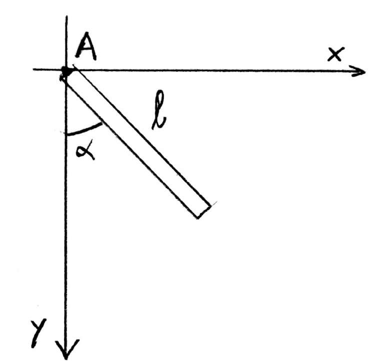
Domande Contenute nel File:

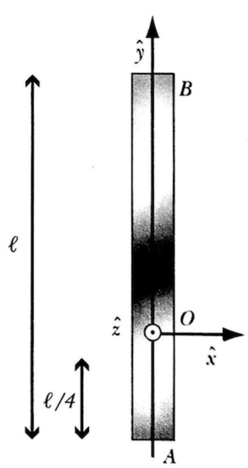
`CR/CR.tex`

1) **01**



La sbarra mostrata in figura, di lunghezza l e di massa m, può ruotare liberamente attorno all'estremo A in un piano verticale definito dagli assi x e y. Inizialmente, si trova in posizione orizzontale (parallela all'asse x) e quindi è lasciata cadere. Nell'istante in cui essa forma un angolo α con la verticale, definita dall'asse y, calcolare
(a) la sua velocità angolare,
(b) la sua accelerazione angolare. (Il segno è positivo per un vettore che esce dal piano x,y)
(Il momento di inerzia di una sbarra omogenea di massa m e lunghezza l calcolato rispetto ad un asse ortogonale alla sbarra e passante per il suo centro di massa è $I^{\rm CM} = \frac{1}{12}ml^2$)
(Dati: $l = 80$ cm, $\alpha = 40^0$, $g = 9.81$ m / s^2.)

2) **02**



Una sbarra sottile omogenea AB, di lunghezza l e massa m, può ruotare liberamente (senza attrito) in un piano $\hat{x}, \hat{y}$ intorno ad un asse orizzontale z ortogonale al piano di rotazione e passante per un punto O distante $l/4$ dall'estremo A. Il campo gravitazionale è allineato alla direzione $-\hat{y}$.

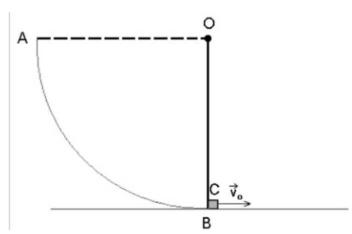
Supponendo che la sbarra si trovi inizialmente nella posizione con l'estremità B nel punto più alto (come mostrato in figura) e di lasciare la sbarra libera di ruotare partendo da tale posizione iniziale, calcolare:
a) il momento d'inerzia della sbarra rispetto all'asse passante nel punto O e ortogonale alla sbarra,
b) l'energia potenziale della sbarra quando il punto B si trova nel punto più alto,
c) l'energia potenziale della sbarra quando quest'ultima si trova nella posizione orizzontale, ovvero quando il punto B si trova nella posizione con $y = 0$, cioè quando la sbarra è parallela all'asse $\hat{x}$,
d) l'energia cinetica della sbarra quando passa dalla posizione orizzontale.
(Il momento di inerzia di una sbarra omogenea di massa m e lunghezza l calcolato rispetto ad un asse ortogonale alla sbarra e passante per il suo centro di massa è $I_{\mathrm{cm}} = \frac{1}{12}ml^2$)
(Dati: $l = 140$ cm, $m = 35$ kg, $g = 9.81$ m/s^2.)

3) Un'asta omogena di massa M e lunghezza totale l è posta in rotazione con una frequenza ν. In questa configurazione iniziale, a distanza d dai bordi dell'asta ci sono due pesi di massa m. Durante la rotazione i due pesi si spostano fino a raggiungere i bordi dell'asta. Qual è la velocità angolare nella configurazione finale? Qual è la variazione dell'energia cinetica dell'intero sistema? **03**
(Il momento di inerzia di una sbarra omogenea di massa M e lunghezza l calcolato rispetto ad un asse ortogonale alla sbarra e passante per il suo centro di massa è $I^{\mathrm{CM}} = \frac{1}{12}Ml^2$)
(Dati: $m = 30$ kg, $l = 3.2$ m, $M = 15$ kg, $\nu = 5$ giri/minuto, $d = 60$ cm.)

