

## Classi QUARTE

Gli studenti con sospensione di giudizio in matematica devono ripassare tutto il programma, riguardare gli esercizi svolti in classe e risolvere tutti gli esercizi indicati.

Gli studenti che hanno avuto la valutazione finale di SEI DECIMI, ma con lettera di invito al ripasso, possono non risolvere gli esercizi di numero multipli di 3.

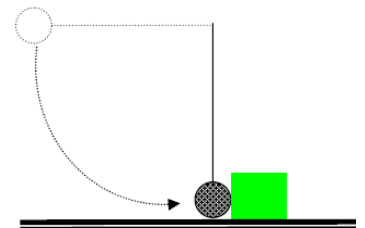
Gli studenti che hanno avuto la valutazione finale di SEI DECIMI, devono risolvere gli esercizi di numero dispari.

Gli studenti che hanno avuto la valutazione finale di SETTE DECIMI, devono risolvere gli esercizi di numero multiplo di 4.

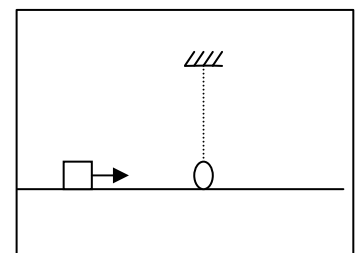
Gli studenti che hanno avuto la valutazione finale maggiore o uguale a OTTO DECIMI, devono risolvere gli esercizi di numero multiplo di 10.

- Due carrelli di massa  $m_A = 1 \text{ kg}$  e  $m_B = 3 \text{ kg}$  si muovono l'uno contro l'altro con velocità  $v_{0A} = 5 \text{ m/s}$  e  $v_{0B} = -4 \text{ m/s}$ . Calcolare le velocità finali sapendo che l'urto è elastico. [ $v_A = -8.5 \text{ m/s}$ ;  $v_B = 0.5 \text{ m/s}$ ]
- Due carrelli che scorrono senza attrito su una rotaia orizzontale si urtano e restano attaccati dopo l'urto. ( $m_A = 50 \text{ kg}$ ,  $m_B = 75 \text{ kg}$ ,  $v_{Ai} = 15 \text{ km/h}$ ,  $v_{Bi} = 10 \text{ km/h}$ ). Esprimere la velocità finale comune, note le due velocità iniziali e le masse. [ $v = 3.34 \text{ m/s}$ ]
- Due bambini giocano con due automobili, aventi ciascuna la massa di  $120 \text{ g}$ , che si scontrano dopo aver percorso, con velocità di  $5 \text{ m/s}$ , due piste disposte perpendicolarmente l'una all'altra. Calcola:
  - la quantità di moto di ciascuna automobiline
  - la quantità di moto complessiva del sistema
  - il modulo e il verso della velocità con la quale le automobili si muovono dopo lo scontro se restano incastrate l'una nell'altra. [ $0,6 \text{ Ns}$ ;  $0,85 \text{ Ns}$ ]

- Un palla rigida di massa  $m = 0.5 \text{ kg}$  è agganciata ad una fune lunga  $L = 0.8 \text{ m}$ , fissata all'altra estremità. La palla viene abbandonata quando la fune è tesa e orizzontale. Giunta nel punto più basso della traiettoria, la palla colpisce elasticamente e istantaneamente un blocco rigido di massa  $M = 3 \text{ kg}$ , inizialmente fermo su una superficie scabra. Si calcolino:
  - la velocità della palla immediatamente dopo l'urto. [ $v_1, f = -2.83 \text{ m/s}$ ]
  - la velocità del blocco immediatamente dopo l'urto [ $v_2, f = 1.13 \text{ m/s}$ ]
  - Supponendo che il blocco si metta in moto con velocità  $v_2$  quanto deve valere il coefficiente di attrito dinamico tra piano e corpo affinché quest'ultimo si arresti dopo aver percorso una distanza  $d = 74 \text{ cm}$ . [ $\mu = 0.13$ ]



- Un blocchetto di massa  $m_1 = 2.0 \text{ kg}$  urta elasticamente un pendolo di massa  $m = 500 \text{ g}$ , inizialmente fermo, sostenuto da un filo ideale di lunghezza  $l = 2.0 \text{ m}$ .
  - Determinare la velocità di entrambi i corpi subito dopo l'urto se  $v_1 = 5.0 \text{ m/s}$ .
  - Determinare se  $m_2$  è in grado di compiere un giro completo e, in caso contrario, quale velocità dovrebbe avere, al minimo,  $m_1$  per ottenere tale rotazione.

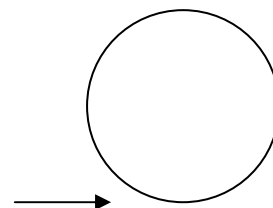


- Un proiettile di massa  $m_1 = 50 \text{ g}$  viene lanciato da un cannone a molla, inizialmente in quiete, di massa  $m_3 = 2,0 \text{ kg}$  che, subito dopo il lancio, parte con velocità  $v_3 = 0,50 \text{ m/s}$  verso sinistra.
  - Determinare la velocità del proiettile.
  - Il proiettile urta un oggetto di massa  $m_2 = 200 \text{ g}$  attaccato ad una molla di costante elastica  $k = 140 \text{ N/m}$ ; sapendo che il coefficiente d'attrito tra il piano e il blocchetto è  $\mu = 0,30$  e che l'urto è completamente anelastico, determinare la massima compressione della molla.
  - Determinare il lavoro di penetrazione durante l'urto.
- Un corpo di massa  $M = 20,0 \text{ kg}$  è in moto nella direzione positiva delle  $x$  alla velocità di  $200 \text{ m/s}$  quando, per effetto di un'esplosione interna, si spacca in tre pezzi. Un pezzo, di massa  $m_1 = 10,0 \text{ kg}$ , parte dal punto dell'esplosione alla velocità di  $100 \text{ m/s}$  nella direzione positiva dell'asse  $y$ . Un secondo frammento, di massa  $m_2 = 4,00 \text{ kg}$ , si allontana lungo l'asse  $x$  nel

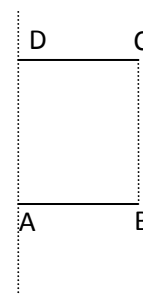
verso negativo, alla velocità di 500 m/s. a) Determinare il vettore velocità del terzo frammento (sia in forma cartesiana, sia in modulo e direzione). b) Quanta energia è stata liberata dall'esplosione? Trascurare gli effetti della forza di gravità.

