



Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ingegneria Clinica e Biomedica
Corso di Fisica I
Dott.ssa M. C. Larciprete
Prova di esame del 9 Gennaio 2020
IV appello - a.a. 2018-19



- 1)** Una sferetta di acciaio di massa $m=5.2$ g viene sparata verticalmente verso il basso da una quota $h=20$ m con una velocità iniziale $v_0= 15$ m/s, ed affonda nella sabbia fino ad una profondità di 30 cm. Calcolare la variazione di energia meccanica della sferetta.

- 2)** Un'asta di lunghezza $L=2$ m ruota intorno all'asse passante per il suo centro su di un piano orizzontale, privo di attrito. Il suo momento di inerzia, è $I_O=0.1$ kg·m². Ai due estremi dell'asta sono poste due sferette di massa $m=50$ g ad una distanza $a=10$ cm dal centro. Tutto il sistema ruota inizialmente con energia cinetica $T_0=2$ J mentre un filo impedisce alle due sferette di allontanarsi dal centro. Ad un certo istante il filo viene tagliato e le sferette si allontanano arrestandosi agli estremi dell'asta. Calcolare il lavoro delle forze interne fra la posizione iniziale e quella finale.

- 3)** Un pozzo cilindrico di raggio $R=2$ m e profondo $h=20$ m, è pieno per tre quarti di acqua. Calcolare il lavoro necessario a svuotare il pozzo, portando l'acqua estratta sul terreno al livello della bocca del pozzo.

- 4)** Un cilindro adiabatico (diametro 10 cm) chiuso da un pistone anch'esso adiabatico, contiene una mole di gas perfetto monoatomico inizialmente alla pressione di 1 atm e alla temperatura di 20°C. A partire da un certo istante viene versato del mercurio molto lentamente sulla parete esterna del pistone, provocando una compressione del gas. Calcolare il lavoro di compressione sapendo che sono stati versati 5969 cm³ di mercurio.

- 5)** Una locomotiva a vapore pesa 100 ton e si muove alla velocità $v= 80$ km/h lungo un piano avente coefficiente di attrito dinamico μ_d . Si presume che la temperatura del vapore nella caldaia sia di 160°C e che la temperatura di scarico all'esterno sia di 20°C e che il rendimento sia l'80% di quello di una macchina ideale. Sapendo che la locomotiva consuma 1 ton di carbone ogni ora e sapendo che il potere calorifico del carbone è di 7800 kcal / kg, trovare il valore del coefficiente μ_d .

Corso di laurea in Ingegneria Clinica e Biomedica Corso di Fisica I
Prova di esame del 9 Gennaio 2020 - IV appello - a.a. 2018-19
Soluzioni

- 1)** Indicando con d =profondità cui la sferetta si arresta ($v_{fin}=0$), e scegliendo $U_{pot}=0$ nel punto di arresto della sferetta:

$$E_{in} = \left[mg(h+d) + \frac{1}{2}mv_0^2 \right] \quad E_{fin} = \left[mg \cdot 0 + \frac{1}{2}mv_{fin}^2 \right] = 0$$

$$\Delta E = E_{fin} - E_{in} = - \left[mg(h+d) + \frac{1}{2}mv_0^2 \right] = -1.62J$$

Il lavoro delle forze n.c. dovute all'attrito della sabbia è pari alla variazione di energia, cambiata di segno.

$$L_{n.c.} = -\Delta E = 1.62J$$

- 2) Momento di inerzia prima e dopo lo spostamento delle due sferette:**

$$I_0 = (I_s + 2ma^2) = \left(\frac{ML^2}{12} + 2ma^2 \right) \quad \text{da cui} \quad \Rightarrow M = \frac{12(I_0 - 2ma^2)}{L^2} = 0.297kg$$

$$I_f = \left(\frac{ML^2}{12} + 2m \frac{L^2}{4} \right) = 0.2kg \cdot m^2$$

$$T_0 = \frac{1}{2}I_0\omega_0^2 \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{2 \frac{T_0}{I_0}} = 6.32ras / s$$

Conservazione del momento angolare:

$$I_0\omega_0 = I_f\omega_f \Rightarrow \omega_f = \frac{I_0}{I_f}\omega_0 = 3.18rad / s$$

Calcolo della variazione di energia cinetica:

$$L_i = T_{fin} - T_{in} = \frac{1}{2}I_f\omega_f^2 - \frac{1}{2}I_0\omega_0^2 = -0.99J$$

- 3)** Il lavoro da compiere è pari alla variazione di energia potenziale della massa di acqua. Il centro di massa si trova inizialmente a quota $y_i=h/8$. Nella situazione finale, il centro di massa si troverà a quota $y_f=20m$.

$$L_{ext} = \Delta U = mgy_f - mgy_i = \left(\rho\pi R^2 \cdot \frac{3}{4}h \right)gh - \left(\rho\pi R^2 \cdot \frac{3}{4}h \right) \cdot g \frac{3}{8}h = g \left(\rho\pi R^2 \cdot \frac{3}{4}h \right) \cdot \left(1 - \frac{3}{8} \right)h =$$

$$g \left(\rho\pi R^2 \right) \cdot \left(\frac{15}{32} \right)h^2 = 2.3 \cdot 10^7 J$$

Densità dell'acqua $\rho = 1000kg / m^3$

4) Calcolo dell'altezza di mercurio: $V = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 h \Rightarrow h = \frac{4V}{\pi d^2} = 76 \text{ cm}$

Da cui $p_{in} = 1 \text{ atm}$
 $p_{fin} = p_{in} + \rho_{Hg} gh = 2 \text{ atm}$

Lavoro lungo una trasformazione adiabatica:

$$\begin{cases} pV = RT \\ pV^\gamma = \text{cost} \end{cases} \Rightarrow p \frac{1-\gamma}{\gamma} T = \text{cost}$$

Applicando il primo principio ($\gamma=5/3$):

$$L = -\Delta U = -c_v (T_f - T_i) = -c_v \left[\left(\frac{p_i}{p_f} \right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} - 1 \right] T_i = -1168 \text{ J}$$

5) Rendimento della locomotiva:

$$\eta = 0.8 \eta_{rev} = 0.8 \frac{L}{Q_{ass}} = 0.8 \left(1 - \frac{T_F}{T_C} \right) = 0.258$$

Ogni secondo viene assorbita (dalla sorgente calda) la quantità di calore:

$$Q_{ass} = 7800 \cdot 10^3 \cdot 1000 = 2.16 \cdot 10^6 \text{ cal} = 9.07 \cdot 10^6 \text{ J}$$

La locomotiva sviluppa una potenza pari a:

$$P = \frac{L}{\Delta t} = \frac{\eta Q_{ass}}{\Delta t} = 2.34 \cdot 10^6 \text{ W}$$

$$P = \frac{L}{\Delta t} = F \frac{\Delta s}{\Delta t} = Fv = (\mu_d mg)v \Rightarrow \mu_d = \frac{P}{mgv} = 0.107$$