4) Un'asta di lunghezza l e massa M è sistemata lungo l'asse y di un piano verticale x, y nel quale può ruotare liberamente, senza attriti, attorno ad un perno A posizionato in uno dei due estremi. Un proiettile di massa m e velocità v diretta lungo l'asse x colpisce l'asta ad una distanza a dalla posizione del perno e si conficca in essa. **04**
a) Calcolare il valore del momento angolare del sistema rispetto ad A poco

prima dell'urto.
b) Considerando che il valore del momento angolare prima e dopo l'urto si conserva, calcolare il il valore della velocità angolare del sistema rispetto ad A immediatamente dopo l'urto.
c) Determinare se l'urto è elastico o anelastico stimando il Q-valore della reazione, differenza tra l'energia dopo e prima della collisione.
(Il momento di inerzia di una sbarra omogenea di massa M e lunghezza l calcolato rispetto ad un asse ortogonale alla sbarra e passante per il suo centro di massa è $I^{\mathrm{CM}} = \frac{1}{12}Ml^2$)
(Dati: $M = 22$ kg, $m = 4.0$ g, $l = 70$ cm, $a = 50$ cm, $v = 600$ m/s)

5) **05**



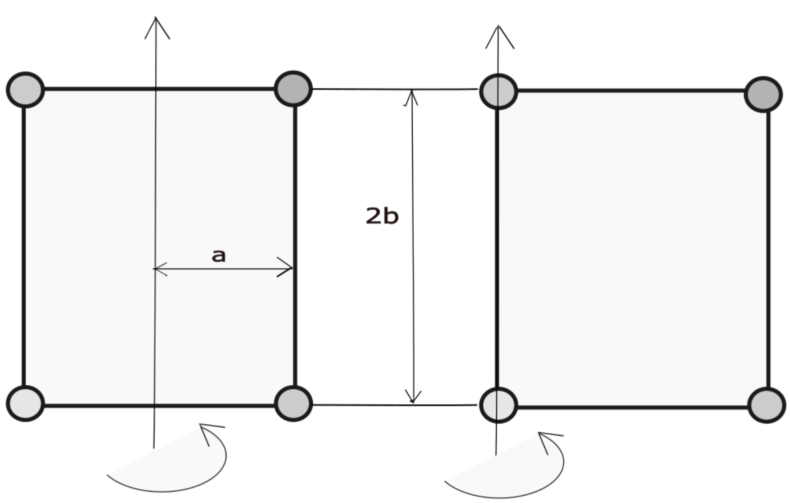
Un'asta uniforme, di lunghezza l e massa M, è incernierata nel suo estremo O ad un perno fisso orizzontale e può oscillare senza attrito in un piano verticale. Nell'istante $t = 0$ l'asta, che è in quiete in posizione orizzontale AO, viene lasciata libera. Raggiunta la posizione verticale OB, l'asta urta un corpo C di massa m, inizialmente in quiete (vedi figura), che, per effetto dell'urto, parte con velocità v_0 su un piano privo di attrito in direzione orizzontale, mentre l'asta si ferma. Calcolare:
a) la velocità angolare dell'asta un istante prima dell'urto,
b) velocità v_0 del corpo C subito dopo l'urto,
c) la frazione di energia cinetica dissipata nell'urto, energia finale meno energia iniziale fratto energia iniziale.
(Il momento di inerzia di una sbarra omogenea di massa M e lunghezza l calcolato rispetto ad un asse ortogonale alla sbarra e passante per il suo centro di massa è $I^{\mathrm{CM}} = M\,l^2/12$)
(Dati: $l = 2.4$ m, $M = 0.8$ kg, $m = 0.3$ kg, $g = 9.81$ m s^{-2}.)

6) Un momento torcente costante nel tempo, di intensità $|\vec{\tau}|$, viene applicato ad un volano approssimabile come un cilindro omogeneo di massa M e raggio r, vincolato a ruotare attorno al suo asse di simmetria. Sapendo che il volano è inizialmente fermo, calcolare: **06**

a) in quanto tempo il volano raggiunge la velocità $|\vec{\omega}|$,
b) l'energia cinetica finale $\mathcal{T}_{\mathrm{F}}$ immagazzinata nel volano.
(Il momento d'inerzia di un cilindro omogeneo, di massa M e raggio r, rispetto ad un asse passante per l'asse di simmetria del cilindro è $I = Mr^2/2$.)
(Dati: $|\vec{\tau}| = 20$ N m, $M = 15$ kg, $r = 0.3$ m, $|\vec{\omega}| = 400$ rad/s.)