8. Un disco, inizialmente fermo, viene messo in rotazione con accelerazione angolare costante  $\alpha_1 = 4 \text{ rad/s}^2$  attorno ad un asse perpendicolare al piano del disco e passante per il suo centro. Dopo 60 s l'accelerazione angolare cessa e il disco ruota con velocità angolare costante per 30 s. Infine il disco decelera uniformemente per 20 s fino a fermarsi. Si determini:  
 (a) quanti giri completi compie il disco complessivamente [2674 giri]  
 (b) quanto vale la decelerazione angolare durante la fase di frenata; [ $\alpha = -12 \text{ rad/s}^2$ ]
9. Un punto materiale si muove su una circonferenza di raggio  $R = 1 \text{ m}$  con accelerazione angolare  $\alpha = -1.96 \text{ rad/s}^2$ . Se la velocità scalare iniziale del punto è  $v_0 = 10 \text{ m/s}$   
 (a) dopo quanto tempo la velocità angolare vale 0; [ $t = 5.1 \text{ s}$ ]  
 (b) il numero di giri completi percorsi dal punto materiale prima di fermarsi. [4 giri completi]
10. Un cilindro pieno e omogeneo di massa  $M$  e raggio  $R$  rotola senza strisciare lungo un piano inclinato di altezza  $h = 9 \text{ m}$  e lunghezza  $l = 18 \text{ m}$ . In quanto tempo il cilindro raggiungerà la base del piano? Quanto vale la velocità del centro di massa?  
 [ $t = 3.32 \text{ s}$ ;  $v_{cm} = 10.8 \text{ m/s}$ ]

11. Un anello di massa  $M = 2.0 \text{ kg}$  e raggio  $15 \text{ cm}$  ruota in verso orario intorno al suo asse con velocità angolare  $\alpha = 20 \text{ rad/s}$ . Un proiettile di massa  $m = 50 \text{ g}$  viene sparato contro il bordo dell'anello tangenzialmente ad esso, con una velocità  $v = 40 \text{ m/s}$ .



- a) Determinare la velocità angolare del sistema supponendo che il proiettile si incastri nell'anello.  
 b) Determinare l'energia dissipata nell'urto.
12. Un cilindro pieno avente raggio  $R = 28 \text{ cm}$  e massa  $M = 9.0 \text{ kg}$  può ruotare intorno al suo asse di simmetria; intorno al cilindro è avvolta una corda leggera che viene tirata con la forza di  $55 \text{ N}$ . Calcolare: a) il momento della forza; b) l'accelerazione angolare del cilindro e l'accelerazione tangenziale; c) la velocità angolare del cilindro dopo  $t = 8.0 \text{ s}$ , sapendo che il cilindro è inizialmente fermo; d) quanti giri compie il cilindro in  $8.0 \text{ s}$ .
13. Un sistema è costituito da quattro particelle di massa  $m$  collegate da due asticelle di lunghezza  $l$  e altre due di lunghezza  $a$ . Il sistema ruota con velocità angolare  $\alpha$  intorno all'asse AD. Calcolare il momento d'inerzia del sistema: a) se le asticelle hanno tutte massa trascurabile; b) se le asticelle AB e DC hanno massa  $M$  ciascuna.

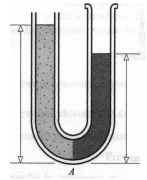


(Momento d'inerzia di una asticella di massa  $M$  e lunghezza  $L$  che ruota attorno ad un asse perpendicolare ad essa e passante per il suo centro:  $I = \frac{1}{12} ML^2$ )

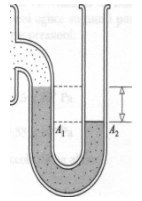
14. Un cilindro di massa  $m$  e raggio  $r$  ha una cordicella arrotolata attorno al suo bordo. L'estremo superiore della cordicella è tenuto fisso e il cilindro viene lasciato libero di cadere. Dimostrare che la sua accelerazione lineare è  $\frac{2}{3} g$ .
15. Una massa di  $20 \text{ kg}$  è appesa all'estremità di una barra lunga  $2.0 \text{ m}$  avente la massa di  $4.0 \text{ kg}$ . Una corda è attaccata all'estremità della barra e ad un punto della parete posto  $1.0 \text{ m}$  sopra il punto O nel quale la barra è incernierata. Calcolare le componenti e il modulo della tensione della corda e le componenti della forza esercitata sulla barra dalla parete nel punto O.
16. Un tuffatore di peso  $580 \text{ N}$  si trova all'estremità di un trampolino di peso trascurabile lungo  $4.5 \text{ m}$  fissato a due pilastri: A (estremità opposta a quella nella quale si trova il tuffatore) e B, distanti tra loro  $d = 1.5 \text{ m}$ . Calcolare le forze  $F_A$ ,  $F_B$ , che i pilastri esercitano sul trampolino.
17. La piattaforma di una giostra che ha un momento di inerzia di  $200 \text{ kg m}^2$  sta ruotando alla velocità di  $0.20$  giri/secondo. Una ragazza di massa  $50 \text{ kg}$  salta verso il centro della giostra e si ferma ad una distanza di  $2.0 \text{ m}$  dal centro. A) Calcolare la velocità angolare della giostra dopo che la ragazza vi è saltata sopra. B) Calcolare l'energia cinetica del sistema ragazza-giostra prima e dopo il salto della ragazza; come si può spiegare la variazione? C) Se la ragazza salisse sulla stessa giostra in moto con la stessa velocità iniziale correndo alla velocità di  $2.0 \text{ m/s}$  in direzione tangenziale rispetto alla piattaforma e saltasse proprio sul bordo a  $2.5 \text{ m}$  dal centro, quale sarebbe la velocità angolare finale della giostra?

18.

La Figura mostra una colonna d'acqua di 40 cm che sostiene una colonna di un fluido sconosciuto alta 31 cm; qual è la densità di quest'ultimo?



19. Il dispositivo della Figura, formato da un tubo a U collegato a un serbatoio, è chiamato *manometro*, come si può osservare, il mercurio nel tubo raggiunge in un ramo un'altezza maggiore rispetto a quella raggiunta nell'altro. Qual è la pressione nel serbatoio, se la pressione atmosferica è 76 cm di mercurio? La densità del mercurio è  $13.6 \text{ g/cm}^3$ . [ $P = 95 \text{ kPa}$ ].



