

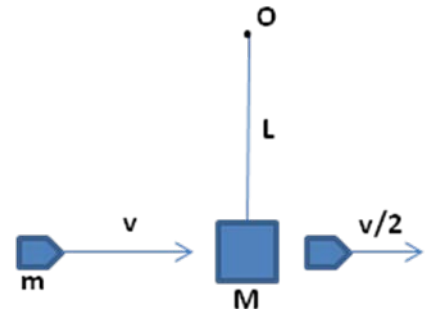
ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE 1 DEL 16 GIUGNO 2014
Prof. Francesco Michelotti

INGEGNERIA DELLE COMUNICAZIONI [L (DM 270/04) - ORDIN. 2010]
 INGEGNERIA ELETTRONICA [L (DM 270/04) - ORDIN. 2014]
 INGEGNERIA ELETTRONICA [L (DM 270/04) - ORDIN. 2010]

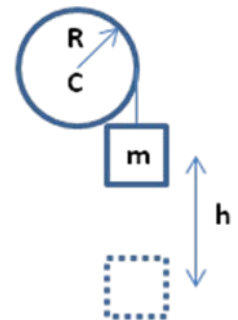
1° TURNO

- 1) Un punto materiale si muove lungo una traiettoria circolare di raggio R con velocità scalare $v=A+Bt^2$. Si calcoli la lunghezza dell'arco di circonferenza percorso tra gli istanti t_1 e t_2 . Si determini poi il modulo dell'accelerazione del punto materiale negli istanti t_1 e t_2 .
[Dati: $R = 1$ m, $A = 4$ m/s, $B = 1$ m/s³, $t_1 = 0$ s, $t_2 = 2$ s]

- 2) Un proiettile di massa m e velocità v colpisce e attraversa un blocchetto di legno di massa M , sospeso ad un filo di lunghezza L , e ne fuoriesce con velocità $v/2$. Si calcoli il minimo valore di v tale che il blocchetto, inizialmente fermo, riesca a compiere un giro completo intorno al centro di sospensione.
[Dati: $m = 10$ g, $M = 100$ g, $L = 50$ cm]

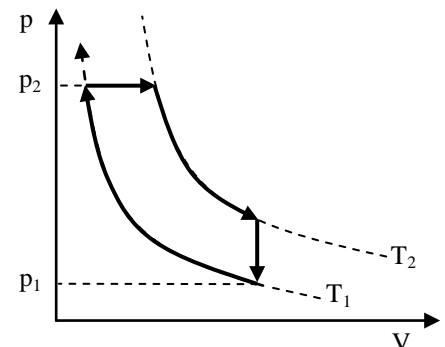


- 3) Una massa m è collegata ad una puleggia, di massa M e raggio R , mediante una fune inestensibile e di massa trascurabile, che si avvolge senza slittare attorno alla puleggia. La puleggia è libera di ruotare senza attrito intorno al suo centro C . All'istante iniziale la massa m viene lasciata cadere da ferma, mettendo in rotazione la puleggia. Sapendo che la massa m si sgancia dalla fune dopo essere scesa di un tratto h dalla posizione iniziale, si calcoli la velocità angolare di rotazione della puleggia dopo che la massa m si è sganciata. E' data l'espressione del momento d'inerzia della puleggia I_C .
[Dati: $m = 2$ kg, $M = 10$ kg, $R = 0.5$ m, $h = 2$ m, $I_C = (1/2)MR^2$]



- 4) Una diga di lunghezza L trattiene l'acqua di un bacino idrico di profondità h . Calcolare la risultante delle forze esercitate dall'acqua sulla diga.
[Dati: $L = 500$ m, $h = 150$ m]

- 5) Quattro moli di gas ideale monoatomico compiono il ciclo termodinamico reversibile indicato in figura, composto da due trasformazioni isoterme, una isobara ed una isocora. Calcolare il lavoro ed il calore totali scambiati dal gas nel corso del ciclo ed il rendimento.
[Dati: $T_1 = 400$ K, $T_2 = 800$ K, $p_1 = 2 \cdot 10^5$ Pa, $p_2 = 5 \cdot 10^5$ Pa]



ESAME SCRITTO DI FISICA GENERALE 1 DEL 16 GIUGNO 2014
Prof. Francesco Michelotti

1° TURNO
SOLUZIONI

1) Moto vario con accelerazione dipendente dal tempo:

$$s(t) = s(t_0) + \int_{t_0}^t v(t') dt'$$

$$\Delta s = s(t_2) - s(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} v(t') dt' = \int_{t_1}^{t_2} (A + Bt^2) dt' = A(t_2 - t_1) + \frac{1}{3} B(t_2^3 - t_1^3)$$

$$\Delta s = 4 \cdot 2 + \frac{1}{3} 1 \cdot 8 = 10.7 \text{ m}$$

$$a_T(t) = \frac{dv_T(t)}{dt} = \frac{d(A + Bt^2)}{dt} = 2Bt \quad a_N(t) = \frac{v_R^2(t)}{R} = \frac{(A + Bt^2)^2}{R} \quad a(t) = \sqrt{a_T^2 + a_N^2}$$

$$a_T(t_1) = 0 \text{ m/s}^2 \quad a_N(t_1) = 16 \text{ m/s}^2 \quad a_T(t_2) = 4 \text{ m/s}^2 \quad a_N(t_2) = 64 \text{ m/s}^2$$

$$a(t_1) = 16 \text{ m/s}^2 \quad a(t_2) = 64.1 \text{ m/s}^2$$

2) La minima velocità V_{MIN} di M dopo l'urto necessaria affinché il blocchetto faccia un giro su traiettoria circolare si trova imponendo che alla sommità del giro la tensione della fune sia nulla:

$$M\vec{g} + \vec{T} = M\vec{a} \quad \text{alla massima quota} \quad Mg + 0 = Ma_N = M \frac{V_{\text{SOMM}}^2}{L} \quad \text{da cui} \quad V_{\text{SOMM}} = \sqrt{gL}$$