7) Un'asta uniforme di lunghezza l e massa M pende verticalmente ed è vincolata nell'estremo superiore. All'altro estremo viene esercitata una forza orizzontale di modulo $|\mathbf{F}|$ che agisce per un tempo Δt. **07**
a) Trovare il valore del modulo del momento angolare acquisito dall'asta.
b) Qual è il valore minimo di $|\mathbf{F}|$ che permette all'asta di ribaltare la propria posizione iniziale raggiungendo la posizione verticale verso l'alto? (Suggerimento, considera la conservazione dell'energia)
(Il momento d'inerzia di un'asta uniforme rispetto ad un asse perpendicolare che passa attraverso un'estremità è $I = \frac{1}{3}Ml^2$)
(Dati: $l = 1.5$ m, $M = 3.0$ kg, $|\mathbf{F}| = 120$ N, $\Delta t = 1/50$ s, $g = 9.81$ m/s^2.)

8) Quattro particelle di massa m sono collegate tra di loro da aste di massa **08**

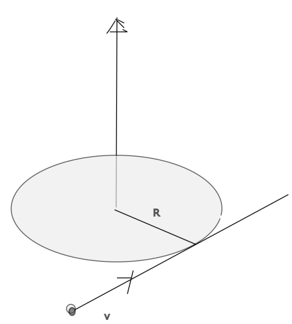


trascurabile in modo da formare un rettangolo di lati $2a$ e $2b$, come mostrato nella figura.
a) Trova le coordinate x e y del Centro di Massa del sistema in un sistema

di riferimento il cui centro è posizionato nel punto in basso a sinistra.
b) Il sistema ruota con velocità angolare di modulo ω attorno ad un asse che passa dal CM ed è allineato al lato più lungo del rettangolo nella direzione y. Calcolare il momento di inerzia rispetto all'asse di rotazione.
c) Calcolare l'energia cinetica totale.
d) Il sistema ruota, con la stessa velocità angolare, attorno ad un asse di rotazione sempre allineata all'asse y ma che passa dalla linea che congiunge due particelle. Calcolare il momento di inerzia in questo caso.
e) In questo secondo caso calcolare l'energia cinetica totale.
(Dati: $m = 30$ g, $\omega = 5$ rad / s, $a = 30$ cm, $b = 40$ cm).

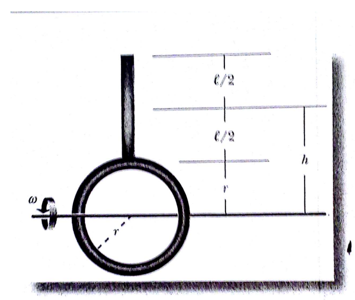
9) Il volano di una macchina a vapore ha momento d'inerzia I. Quando sta ruotando con una frequenza ν_0 viene chiuso l'ingresso del vapore e il volano si ferma in un tempo t. **09**
a) Qual è il momento torcente dovuto all'attrito sull'asse del volano?
b) Quanto vale il lavoro compiuto dalle forze d'attrito in questo intervallo di tempo?
(Dati: $I = 300$ kg m^2, $\nu_0 = 100$ giri/minuto, $t = 5$ minuti,)

10) **10**



Una giostra, ben descritta come un disco di massa M e raggio R, può rotare senza attrito attorno ad un asse passante per il suo centro. Inizialmente è ferma. Un bambino di massa m e velocità v_i tangente al disco sale sulla giostra e la mette in rotazione rimanendo fermo rispetto al disco sul suo bordo, quindi a distanza R dal centro. Calcolare la velocità angolare del sistema dopo che il bambino è salito sulla giostra. (Il momento d'inerzia di un disco omogeneo, di massa M e raggio R, rispetto ad un asse passante per il suo centro ed ortogonale al piano del disco è $I = MR^2/2$.)
(Dati: $M = 200$ kg, $m = 18$ kg, $v_i = 5$ m/s $R = 2$ m.)

