

1) Un cilindro omogeneo di massa  $M$  e raggio  $R$  rotola senza strisciare lungo un piano inclinato scabro. Determinare la sua energia cinetica considerando i due casi:

a) moto di rototraslazione

b) moto di pura rotazione intorno all'asse istantaneo di rotazione  $[K = 3/4 Mv^2]$

2) Un disco omogeneo di massa  $M$  e raggio  $R$  viene appeso, tramite un filo collegato a un perno orizzontale passante per il suo baricentro, a una parete scabra. Detti  $\theta$  l'angolo formato fra il filo e la parete e  $\mu_s$  e  $\mu_d$  i coefficienti di attrito, determinare la tensione del filo e l'accelerazione angolare: a) nel caso in cui il disco ruoti nel verso indicato in figura; b) nel verso opposto.



$$[a: T = Mg/(\cos\theta - \mu_d \sin\theta); \alpha = + g/R \cdot 2/(\cot\theta/\mu_d - 1)]$$

$$[b: T = Mg/(\cos\theta + \mu_d \sin\theta); \alpha = - g/R \cdot 2/(\cot\theta/\mu_d + 1)]$$

3) Sul punto più alto di un disco omogeneo ( $M = 1$  kg, raggio  $R = 30$  cm) è fissata una massa puntiforme ( $m = 100$  g).

Il disco viene spostato leggermente dalla posizione d'equilibrio e inizia a ruotare senza strisciare sul piano scabro orizzontale sul quale è posto.



Determinare la velocità angolare del disco quando la massa  $m$  si trova nel punto più basso della sua traiettoria.

$$[\omega = 2,95 \text{ rad/s}]$$

4) Un disco orizzontale omogeneo di raggio  $R$  è vincolato a ruotare con un momento di forze d'attrito  $M_A$  intorno a un perno verticale fisso passante per il suo centro. Il disco viene urtato, restandovi unito, da un punto materiale di massa  $m$  con velocità  $v_0$  tangente al bordo. Dopo quanto tempo dall'urto il disco, inizialmente fermo, si arresta?

$$[t = m v_0 R/M_A]$$

5) Un trapano da dentista da 30 W ha una fresa che gira sfruttando una coppia di  $10^{-3}$  Nm. Il momento d'inerzia della fresa è pari a  $2 \text{ g mm}^2$ . A un certo istante viene eliminata la coppia motrice e l'attrito col dente riduce di  $1/3$  l'energia cinetica della fresa. L'acqua di raffreddamento dissipa  $1/3$  del calore prodotto. Ipotizzando che il dente abbia una capacità termica di  $0,05 \text{ J/K}$  determinare di quanto si innalza la sua temperatura.

$$[K = 0,9 \text{ J}; \Delta T = 4^\circ\text{C}]$$

6) Una mole di metallo a  $30^\circ\text{C}$  viene immersa in 10 g di acqua a  $20^\circ\text{C}$ . Che temperatura viene raggiunta all'equilibrio? Considerare valida la legge di Dulong e Petit sui calori specifici e il sistema metallo-acqua isolato dall'ambiente.

$$[T_f = 23,7^\circ\text{C}]$$

7) In un contenitore isolato dall'esterno vengono introdotti  $M = 60$  g di ghiaccio a  $0^\circ\text{C}$  e dell'acqua a  $30^\circ\text{C}$ . Determinare il quantitativo minimo di acqua che consente di sciogliere tutto il ghiaccio.

Negli intervalli di temperatura considerati alcuni di questi dati potrebbero essere utili:

calore specifico del ghiaccio:  $c_{gh} = 2200 \text{ J/(kg K)}$

calore specifico dell'acqua:  $c_{H_2O} = 1 \text{ cal/(g }^\circ\text{C)}$

calore latente di fusione  $\lambda_f = 80 \text{ cal/g}$

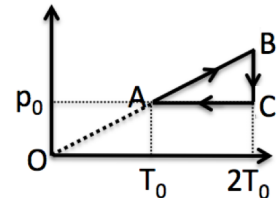
$$[m = 160 \text{ g}]$$

8) Un contenitore cilindrico (alto  $h = 10$  cm, di raggio interno  $R = 4$  cm e spessore  $d = 0,2$  cm) viene riempito di un liquido a  $70^\circ\text{C}$  e poi chiuso. Quanto calore per unità di tempo può essere estratto inizialmente se l'ambiente esterno è a  $20^\circ\text{C}$ , le due basi del cilindro sono adiabatiche e la parete laterale ha un coefficiente di conducibilità termica  $k = 0,2 \text{ W/(K m)}$ ?