Nella salita di M vale la conservazione dell'energia meccanica:

$$\frac{1}{2} MV_{\text{MIN}}^2 = \frac{1}{2} MV_{\text{SOMM}}^2 + Mg2L \quad \text{sostituendo} \quad \frac{1}{2} V_{\text{MIN}}^2 = \frac{1}{2} gL + 2gL = \frac{5}{2} gL \quad \text{e} \quad V_{\text{MIN}} = \sqrt{5gL}$$

D'altra parte nell'urto si conserva la quantità di moto totale:

$$m\vec{v} = m \frac{\vec{v}}{2} + M\vec{V} \quad \text{da cui} \quad mv = m \frac{v}{2} + MV \quad V = \frac{mv}{2M} \quad \text{e} \quad V_{\text{MIN}} = \frac{mv_{\text{MIN}}}{2M}$$

Uguagliando le due espressioni per V_{MIN} si ricava la condizione sulla v_{MIN} :

$$v_{\text{MIN}} = \frac{2M}{m} \sqrt{5gL} = \frac{2 \cdot 0.1}{0.01} \sqrt{5 \cdot 9.81 \cdot 0.5} = 99 \text{ m/s}$$

3) Nella discesa di m e contemporanea rotazione di M vale la conservazione dell'energia meccanica totale:

$$(K + U)_{\text{IN}} = (K + U)_{\text{FIN}} \quad \text{da cui} \quad 0 = \frac{1}{2} mv_{\text{FIN}}^2 + \frac{1}{2} I_C \omega_{\text{FIN}}^2 - mgh \quad \text{con} \quad v_{\text{FIN}} = \omega_{\text{FIN}} \cdot R$$

Si ottiene:

$$\omega_{\text{FIN}} = \sqrt{\frac{2mgh}{mR^2 + \frac{1}{2} MR^2}} = 6.7 \text{ rad/s}$$

4) La pressione in acqua ad una profondità x è data dalla legge di Stevino:

$$p(x) = p_0 + \rho gx \quad \text{con} \quad p_0 = 1 \text{ atm} \approx 10^5 \text{ Pa} \quad \text{e} \quad \rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$$

La forza esercitata su una porzione del muro della diga posta a profondità x , di lunghezza L e spessore dx è data da:

$dF = p(x)Ldx = (p_0 + \rho gx)Ldx$ da cui si ricava la forza totale integrando sulla profondità:

$$F = \int_0^h (p_0 + \rho gx)Ldx = hL(p_0 + \frac{1}{2}\rho gh) = 6.3 \cdot 10^{10} \text{ N}$$

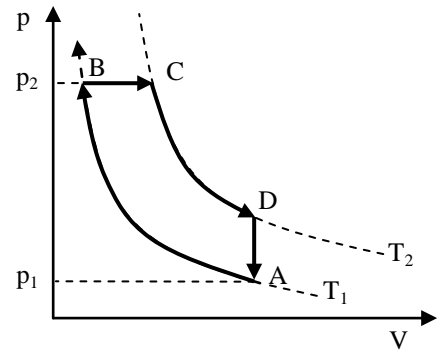
$$5) L_{AB} = nRT_1 \ln \frac{V_B}{V_A} = nRT_1 \ln \frac{p_1}{p_2} = -1.2 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$L_{BC} = p_B(V_C - V_B) = nR(T_2 - T_1) = +1.33 \cdot 10^4 \text{ J}$$

$$L_{CD} = nRT_2 \ln \frac{V_D}{V_C} = nRT_2 \ln \frac{p_C}{p_D} = nRT_2 \ln \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} = +5.9 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$$L_{DA} = 0 \text{ J}$$

$$L_{\text{CICLO}} = L_{AB} + L_{BC} + L_{CD} = +7.2 \cdot 10^3 \text{ J}$$



$$\Delta U = Q - L \quad \text{con} \quad \Delta U_{\text{CICLO}} = 0 \quad \text{da cui} \quad Q_{\text{CICLO}} = L_{\text{CICLO}} = +7.2 \cdot 10^3 \text{ J}$$

Per il rendimento si ha:

$$\eta = \frac{L_{\text{CICLO}}}{Q_{\text{ASS,CICLO}}} = \frac{L_{\text{CICLO}}}{Q_{\text{CICLO}} - Q_{AB} - Q_{DA}} = \frac{L_{\text{CICLO}}}{L_{\text{CICLO}} - L_{AB} - nC_V(T_1 - T_2)} = \frac{L_{\text{CICLO}}}{L_{\text{CICLO}} - L_{AB} - \frac{3}{2}nR(T_1 - T_2)}$$

$$\eta = \frac{7.2 \cdot 10^3 \text{ J}}{7.2 \cdot 10^3 \text{ J} + 1.2 \cdot 10^4 \text{ J} + 2 \cdot 10^4 \text{ J}} = 0.18 = 18\%$$