11) **11**

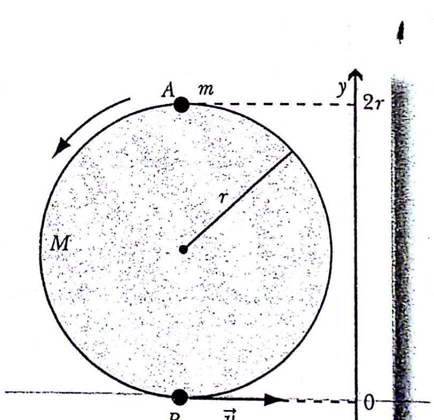


Un sistema rigido omogeneo costituito da un anello sottile di raggio r e di massa m, e da un'asta sottile di lunghezza $l = 2r$ e di massa m, è libero di girare attorno ad un asse orizzontale fisso passante per un diametro dell'anello, ed ortogonale all'asta. Il sistema, partendo da fermo, ruota attorno all'asse orizzontale, da una posizione iniziale con l'asta in alto (rappresentata in figura).
a) Calcolare il momento d'inerzia I del sistema.
b) Calcolare il modulo ω_B della velocità angolare del sistema nell'istante in cui si trova capovolto rispetto alla posizione iniziale.
(Momento di inerzia di un anello di massa m e raggio r rispetto ad un asse come quello indicato in figura $I^{\mathrm{CM}}_{\mathrm{anello}} = m\,r^2/2$. Momento di inerzia di un'asta omogenea di massa m e lunghezza l rispetto ad un asse passante per il centro di massa $I^{\mathrm{CM}}_{\mathrm{asta}} = m\,l^2/12$.)
(Dati: $m = 0.75$ kg, $r = 0.2$ m, $g = 9.81$ m/s^2.)

12) Due particelle con carica opposta e uguale massa m si trovano ai bordi di un sbarra di massa trascurabile e di lunghezza $2l$. La sbarra inizialmente si muove, senza attriti, attorno ad un perno posizionato nel suo centro massa, con una velocità angolare il cui modulo è ω_i. La forza di attrazione Coulombiana fa avvicinare le due cariche posizionando ognuna di loro ad una distanza $l/2$ dal centro di rotazione della sbarra. **12**
a) Trovare il valore del modulo della velocità angolare finale ω_f.
b) Trovare le energie cinetiche iniziale e finale.
c) Trovare il lavoro svolto dalla forza di Coulomb.
(Dati: $m = 4$ g, $l = 30$ cm, $\omega_i = 7$ rad/sec)

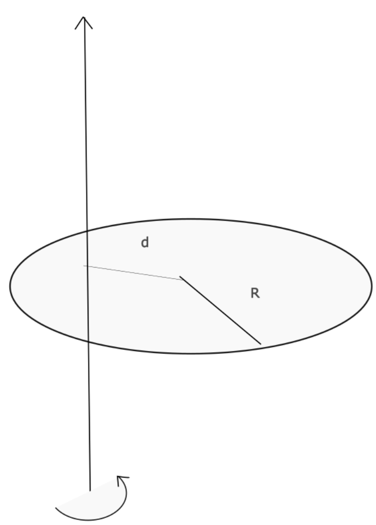
13) **13**

Un disco omogeneo di massa M e raggio r, può ruotare senza attriti attorno ad un



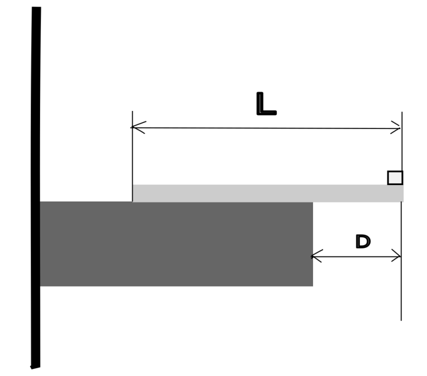
asse orizzontale passante per il centro del disco. Una pallina di massa m e di dimensioni trascurabili, è saldata sul bordo del disco ed inizialmente si trova nel punto più alto in equilibrio instabile. Se il sistema viene lievemente perturbato, il disco ruota e la pallina passa per il punto più basso con una velocità di modulo v. Calcolare la velocità della pallina (vedi figura).
(Il momento d'inerzia di un disco omogeneo di massa M e raggio r rispetto ad un asse passante per il suo centro è $Mr^2/2$.)
(Dati: $M = 25.0$ kg, $r = 70.0$ cm, $m = 0.1$ kg, $g = 9.81$ m/s^2.)

