UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA- Corsi di INGEGNERIA dell' Informazione- CANALE 1 (prof. Gasparini)

2ª prova scritta di accertamento di FISICA Generale I

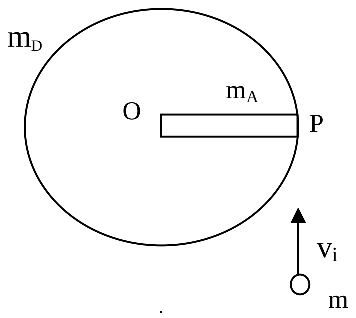
Padova, 17 Giugno 2013

Problema 1

Un corpo rigido e' costituito da un disco omogeneo di massa m_D (incognita) e un' asta OP di massa m_A = 0,2 kg e lunghezza R = 0, 4 m uguale al raggio del disco, incollata su di esso lungo la direzione radiale (vedi figura). Il corpo rigido puo' ruotare senza attrito in un piano **verticale** intorno all' asse passante per il centro O del disco. Nell' istante iniziale il corpo rigido e' fermo con l'asta diretta orizzontalmente; in quell' istante viene urtato **elasticamente** da un punto materiale di massa m = 0,3 kg proveniente dal basso, che sbatte sull' estremo P dell' asta. La velocita' del punto materiale immediatamente prima dell' urto e' v_i = 3 m/s. Si osserva che subito dopo l' urto il punto materiale ha velocita' finale v_f = 0. Determinare:

a) la velocita' angolare del corpo rigido dopo l' urto e il suo momento d'inerzia rispetto all' asse di rotazione: ω = ... I = ...
b) la massa del disco : m_D = ...

   c) la velocita' angolare minima assunta dal corpo rigido nel moto successivo all' urto: ω_{MIN}=..........
   d) la distanza da O del CM del corpo rigido e la reazione vincolare in O nell' istante di minima velocita' angolare: d_{CM} =...................., Φ_O =..... ....



Soluzione:

a) conservazione nell' urto dell' energia cinetica e del momento angolare totale rispetto ad O: $mv_i^2/2 = I\omega^2/2$
   $mv_iR = I\omega$ => $\omega = v_i/R$ =7,5 rad/ s
   I = mviR/w = 0,048 kg m2
b) $I = I_{asta}+I_{disco} = m_AR^2/3 + m_DR^2/2$ = > m_D = 0,467 kg
c) La velocita' angolare minima si ha quando l' asta ha direzione verticale; per la conserv. dell' enercia meccanica:
   $I\omega^2/2 = I\omega^2_{MIN}/2 + m_AgR/2$ = > ω_{MIN} =6,32 rad/s
d) La distanza del CM da O e': $d_{CM} = (m_AR/2) / (m_A+m_D)$ = 0,06 m
   Per il teorema del moto del CM: $m_{tot}\,\omega^2 d_{CM} = m_{tot}g - \Phi_o$ => Φ_o = 4,93 N

Problema 2

Un ciclista procede in piano, imprimendo attraverso i pedali e la catena della bicicletta una coppia di forze di momento costante M_o rispetto al centro della ruota posteriore. Il moto delle ruote della bicicletta e' di puro rotolamento. Partendo da fermo, il ciclista (trascurando l' effetto della resistenza dell' aria) raggiunge la velocita' v=6 m/s in un tempo t = 8 s con moto uniformemente accelerato. Il momento d' inerzia di ciascuna delle due ruote (trascurando le piccole differenze tra ruota posteriore ed anteriore) rispetto all' asse passante per il proprio centro e' I = 0,1 kg m^2. Il raggio delle ruote e' R=0,3 m e la massa totale del ciclista e della bicicletta e' m = 80 kg.

Determinare (nell' approssimazione in cui si trascura, come detto, la resistenza dell' aria):

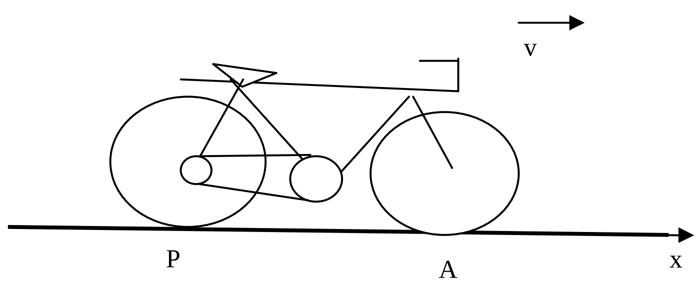
a) l' accelerazione della bicicletta, l' accelerazione angolare delle ruote e la forza d' attrito statico che si sviluppa tra il suolo e la ruota anteriore (quest' ultima con segno, orientando l' asse orizzontale x come in figura, concordemente con la direzione di moto):

a = ..., α = ..., f_{Ax} = ...

b) la forza esterna totale che agisce lungo x e la forza d'attrito statico che si sviluppa tra il suolo e la ruota posteriore : F^{tot}_x =........................, f_{Px} = ...

c) il momento della coppia di forze impressa dal ciclista e la potenza esplicata dal ciclista nell' istante t_1 in cui il ciclista ha percorso lo spazio s_1 = 10 m:

M_o = ...P_1 = ...