20. Un blocco di metallo ha un peso apparente di 100 N nel vuoto, 60 N se immerso in acqua, 64 N se immerso in benzolo. Conoscendo la densità dell'acqua ( $1 \text{ g/cm}^3$ ), determinare le densità del metallo e del benzolo e il volume del blocco. [ $2.5 \text{ g/cm}^3$ ,  $0.9 \text{ g/cm}^3$ ;  $4.08 \text{ dm}^3$ ]
21. La massa di un blocco di alluminio è 25.0 g. (a) Qual è il suo volume? (b) Quale sarà la tensione di un filo che sostiene il blocco, quando questo è totalmente immerso nell'acqua? La densità dell'alluminio è  $2700 \text{ kg/m}^3$ .
22. Un componente in lega ha una massa di 86 g se misurato nell'aria e di 73 g se immerso nell'acqua. Si calcoli il suo volume e la sua densità.
23. Un cilindro solido di alluminio, avente  $\rho = 2700 \text{ kg/m}^3$ , ha una massa di 67 g se misurato nell'aria e di 45 g se immerso nella trementina. Si determini la densità di quest'ultima.
24. Un tappo di vetro ha una massa di 2.50 g se misurato nell'aria, 1.50 g nell'acqua e 0.70 g nell'acido solforico. Quali sono la densità e il peso specifico dell'acido?
25. La densità del ghiaccio è  $917 \text{ kg/m}^3$ ; se un blocco di ghiaccio galleggia in acque dolci, quale sarà il volume della porzione al di sopra della superficie?
26. Una cassa rettangolare di massa 60 kg, aperta in cima, ha una base di dimensioni 1.0 m per 0.80 m ed è profonda 0.50 m. (a) Quale sarebbe l'altezza della parte immersa nell'acqua dolce? (b) Qual è il peso  $F_p$ , di una zavorra in grado di farla immergere per 30 cm? [ $0,075 \text{ m}$ ;  $180 \text{ kg}$ ]
27. Dovendo utilizzare della materia plastica espansa ( $\rho_p = 0.58 \text{ g/cm}^3$ ) come salvagente, qual è il volume di plastica necessario a mantenere a galla in un lago il 20% (di volume) di un uomo di 80 kg? La densità media dell'uomo è  $1.04 \text{ g/cm}^3$ . [ $0,044 \text{ m}^3$ ]
28. Un bicchiere parzialmente riempito con acqua, avente un peso di 2.30 N, poggia su una bilancia; se la bilancia segna 2.75 N nel caso in cui un pezzo di metallo appeso a un filo venga totalmente immerso nel bicchiere (senza che tocchi il fondo), quale sarà il volume del metallo? [ $46 \text{ cm}^3$ ]
29. Si sospetta che una pepita di oro puro ( $\rho = 19.3 \text{ g/cm}^3$ ) sia cava al centro; se la sua massa misurata in aria è 38.25 g e misurata in acqua è 36.22 g, qual è il volume della cavità centrale della pepita? [ $0,048 \text{ cm}^3$ ]
30. Quale deve essere il volume  $V$  di un pallone aerostatico di 5.0 kg riempito con elio ( $d_{\text{He}} = 0.178 \text{ kg/m}^3$ ), affinché sia in grado di sollevare un carico di 30 kg? Si usi  $d_{\text{aria}} = 1.29 \text{ kg/m}^3$ .
31. Un equilibrista di 60 kg è in equilibrio su un'asta, la cui estremità in contatto con il pavimento ha un'area di  $0.92 \text{ cm}^2$ . Si determini la pressione esercitata dall'asta sul pavimento, trascurando il suo peso. [ $6.4 \text{ MPa}$ ]
32. Una città viene rifornita d'acqua direttamente da un serbatoio sopraelevato a forma di torre. Se la superficie dell'acqua nel serbatoio si trova 26.0 m più in alto rispetto al livello del rubinetto di una casa, quale sarà la pressione dell'acqua a tale livello? [ $255 \text{ kPa}$ ]