14) **14**



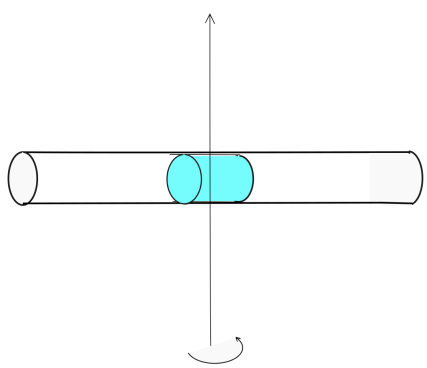
Un disco di massa M e raggio R ruota, senza attrito, con velocità angolare ω attorno ad un asse ortogonale ad esso e spostato di un tratto d rispetto al centro. Calcolare
a) Il momento d'inerzia del disco rispetto all'asse di rotazione.
b) L'energia cinetica del disco.
(Il momento d'inerzia di un disco omogeneo, di massa M e raggio R, rispetto ad un asse passante per il suo centro è $I = MR^2/2$.)
(Dati: $M = 2.0$ kg, $R = 75$ cm, $d = 25$ cm, $\omega = 6.0$ rad/sec)

15) **15**



Una sbarra omogenea di massa M e lunghezza L è appoggiata ad un sostegno fisso attaccato ad un muro. La sbarra sporge per un tratto D, come mostrato dalla figura. All'estremità della parte sporgente della sbarra è appoggiato un corpo di dimensioni trascurabili. Qual è il valore massimo della massa di questo corpo perché la sbarra resti in equilibrio sul sostegno e non si ribalti?
(Dati: $M = 4.0$ kg, $L = 130$ cm, $D = 25$ cm.)

16) **16**



Un sottile tubo omogeneo di massa M contiene un cilindro di massa m, di dimensioni lineari trascurabili e di diametro appena inferiore a quello del tubo. Il cilindro può scorrere senza attrito all'interno del tubo. Il sistema ruota con velocità angolare ω_i attorno ad un'asse verticale che passa per il centro di massa del sistema. Il cilindro si trova inizialmente al centro del tubo, poi, per effetto della rotazione si muove verso l'esterno e, infine, è espulso dal tubo. Qual è il modulo della velocità angolare del sistema nella situazione finale quando il cilindro di trova al bordo del tubo prima di essere espulso.
(Il momento d'inerzia di un di un cilindro omogeneo vuoto, di massa M e lunghezza L, che ruota rispetto ad un asse passante per il suo centro di massa e ortogonale alla direzione del tubo è $I = ML^2/12$.)
(Dati: $M = 75$ g, $m = 200$ g, $\omega_i = 12$ rad/s.)

17) Una piattaforma a forma di disco di massa M e raggio R, può ruotare senza attriti attorno ad un asse che passa per il suo centro ed è ortogonale al piano del disco. Inizialmente, un uomo è fermo sul bordo della piattaforma e il sistema ruota con velocità angolare ω_i. Ad un certo istante l'uomo si sposta fino a raggiungere il centro del disco. Non ci sono forze esterne al sistema che agiscono. **17**

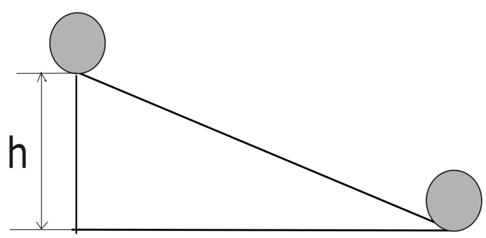
a) Calcolare il modulo della velocità angolare nella situazione finale.

b) Calcolare l'energia cinetica iniziale e finale.

(Il momento d'inerzia di un di un disco omogeneo, di massa M e raggio R, che ruota rispetto ad un asse passante per il suo centro di massa e ortogonale al piano del disco è $I = MR^2/2$.)

(Dati: $M = 250$ kg, $R = 3.0$ m, $m = 80.0$ kg, $\omega_i = 5$ rad/s.)