Soluzione:

a) $a = v/t = 0{,}75\ m/s^2$, $\alpha = a/R = 2{,}5\ rad/s^2$
$|f_A|\,R = I\alpha \Rightarrow f_A = -0{,}83$ N (opposta alla direzione di moto)

b) $f_P - f_A = F^{tot} = m\,a = 60$ N $\Rightarrow f_P = 60{,}83$ N

c) $M_o - f_P R = I\alpha \Rightarrow M_o = 18{,}5$ N m

d) $t_1 = [(2s_1/a)]^{1/2} = 5{,}16$ s
$\omega_1 = \alpha\, t_1 = 12{,}9$ rad/s
$P_1 = dW/dt = M_o d\phi/dt = M_o\, \omega_1 = 239$ Watt

Problema 3

n = 0,2 moli di gas ideale biatomico compiono un ciclo ABCD costituito da quattro trasformazioni. La prima e' una espansione reversibile di equazione $p(V) = k/(V_0-V)$, con $k = 500$ J e $V_0 = 5\ dm^3$, tra il volume iniziale $V_A = 2\ dm^3$ e il volume finale $V_B = 3,5\ dm^3$. La seconda e' un riscaldamento isobaro **irreversibile** alla pressione p_B fino al volume $V_C = 6\ dm^3$, compiuta mettendo il gas a contatto termico con un serbatoio alla temperatura T_C. La terza e' un raffreddamento isocoro reversibile fino allo stato D con temperatura T_D e pressione $p_D=p_A$. Il ciclo e' chiuso dal raffreddamento isobaro DA, compiuto anch'esso in maniera reversibile, alla pressione $p_D = p_A$. Si disegni il ciclo nel piano di Clapeyron e si determinino:

a) la pressione e la temperatura dello stato A: p_A = ..., T_A = ...

b) il lavoro compiuto dal gas nella trasformazione AB, la temperatura dello stato B ed il calore assorbito nella trasformazione:

W_{AB}=.............................. T_B = ... Q_{AB} = ...

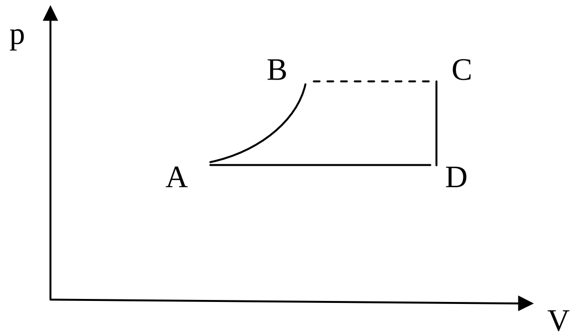
c) Le temperature degli stati C e D , il calore ceduto nel ciclo ed il rendimento del ciclo:

T_C = ..., T_D = ...

Qced = ..., η = ...

d) la variazione di entropia del gas e dell' Universo nella trasformazione irreversibile BC:

ΔS^{gas}_{BC}= .... $\Delta S^{UN.}_{BC}$= ....



Soluzione:

a) $p_A = k / (V_0-V_A) = 1,67\ 10^5$ Pa, $T_A= p_AV_A/nR = 201$ K

b) $W_{AB} = \int p(V)\, dV = \int [k/(V_0-V)]\, dV = -k \ln [(V_0-V_B) / (V_0-V_A)] = 346,6$ J

$p_B = k / (V_0-V_B) = 3,33\ 10^5$ Pa, $T_B= p_BV_B/nR = 701,3$ K

$\Delta U_{AB} = nc_V(T_B-T_A) = 2078,7$ J con $c_V=(5/2)$ R e R = 8,31 J /(K mole) ;

$Q_{AB} = \Delta U_{AB}+W_{AB} = 2425,3$ J

c) $T_C= p_CV_C/nR = 1202$ K, $T_D = p_DV_D/nR = 602,9$ K

$Q_{ced} = Q_{CD} + Q_{DA} = nc_V(T_D-T_C) + nc_P(T_A-T_D) = - 4827$ J, con $c_P = (7/2)R$

$\eta = 1- |Q_{ced}| /Q_{ass} = 0,096$, con $Q_{ass} = Q_{AB} +Q_{BC} = 5337,9$ J

essendo $Q_{BC} = nc_P(T_C-T_B) = 2912,6$ J

d) $\Delta S^{gas}_{BC} = \int \delta Q/T = \int nc_P dT / T = nc_P \ln(T_B/T_C) = 3,13$ J/K

$\Delta S^{UN.}_{BC} = \Delta S^{gas}_{BC} + \Delta S^{serb}_{BC} = \Delta S^{gas}_{BC} - Q_{BC}/T_C = 0,71$ J/K