33. A un'altezza di 10 km sopra il livello del mare, la pressione atmosferica è circa 210 mm di mercurio. Qual è la forza normale risultante agente su un finestrino di  $600 \text{ cm}^2$  di un aeroplano che vola a quest'altezza, posto che la pressione all'interno dell'aereo sia 760 mm di mercurio? La densità del mercurio è  $13\,600 \text{ kg/m}^3$ . [4.4 kN]
34. Si calcoli la pressione che permette a impianto di rifornimento idrico di sollevare verticalmente l'acqua per 50.0 m. [490 kPa]
35. Se l'area di un pistone di una pompa premente è  $8.0 \text{ cm}^2$ , quale forza vi deve essere applicata, affinché sia possibile sollevare olio ( $\rho = 0.78 \text{ g/cm}^3$ ) a un'altezza di 6.0 m, posto che la sua superficie si trovi all'aperto, a contatto con l'atmosfera? [37 N]
36. Un oggetto di metallo «pesa» 26.0 g in aria e 21.48 g se completamente immerso in acqua. Quali sono il volume e la densità dell'oggetto? [ $4.55 \text{ cm}^3$ ,  $5.72 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ]
37. Un pezzo solido di alluminio ( $\rho = 2.70 \text{ g/cm}^3$ ) ha una massa misurata in aria di 8.35 g; se viene appeso a un filo e immerso in un tino d'olio ( $\rho = 0.75 \text{ g/cm}^3$ ), quale sarà la tensione del filo? [0.059 N]
38. Un bicchiere contiene un olio di densità  $0.80 \text{ g/cm}^3$ . Se un cubo di alluminio ( $\rho = 2.70 \text{ g/cm}^3$ ) di lato 1.6 cm viene immerso completamente nell'olio mediante un filo, si determini la tensione del filo. [0.076 N]
39. In una pressa idraulica, il diametro del pistone maggiore è 20 cm, mentre l'area del pistone minore è  $0.50 \text{ cm}^2$ . Se una forza di 400 N viene applicata al pistone minore, (a) qual è la forza risultante agente sul pistone maggiore? (b) Qual è l'aumento di pressione sotto il pistone minore? (e) E sotto il pistone maggiore? [(a)  $2.5 \times 10^5 \text{ N}$ ; (b) 8.0 MPa; (e) 8.0 MPa]
40. Un cubo di metallo, avente ogni lato di 2.00 cm, ha una densità di  $6600 \text{ kg/m}^3$ . Si determini la sua massa apparente, nel caso in cui sia totalmente sommerso dall'acqua. [44.8 g]
41. Un cubo solido di legno, avente ogni spigolo di 30.0 cm, può essere totalmente immerso nell'acqua se spinto verso il basso da una forza di 54.0 N. Qual è la densità del legno? [ $800 \text{ kg/m}^3$ ]
42. Un serbatoio pesante 78.6 N, contenente un olio di  $\rho = 0.80$ , poggia su una bilancia. Se, mediante un filo metallico, un cubo di alluminio ( $\rho = 2.70$ ) di lato 6.0 cm viene totalmente immerso nell'olio, si determini (a) la tensione del filo e (b) il peso che si legge sulla bilancia, in caso non ci siano fuoriuscite d'olio. [(a) 4.0 N; (b) 80 N]
43. Due forze dirette verso il basso, rispettivamente di 45.0 N e di 15.0 N, sono necessarie per mantenere un blocco di plastica totalmente immerso nell'acqua e nell'olio. Se il volume del blocco è  $8000 \text{ cm}^3$ , si determini la densità dell'olio. [ $620 \text{ kg/m}^3$ ]
44. Si determini la forza non bilanciata agente su una palla di ferro ( $r = 1.5 \text{ cm}$ ,  $\rho = 7.8 \text{ g/cm}^3$ ) non appena essa viene lasciata libera di muoversi, nel caso in cui sia completamente immersa (a) nell'acqua e (b) nel mercurio ( $\rho_{\text{Hg}} = 13.6 \text{ g/cm}^3$ ). Quale sarà l'accelerazione iniziale della palla nei due liquidi? [(a) 0.94 N verso il basso,  $8.6 \text{ m/s}^2$  verso il basso; (b) 0.80 N verso l'alto,  $7.3 \text{ m/s}^2$ ]
45. Un pallone aerostatico e la sua navicella hanno, vuoti, una massa complessiva di  $2.0 \times 10^2 \text{ kg}$ . Una volta riempito, il pallone contiene  $900 \text{ m}^3$  di elio di densità pari a  $0.183 \text{ kg/m}^3$ . Si determini il carico supplementare che il pallone può sollevare, oltre al proprio peso. La densità dell'aria è  $1.29 \text{ kg/m}^3$ . [7.9 kN]
46. Un pezzo di metallo ha una massa di 5.00 g se misurato nell'aria, di 3.00 g nell'acqua e di 3.24 g nel benzene. Si determini la densità del metallo e del benzene. [ $2.50 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $880 \text{ kg/m}^3$ ]
47. Una molla, che può essere o di bronzo ( $\rho_s$  8.8) o di ottone ( $\rho_s$  8.4), ha una massa di 1.26 g se misurata in aria e di 1.11 g in acqua. Di quale materiale, tra i due considerati, è costituita la molla? [Di ottone]

48. Qual è il volume della porzione di un blocco di quarzo ( $\rho = 2.65 \text{ g/cm}^3$ ) che rimane sommersa, quando il blocco fluttua in un recipiente riempito con mercurio ( $\rho = 13.6 \text{ g/cm}^3$ )? [0.195]
49. Nel centro della faccia superiore di un cubo di legno che galleggia in acqua è collocata una massa di 200 g. Se il cubo sale 2.00 cm quando la massa viene rimossa, si determini il volume del cubo. [ $1.00 \times 10^3 \text{ cm}^3$ ]
50. Un tappo di sughero ha una massa misurata in aria di 5.0 g, mentre la massa di un piombino misurata nell'acqua è 86 g. Il tappo viene legato al piombino, cosicché assieme la loro massa misurata sott'acqua è 71 g. Qual è la densità del tappo? [ $2.5 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ ]
51. In un bicchiere d'acqua galleggia un cubetto di ghiaccio di  $10 \text{ cm}^3$ . Se il bicchiere viene riempito fino all'orlo di acqua fredda, quale quantità d'acqua sarà fuoriuscita dal bicchiere una volta che il cubetto di ghiaccio si sarà completamente sciolto? Il peso specifico del ghiaccio è 0.92. [Nessuna]
52. In un tubo di vetro piegato a U, una colonna di olio d'oliva alta 50.0 cm in un ramo bilancia una colonna d'acqua di 46.0 cm nell'altro ramo; qual è la densità dell'olio d'oliva? [920  $\text{kg/m}^3$ ]
53. In una giornata in cui la pressione atmosferica è  $1.000 \times 10^5 \text{ Pa}$ , un chimico distilla un liquido in condizioni di pressione leggermente ridotta. La pressione nella camera di distillazione è misurata da un manometro riempito con olio (di densità pari a  $0.78 \text{ g/cm}^3$ ), la cui differenza di altezza nei due rami è 27 cm. Qual è la pressione nella camera di distillazione? [98 kPa]
54. Una corona che si suppone sia fatta d'oro, ha la massa di 8.00 Kg. Quando viene posta in un recipiente pieno d'acqua traboccano  $691 \text{ cm}^3$  d'acqua.
- La corona è fatta di oro puro oppure di una lega con qualche altro metallo?
  - Se la corona viene appesa ad un dinamometro ed immersa completamente in acqua, quale sarà il valore di massa misurato dalla bilancia?(densità dell'oro =  $19,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) [Risultato: b)  $m=7.3 \text{ Kg}$ ]
55. Una sfera rigida di volume  $V = 500 \text{ litri}$  e densità  $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$  è ancorata sul fondo del mare tramite una molla di costante elastica  $k$ . La molla è deformata di 20 cm rispetto alla posizione di riposo.
- Dire se in queste condizioni la molla è compressa o allungata (giustificando la risposta).
  - Si calcoli la costante elastica della molla (per semplicità si assuma che la densità dell'acqua di mare sia  $\rho_o = 1 \text{ g/cm}^3$ ).
56. Quale è il carico massimo che può portare una zattera, larga 2m, lunga 6m, con un bordo di 40 cm di altezza sull'acqua, la cui massa (senza carico) è di 250 Kg ?
57. Un cubo di ferro (densità  $\text{Fe} = 7.86 \text{ g/cm}^3$ ) di lato 0.5 m, viene collocato in una grande vasca di mercurio (densità  $\text{Hg} = 13.63 \text{ g/cm}^3$ ). Il cubetto affonda o galleggia (si giustifichi la risposta) ? Se galleggiasse, mantenendosi parallelo al piano orizzontale, quale sarebbe la distanza tra la superficie del mercurio e la faccia inferiore del cubo ?[ 28.8 cm]
58. Una lastra di ghiaccio a forma di parallelepipedo, di sezione  $S = 2.5 \text{ m}^2$  e spessore 20 cm, galleggia in acqua. Calcolare:
- l'altezza della parte immersa
  - quale dovrebbe essere lo spessore minimo del blocco di ghiaccio per sostenere una persona di massa 75 Kg, senza che questa si bagni. [Soluzione:  $h_{\text{im}} = 18.4 \text{ cm}$ ;  $s_{\text{min}} = 37.5 \text{ cm}$ ]
59. Dell'acqua fluisce attraverso un tubo orizzontale di diametro 2,5cm unito ad un secondo tubo orizzontale di diametro 1,5cm. La differenza di pressione tra i due tubi è 7,5 kPa.
- In quale parte di tubo la velocità del flusso dell'acqua è maggiore?
  - In quale parte del tubo la pressione alla quale si trova l'acqua è maggiore?
  - Trovare il modulo delle velocità di flusso dell'acqua nei due tubi.[ $v_1=1,5 \text{ m/s}$ ;  $v_2=4,2 \text{ m/s}$ ]
60. Una siringa può essere schematizzata come una conduttura con due sezioni il corpo (con diametro  $d_1 = 1,2 \text{ cm}$ ) e l'ago (con diametro  $d_2 = 100 \mu\text{m}$ ). Si consideri che la densità del liquido contenuto nella siringa sia il doppio di quello dell'acqua, e che la forza esercitata sullo stantuffo sia  $F = 1 \text{ N}$ . Calcolare la velocità di fuoriuscita del liquido dall'ago. Se si orienta la siringa verso l'alto, a quale altezza può arrivare il liquido? [3.0 m/s; 0.45 m]
61. Una certa massa di un gas occupa un volume di  $20 \text{ cm}^3$  a  $20^\circ\text{C}$ . Si trovi il volume che occupa, alla stessa pressione, a  $40^\circ\text{C}$ . [ $21 \text{ cm}^3$ ]
62. Dieci litri di un gas si trovano a  $-50^\circ\text{C}$  di temperatura e alla pressione di 0,1 atm. A quale temperatura occuperebbero il