$$[P = 40 \pi \text{ W}]$$

9) Una certa quantità di gas perfetto, inizialmente a 300°C, viene introdotta a pressione atmosferica ( $p_0 = 10^5$  Pa) in un contenitore diatermico rigido con un coperchio avente superficie  $S = 100$  cm<sup>2</sup>. Il contenitore viene poi raffreddato fino a raggiungere l'equilibrio termico a 150°C. Determinare la differenza fra la pressione esterna e interna e calcolare quale forza minima va applicata al coperchio per aprire il contenitore. [ $\Delta p = 26,2$  kPa;  $F = 262$  N]

10) Una mole di gas perfetto biatomico è sottoposta alla serie di trasformazioni reversibili riportate nel grafico pT. Disegnare il ciclo termodinamico nel piano di Clapeyron e, sapendo che  $V_A = 10^{-2}$  m<sup>3</sup> e  $p_0 = 10^5$  Pa, determinare la pressione in B e il segno del lavoro compiuto dal gas in un ciclo. [ $p_B = 2 \cdot 10^5$  Pa]



1) a: König b: Huygens-Steiner

2) a: I cardinale:  $-T \sin\theta + Rv = 0$ ;  $T \cos\theta - Mg - F_A = 0$ ;  $F_A = \mu_d Rv$ ;

Il cardinale con polo in O:  $+R F_A = I \alpha$

b: I cardinale:  $-T \sin\theta + Rv = 0$ ;  $T \cos\theta - Mg + F_A = 0$ ;  $F_A = \mu_d Rv$ ;

Il cardinale con polo in O:  $-R F_A = I \alpha$

3) non c'è lavoro di forze non conservative; inizialmente  $U = mg \cdot 2R$  e  $K = 0$ ; quando  $m$  è sull'asse istantaneo di rotazione  $U = 0$  e il disco ha  $K = \frac{1}{2} I \omega^2$  con  $I = \frac{3}{2} MR^2$

$\rightarrow \omega^2 = 8/3 mg/(MR)$

4) durante l'urto si conserva il momento angolare:  $m v_0 R/M_A = I \omega_0$  con  $I = (\frac{1}{2} MR^2 + mR^2)$ .

Dopo l'urto  $\omega(t) = \omega_0 - M_A/I t$

5)  $K = \frac{1}{2} I \omega^2$ ;  $P = M \omega \rightarrow K = \frac{1}{2} I (P/M)^2$ .  $Q = 1/3 K \cdot 2/3$ ;  $\Delta T = Q/C$

6)  $m c_{H_2O} (0^\circ - 30^\circ) + \lambda_f M = 0$

7) Le capacità termiche del metallo e dell'acqua sono rispettivamente:  $C_m = 3 R = 24,63$  J/K e  $C_{H_2O} = 10 \text{ g} \times 4,18 \text{ (kJ/kg K)} = 41,8$  J/K. Considerare che lo scambio termico è solo fra loro: si ha  $T_f = (C_m T_m + C_{H_2O} T_{H_2O})/(C_m + C_{H_2O})$ .

8) La potenza termica trasmessa inizialmente per conduzione è data da  $dQ/dt = k S/d \Delta T$  con  $S = 2\pi Rh$ .

9) Isocora:  $p_{fin} = p_0 T_{fin}/T_{in}$ ; quali forze agiscono sul coperchio?

10) dal grafico si evince che  $p/T = \text{cost} \rightarrow p_B = 2 p_0$ . Considerando  $pV = nRT$  si ricava il ciclo  $A: [p_0, V_A, T_0] \rightarrow B: [2p_0, V_A, 2T_0] \rightarrow C: [p_0, 2V_A, 2T_0] \rightarrow A$  da cui si ricavano le trasformazioni del ciclo: AB isocora ( $V = V_A$ ); BC isoterma ( $T = 2 T_0$ ); CA isobara ( $p = p_0$ ). Il ciclo è percorso in senso orario  $\rightarrow$  positivo

I primi esercizi che verranno corretti seguiranno l'ordine 2 3 5 7 9 10