}}$

$Q_{AB} = \frac{L_{CA}}{\eta - 1} = 10250\ J$