volume di 20 litri alla pressione di 0,2 atm? [619 °C]

63. Se la pressione cui è soggetto un gas viene dimezzata e la temperatura ridotta a due terzi del valore iniziale, in quale rapporto stanno i volumi finale e iniziale? [4/3]
64. Un cilindro con un pistone mobile contiene gas a 30° C quando il volume è di 0,50 m<sup>3</sup>. Mantenendo costante la pressione il gas viene riscaldato fino a 70° C. Calcolare di quanto si è alzato il pistone nel passaggio dallo stato iniziale a quello finale se la sezione del cilindro è 30 dm<sup>3</sup> [23 cm]
65. Il pneumatico di un furgone viene gonfiato con aria inizialmente alla temperatura di 12,0 °C e pressione 102 kPa. Durante la procedura, l'aria è compressa al 27,0% del volume iniziale e la temperatura raggiunge 38,0 °C. Determina la pressione dopo il gonfiaggio. [412 kPa]
66. Un cilindro dotato di pistone mobile di massa trascurabile racchiude un gas ideale in un volume di 10 dm<sup>3</sup> quando la sua temperatura vale 0 °C. La massa del gas è di 10 g e il suo calore specifico vale 0,2 cal/(g °C). Al gas vengono ora fornite 100 cal. Determinare il volume finale del gas supponendo che la pressione esterna al cilindro non subisca alcuna variazione. [V<sub>f</sub>=11,8dm<sup>3</sup>]
67. Un gas si trova in un recipiente ermeticamente chiuso. La sua temperatura è di 0 °C e la sua pressione di 10<sup>5</sup> Pa. La temperatura viene abbassata di 30 °C. Determinare la pressione P<sub>f</sub> del gas in questa nuova situazione. [P<sub>f</sub>=0,89 · 10<sup>5</sup> Pa]
68. Un gas ideale è contenuto in un recipiente di volume costante. La sua temperatura è di 200 °C, mentre la sua pressione vale 2 · 10<sup>5</sup> Pa. Determinare il valore della pressione del gas dopo che la sua temperatura è stata portata a 400 °C. [P<sub>f</sub> = 2,85 · 10<sup>5</sup> Pa]
69. In un gas ideale, a volume costante, raddoppia la pressione. Se la temperatura iniziale del gas è pari a 17 °C, quale sarà la temperatura finale, sempre espressa in gradi centigradi? [T<sub>f</sub>=580 K=307 °C]
70. 56 g di azoto sono contenuti in un recipiente di volume 10 dm<sup>3</sup> alla temperatura di 27 °C. Determinare la pressione esercitata dal gas. Si tenga presente che la massa molare dell'azoto è 28 g/mol. [P = 4,99 · 10<sup>5</sup> Pa]
71. Due recipienti di ugual volume contengono due gas diversi alla temperatura identica di 300 K. Nel primo recipiente si rileva una pressione tripla di quella dell'altro. Determinare il rapporto tra il numero di moli del gas contenute nel primo recipiente e il numero di moli del gas contenute nel secondo recipiente. [n<sub>1</sub>/n<sub>2</sub> = 3]
72. Un recipiente di 2 m<sup>3</sup> contiene un aeriforme a 0 °C e 760 torr. Il volume del recipiente viene portato a 3 m<sup>3</sup>, mentre la temperatura dell'aeriforme viene portata a 100 °C. Determinare la pressione finale dell'aeriforme in pascal. [P=0,92 · 10<sup>5</sup> Pa]
73. Un aeriforme alla temperatura di 500 K occupa il volume di 2 m<sup>3</sup>. Quale volume occuperà alla temperatura di 300 K nell'ipotesi che la variazione termica sia avvenuta a pressione costante? [V<sub>300K</sub> =1,2 m<sup>3</sup>]
74. Due moli di un gas sono inizialmente a 3 atm e occupano il volume di 20 l. Calcolare il volume finale V<sub>f</sub> del gas se la pressione dimezza e la temperatura scende di 100 °C. Calcolare inoltre la temperatura finale T<sub>f</sub> del gas. [V<sub>f</sub>= 29 l; T<sub>f</sub>= 264 K]
75. La densità dell'azoto alla temperatura di 0 °C e alla pressione di 1,01 · 10<sup>5</sup> Pa è di 1,25 · 10<sup>-3</sup> g/cm<sup>3</sup>. Determinare la densità del medesimo a 100 °C e alla pressione di 2,02 · 10<sup>5</sup> Pa. [1,83 kg/m<sup>3</sup>]
76. Un gas ha un volume di 0,8 dm<sup>3</sup> e una pressione di 3,5 · 10<sup>5</sup> Pa alla temperatura di -100 °C. Quale temperatura assume il gas se la pressione scende a 2,8 · 10<sup>5</sup> Pa e il volume aumenta a 1,2 dm<sup>3</sup>? Di quante moli è composto il gas? [t = - 65,4 °C; n = 0, 195 mol]
77. 10 l di ossigeno a 5 atm e 30 °C vengono introdotti in una bombola di capacità 20 l unitamente a 25 l di azoto a 10 atm e 20 °C. Al termine dell'operazione, che avviene con contemporaneo riscaldamento, la temperatura della bombola è di 40 °C. Determinare la massa di gas contenuta nella bombola e la sua pressione in pascal. [massa totale di gas = 354 g; pressione = 1,6 · 10<sup>6</sup> Pa]
78. Un gas ha un volume iniziale V = 40 l, una pressione P = 3 atm e una temperatura t = 400 °C. A temperatura costante, il volume è ridotto a 30 l. Successivamente, tenendo costante il nuovo volume, la temperatura viene fatta scendere a 200 °C. Calcolare la pressione finale, il numero di moli del gas e fare un grafico delle due trasformazioni subite. [P<sub>f</sub>=2,81 atm; n<sub>mol</sub>=2,17]