18) **18**



Un cilindro pieno rotola su un piano inclinato di altezza h senza strisciare.

a) Trovare la velocità del centro di massa quando il cilindro arriva alla fine del piano inclinato.

b) Nel caso in cui il cilindro scivolasse senza attrito quale sarebbe la velocità finale?

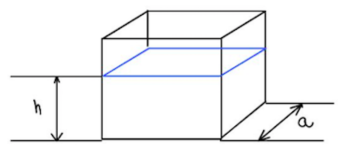
(Il momento d'inerzia di un di un cilindro omogeneo, di massa M e raggio R, rispetto all'asse di simmetria è $I = MR^2/2$.)

(Dati: $h = 24$ cm, $g = 9.81$ m / s^2.)

Domande Contenute nel File:

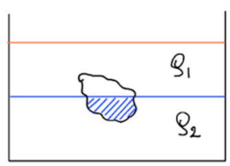
`idro/idro.tex`

1) **01**



Un recipiente aperto, a forma di cubo, la cui lunghezza dello spigolo vale a, contiene acqua (densità ρ) per un altezza h. Calcolare il modulo della forza esercitata su una delle pareti laterali.
(Dati: $\rho = 1\,\mathrm{g/cm}^3$, $a = 45$ cm, $h = 35$ cm, $g = 9.81\,\mathrm{m/s}^2$)

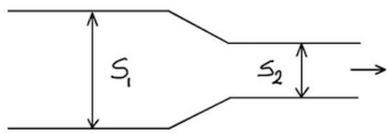
2) **02**



Un corpo si trova in equilibrio nella zona di separazione di due liquidi non miscibili di densità ρ_1 e ρ_2 rispettivamente con $\rho_1 < \rho_2$. Se f_2 è la frazione del volume di questo corpo immersa nel liquido 2, qual è la densità del corpo?
(Dati: $\rho_1 = 0.75\,\mathrm{g/cm}^3$, $\rho_2 = 1\,\mathrm{g/cm}^3$, $f_2 = 65\%$)

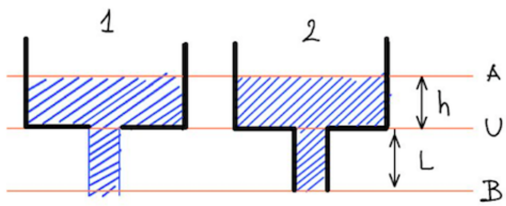
3) In un bicchiere cilindrico con area di base A riempito d'acqua fino ad un livello h_i viene messo un cubetto di ghiaccio di volume V_G. **03**
a) Nota la densità del ghiaccio ρ_G e quella dell'acqua ρ_A calcolare il nuovo livello dell'acqua nel bicchiere.
b) Trovare il livello dell'acqua dopo che il cubetto di ghiaccio si è completamente sciolto.
(Dati: $A = 60$ cm^2, $V_G = 4$ cm^3, $h_i = 8.0$ cm, $\rho_G = 0.917$ g/cm^3, $\rho_{\text{Acqua}} = 1$ g/cm^3.)

4) **04**



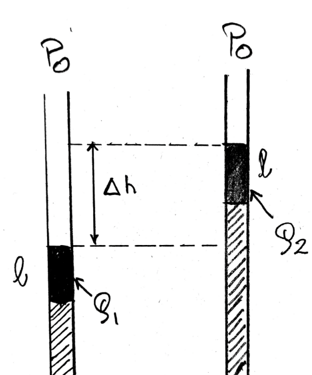
In un tubo orizzontale, la cui sezione S_1 presenta una strozzatura di sezione $S_2 < S_1$, scorre in modo stazionario un liquido ideale di densità ρ. La differenza di pressione è Δp. Calcola la massa di liquido che passa attraverso una sezione del tubo nell'unità di tempo.
(Dati: $S_1 = 20\,\mathrm{cm}^2$, $S_2 = 15\,\mathrm{cm}^2$, $\rho = 1\,\mathrm{g/cm}^3$, $\Delta p = 0.15\,\mathrm{atm}$, 1 atm=1.013 $\times 10^5$ Pa.)