79. Una bombola di capacità  $V=20\text{ dm}^3$  contiene azoto alla pressione di  $10^7\text{ Pa}$  e  $20^\circ\text{C}$ . La bombola viene posta in comunicazione con un'altra, vuota e di capacità  $10\text{ dm}^3$ . Dopo che l'aeriforme ha riacquisito la temperatura di equilibrio (identica a quella che possedeva quando era contenuto nella prima bombola) quanto vale la sua pressione nelle bombole? Quanti kilogrammi di azoto sono contenuti in ciascuna bombola? [ $P=66,7\text{ atm}$ ;  $m_1=1,55\text{ kg}$ ;  $m_2=0,776\text{ kg}$ ]
80. In un recipiente di  $20\text{ dm}^3$  sono contenute due moli di elio. La pressione esercitata dal gas è di  $2,5 \cdot 10^5\text{ Pa}$ . Determinare la velocità media delle molecole di elio. [ $V=1370\text{ m/s}$ ]
81. Un gas ideale è costituito da atomi di massa molare  $70\text{ g/mole}$ . La velocità media delle sue molecole risulta uguale a  $450\text{ m/s}$ . Determinare la sua temperatura. [ $T=571\text{ K}$ ]
82. Un recipiente contiene neon alla temperatura di  $273\text{ K}$ . Il recipiente viene riscaldato a volume costante fino alla temperatura di  $373\text{ K}$ . Determinare la velocità media delle molecole di neon prima e dopo il riscaldamento. [ $V_1=492\text{ m/s}$ ;  $V_2=575\text{ m/s}$ ]
83. Due gas si trovano nello stesso recipiente alla stessa temperatura. Le molecole del primo gas hanno massa doppia di quelle del secondo gas. Determinare il rapporto fra la velocità media delle molecole del primo e del secondo gas. [ $v_1/v_2=0,707$ ]
84. Se riempiamo una bottiglia da  $1,0\text{ L}$  fino all'orlo di olio di oliva alla temperatura di  $10^\circ\text{C}$  e successivamente la poniamo a contatto con una sorgente di calore la sua temperatura aumenta fino a  $35^\circ\text{C}$ . L'olio trabocca dalla bottiglia? Calcolare la quantità di olio che trabocca considerando trascurabile la dilatazione del vetro.
85. Quale sarà la temperatura finale di equilibrio se a  $10\text{ g}$  di latte a  $10^\circ\text{C}$  si aggiungono  $160\text{ g}$  di caffè bollente a  $90^\circ\text{C}$ ?
86. Si riscaldino palline di rame, ciascuna di massa  $m=1\text{ g}$  alla temperatura di  $100^\circ\text{C}$ . Quante palline bisogna mettere a contatto con  $500\text{ g}$  di acqua inizialmente alla temperatura di  $20^\circ\text{C}$  affinché la temperatura finale di equilibrio dia di  $25^\circ\text{C}$
87. Una massa di  $100\text{ g}$  di una sostanza incognita alla temperatura di  $100^\circ\text{C}$  viene posta in un calorimetro di alluminio (calore specifico  $900\text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{K})$ ) di  $60,0\text{ g}$  che contiene  $150\text{ g}$  di acqua alla temperatura iniziale di  $20^\circ\text{C}$ . Raggiunto l'equilibrio termico si osserva una temperatura finale di  $21,5^\circ\text{C}$ .
- Si trovi il calore totale ceduto dalla sostanza incognita.
  - Si determini il suo calore specifico.
  - Si calcoli quale dovrebbe essere la massa della sostanza incognita affinché l'acqua raggiunga la temperatura finale di  $30^\circ\text{C}$  [ $Q=1023\text{ J}$ ;  $c=130,3\text{ J}/\text{kg}\cdot\text{K}$ ;  $m=748\text{ g}$ ]
88. Si usa  $1\text{ litro}$  di acqua a  $30^\circ\text{C}$  per preparare del tè. Quanto ghiaccio a  $0^\circ\text{C}$  è necessario aggiungere affinché la temperatura del tè sia di  $10^\circ\text{C}$  (il calore specifico del ghiaccio è  $0,50\text{ cal}/\text{g}\cdot^\circ\text{C}$ )
89. Un blocco di ghiaccio di  $40\text{ Kg}$  a  $-78^\circ\text{C}$  viene posto a contatto con  $560\text{ g}$  di acqua in un calorimetro di  $80\text{ g}$  di rame a una temperatura di  $25^\circ\text{C}$ . Si determini la temperatura finale di equilibrio (se non tutto il ghiaccio fonde, si determini la quantità rimanente). Si ricordi che il ghiaccio si porta prima alla temperatura di  $0^\circ\text{C}$  e poi fonde e continua a ricevere calore come acqua) il calore specifico del ghiaccio è  $0,500\text{ cal}/\text{g}\cdot^\circ\text{C}$
90. In un calorimetro che contiene una massa  $m_1=400\text{ g}$  di acqua a temperatura  $t_1=40^\circ\text{C}$ , vengono posti una massa  $m_2=2,500\text{ kg}$  di ghiaccio ( $c_2=0,50\text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ) alla temperatura  $t_2=-16^\circ\text{C}$  e una massa  $m_3=80\text{ g}$  di vapore acqueo ( $c_3=0,480\text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ) temperatura  $t_3=120^\circ\text{C}$ . Trascurando gli scambi di calore con l'esterno determinare la situazione finale. ( $c_{LF}=80\text{ cal}/\text{g}$ ;  $c_{LV}=540\text{ cal}/\text{g}$ )
91. In un calorimetro contenente una massa  $m_1=250\text{ g}$  di acqua alla temperatura  $t_1=10^\circ\text{C}$  viene immerso un blocchetto di alluminio ( $c_2=0,215\text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ) di massa  $m_2=100\text{ g}$  alla temperatura  $t_2=70^\circ\text{C}$ ; sapendo che la temperatura di equilibrio è  $t_e=14,2^\circ\text{C}$ , determinare l'equivalente in acqua del calorimetro.
92. Un pezzo di alluminio di  $50\text{ g}$  [ $c=0,215\text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ] alla temperatura di  $20^\circ\text{C}$  viene posto in un contenitore molto grande di azoto liquido alla temperatura di ebollizione di  $77\text{ K}$ . Quanto azoto evapora per raffreddare l'alluminio fino a  $77\text{ K}$ ? [ $c.\text{ lat. vap. (azoto)}=47,6\text{ cal}/\text{g}$ ].
93. In un calorimetro avente massa equivalente  $m_E=20\text{ g}$  e contenente una massa d'acqua  $m_1=430\text{ g}$  alla temperatura  $t_1=20^\circ\text{C}$  vengono posti un pezzo di alluminio [ $c_2=0,215\text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ] di massa  $m_2=200\text{ g}$  alla temperatura  $t_2=120^\circ\text{C}$  e un blocco di piombo [ $c_3=0,0305\text{ cal}/(\text{g}\cdot^\circ\text{C})$ ] di massa  $m_3=300\text{ g}$  alla temperatura  $t_3$ . Sapendo che la temperatura di equilibrio del sistema è  $t_e=32^\circ\text{C}$ , determinare  $t_3$ .

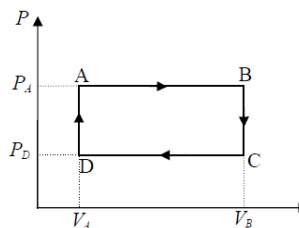
94. Trascurando gli scambi di calore con l'esterno, determinare la situazione di equilibrio che si ottiene se si pongono a contatto una massa d'acqua  $m_1 = 300$  g alla temperatura  $t_1 = 55$  °C, una massa  $m_2 = 500$  g di ghiaccio alla temperatura  $t_2 = -8$  °C e una massa  $m_3 = 280$  g di vapore alla temperatura  $t_3 = 140$  °C. [calore specifico del ghiaccio e del vapore:  $0,50$  cal/(°C g); calore lat. fus.:  $80$  cal/ g; calore lat. vap.:  $540$  cal/ g]
95. Un gas ideale monoatomico, di volume iniziale  $V_1=0.1$ m<sup>3</sup> e  $P_1=2 \cdot 10^5$  Pa, viene riscaldato a pressione costante fino a raddoppiare il volume. Calcolare  $W$ ,  $Q$ ,  $\Delta U$ . [ $W=20$ kJ,  $\Delta U=30$ kJ,  $Q=50$ kJ]
96. Una mole di elio (da approssimare come gas perfetto) alla temperatura  $T_A = 27$  °C occupa inizialmente il volume  $V_A = 1$  litro. Al gas viene fatta compiere una trasformazione quasi statica isoterma che ne raddoppia il volume e poi una compressione adiabatica quasi statica che lo riporta alla pressione iniziale.
- rappresentare le trasformazioni in un diagramma p-V
  - Determinare le coordinate termodinamiche nello stato finale
  - calcolare il lavoro e il calore scambiato dal sistema durante la trasformazione complessiva. [ $V_f = 1.32$  l,  $T_f = 396$  K;  $Q_{tot} = 1726$  J,  $L_{tot} = 531$  J]

97. Il ciclo reversibile mostrato in figura, eseguito da un gas perfetto monoatomico, è costituito da due trasformazioni isocore e due isobare. ( $P_A = 8$  atm;  $P_D = 4$  atm;  $V_A = 2$  lit;  $V_B = 6$  lit.)

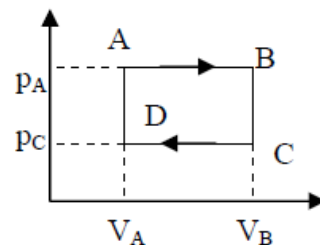
Calcolare:

- il lavoro svolto nella trasformazione AB;
- il calore scambiato nella trasformazione BC ;
- il rendimento del ciclo;

$$[L_{AB} = 3242 \text{ J}; Q_{BC} = -3647 \text{ J}; \eta = 0.17]$$



98. Una macchina termica reversibile lavora fra le temperature  $T_2$  e  $T_1$ . Se la temperatura superiore  $T_2=580$ K e il rendimento della macchina è del 40%, quanto vale  $T_1$ ? Determinare  $Q_2$  e  $Q_1$  in corrispondenza di un lavoro  $W=5$ kJ. [ $348$ K,  $12.5$ kJ,  $-7.5$ kJ]
99. Una macchina termica reversibile compie un ciclo costituito da 2 isobare e 2 isocore (v. figura) utilizzando gas ideale biatomico.  $P_A=3 \cdot 10^5$ Pa,  $V_A=40$ litri,  $T_A=320$ K,  $V_B=3 \cdot V_A$  e  $P_C=1.5 \cdot 10^5$ Pa. Determinare  $W$ ,  $Q$ ,  $\Delta U$  per le trasformazioni AB, BC, CD, DA. [ $n=4.51$ , AB:  $T_B=960$ K,  $W=24$ kJ,  $Q=84$ kJ,  $\Delta U=60$ kJ. BC:  $T_C=480$ K,  $W=0$ ,  $Q=\Delta U=-45$ kJ, CD:  $T_D=160$ K,  $W=-12$ kJ,  $Q=-42$ kJ,  $\Delta U=-30$ kJ, DA:  $W=0$ ,  $Q=\Delta U=15$ kJ,  $W_{TOT}=12$ kJ,  $Q_{ASS}=99$ kJ,  $\eta=0.12$ ]



100. In un ciclo di Carnot le due isoterme vengono eseguite alla temperatura di  $500$  K e  $300$  K, rispettivamente. Durante la fase di espansione vengono forniti  $4000$  J di energia termica. Determinare il lavoro compiuto nel ciclo e il calore ceduto alla sorgente a temperatura inferiore. [ $L=1600$  J;  $Q=2400$  J]
101. Una macchina termica esegue un ciclo di Carnot tra due sorgenti di calore che si trovano alla temperatura di  $300$  K e  $500$  K rispettivamente. In ciascun ciclo la macchina cede  $100$  kcal alla sorgente fredda. Determinare quanto calore assorbe dalla sorgente calda e quanto lavoro (misurato in kcal) compie in ciascun ciclo. [ $Q_2 = 167$  kcal;  $L = 66,7$  kcal]
102. Una macchina termica che opera reversibilmente tra due sole sorgenti riceve, in un ciclo, una quantità di calore di  $50$  kcal dalla sorgente calda e scarica alla sorgente fredda una quantità di calore di  $20$  kcal. Determinare la temperatura della sorgente calda sapendo che quella della sorgente fredda vale  $273$  K. [ $T_2 = 683$  K]
103. Un ciclo di Carnot opera fra le temperature  $T_2 = 400$  K e  $T_1 = 300$  K e compie a ogni ciclo un lavoro di  $41800$  J. Calcolare il rendimento del ciclo e il calore in esso disperso, per ciascun ciclo, al termostato alla temperatura  $T_1$ . [ $\eta = 0,25$ ; calore disperso =  $125400$  J]
104. Il rendimento di un ciclo di Carnot vale  $0,4$ . Determinare la temperatura  $T_2$  della sorgente calda sapendo che la sorgente fredda ha la temperatura di  $20$  °C. [ $T_2 = 488$  K]

105. In un ciclo di Carnot vengono fornite 4 kilocalorie alla temperatura  $T_2 = 600$  K. Sapendo che a ogni ciclo viene compiuto un lavoro di 8000 J, calcolare il rendimento e la temperatura di raffreddamento  $T_1$ . [ $\eta = 0,478$ ;  $T_1 = 313$  K]
106. Due cicli di Carnot sono connessi in modo che il calore ceduto dal primo venga utilizzato completamente per alimentare il secondo. Il primo ciclo opera tra le temperature  $T_2 = 800$  K e  $T_1 = 600$  K, il secondo ciclo opera tra le temperature  $T'_2 = 600$  K e  $T'_1 = 300$  K. Sapendo che al primo ciclo vengono fornite  $10^4$  kcal, calcolare il lavoro totale prodotto dal sistema dei due cicli e il suo rendimento complessivo spiegando perché esso si possa determinare direttamente con i dati forniti. [ $L_{tot} = 6250$  kcal;  $\eta = 0,625$ ]
107. In un ciclo frigorifero di Carnot il lavoro da compiere per sottrarre 4 kcal alla sorgente che si trova alla temperatura inferiore di  $T_1 = -13$  °C, vale 3000 J. Calcolare il valore della temperatura esterna al frigorifero e il calore ceduto all'esterno a ogni ciclo. [ $temperatura\ esterna = 33,7$  °C;  $calore\ ceduto = 19720$  J]
108. Si vuole utilizzare un ciclo di Carnot funzionante alla rovescia per estrarre, in un'ora, 1000 kcal da un ambiente a temperatura costante di  $-20$  °C e trasferirlo a un altro ambiente a temperatura costante di  $+20$  °C. Determinare la potenza che si deve impegnare per far funzionare la macchina termica. [185 W]

#### QUESITI

- Descrivi l'esperimento di Torricelli precisandone l'obiettivo e descrivi almeno tre esperimenti di laboratorio in cui siano evidenti gli effetti della pressione atmosferica
- Enuncia il principio di Bernoulli precisandone le ipotesi necessarie e descrivi almeno 2 esperimenti di laboratorio relativi ad esso
- Enuncia il principio di Archimede e ricava la legge
- Cosa si intende per calore? Quale è la sua unità di misura?
- Si dia la definizione di calore specifico e se ne indichino le unità di misura.
- Si spieghi come mai, in generale, il calore specifico a pressione costante differisce dal calore specifico a volume costante.
- Come si definisce la capacità termica di un corpo?
- Quale è la definizione di calore latente di fusione?
- Si descrivano i modi di trasmissione del calore precisando anche le leggi matematiche che li governano
- Dopo aver spiegato che cosa si intende per equivalente in acqua di un calorimetro si risolva il seguente quesito:  
 "In un calorimetro che contiene una massa  $m_1$  di  $H_2O$  ad una temperatura  $t_1$  viene inserito un corpo di massa  $m_2$  a temperatura  $t_2 > t_1$  e con calore specifico  $c_2$ . Dopo qualche tempo viene raggiunta una temperatura di equilibrio  $t_e$ . Scrivere l'equazione dell'equilibrio termico nei due casi:
  - Supponendo che non ci siano dispersioni di calore di alcun tipo
  - Supponendo di non poter trascurare le dispersioni di calore"
- Si scrivano le ipotesi su cui si fonda la teoria cinetica dei gas e se ne commentino i risultati più importanti. In particolare:
  - si dica da quale parametro macroscopico (e secondo quale legge) dipende l'energia cinetica traslazionale di una molecola di gas perfetto
  - si spieghi come mai (e si specifichi quantitativamente) l'energia cinetica totale di una molecola di gas biatomico differisce da quella di un gas monoatomico
- Si ricavi la legge generale dei gas perfetti precisando tutte le grandezze che vi compaiono e le loro unità di misura
- Enunciare e commentare i due principi della termodinamica