5) **05**



Due serbatoi, identici in dimensioni, sono dotati, nel fondo, di un'apertura circolare di diametro d. Nel serbatoio 2, a questa apertura è collegato un tubo cilindrico a sezione costante e di lunghezza L, e con lo stesso diametro d del foro. Quando si attivano le due aperture, il livello del liquido nei due serbatoi, esposti all'aria, è h rispetto al fondo del serbatoio. Poichè le dimensioni dei serbatoi sono molto maggiori di quelle dei fori, possiamo ipotizzare che nei tempi considerati il cambiamento del livello h rimanga costante. Sapendo che la pressione esercitata sul liquido al livello A è quella atmosferica determinare:
a) nei due casi, la velocità del liquido ad una distanza L dal fondo, corrispondente alla lunghezza del tubo nel caso 2 (il livello B della figura).
b) le velocità e le pressioni dei fluidi nel foro d'uscita nel fondo del serbatoio (il livello U della figura)
c) i flussi di materia di uscita nei due casi.
(Dati: $\rho = 1\,\mathrm{g/cm}^3$, $g = 9.81\,\mathrm{m/s}^2$, $h = 4$ m, $L = 2.0$ m, $d = 2$ cm, 1 atm=1.013×10^5 Pa.)

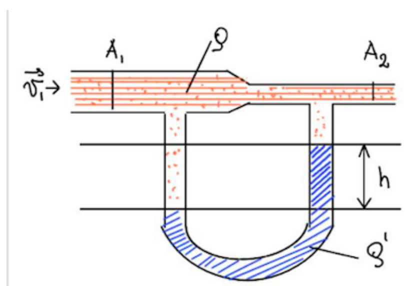
6) **06**



Un tubo a U con i bracci aperti verso l'esterno, di-

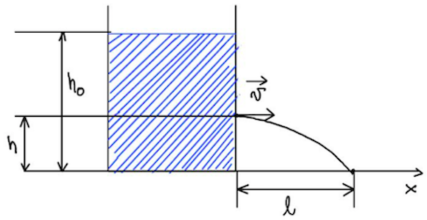
sposto verticalmente, contiene acqua di densità ρ_a. Su un ramo del tubo viene aggiunta una colonna di liquido che non si mescola con l'acqua. Questo liquido ha densità ρ_1 e l'altezza nel tubo è l. Anche nell'altro ramo del tubo viene aggiunta una quantità di liquido che non si mescola con l'acqua. La densità di questo liquido è ρ_2, ma l'altezza nel tubo è sempre l. Ricavare Δh la differenza di quota tra le superfici libere a contatto con l'aria.
(Dati: $l = 4$ cm, $\rho_a = 1$ g /cm^3, $\rho_1 = 1.4$ g /cm^3, $\rho_2 = 0.6$ g /cm^3)

7) **07**



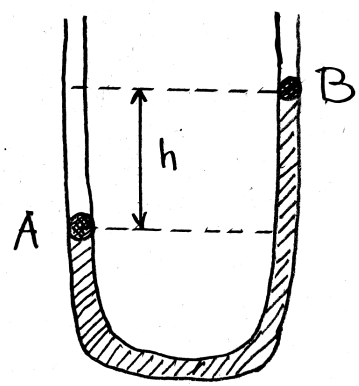
Un flusso d'aria, di densità nota ρ, entra con velocità $\vec{v}_1$ in un condotto la cui sezione è A_1, e si muove con moto stazionario verso la seconda parte del condotto che ha una strozzatura e la cui sezione è $A_2 < A_1$. A questo condotto è collegato un tubo ad U i cui due rami collegano le due parti del condotto. Il tubo ad U contiene un liquido, di densità ρ', il cui livello nel ramo che collega la parte del condotto con sezione A_2 si trova ad un'altezza h superiore al livello del ramo che collega il condotto nella parte la cui sezione è A_1. Trovare il valore del modulo della velocità $\vec{v}_1$ dell'aria, in funzione delle sezioni A_1 e A_2, delle densità ρ e ρ' e dell'accelerazione di gravità g.
(Dati: $A_1 = 15.0$ cm^2, $A_2 = 6.0$ cm^2, $\rho = 1.2 \times 10^3\,\mathrm{kg/m^3}$, $\rho' = 13.0 \times 10^3\,\mathrm{kg/m^3}, h = 40\,\mathrm{cm},\ g = 9.81\,\mathrm{m/s^2}$)

8) **08**



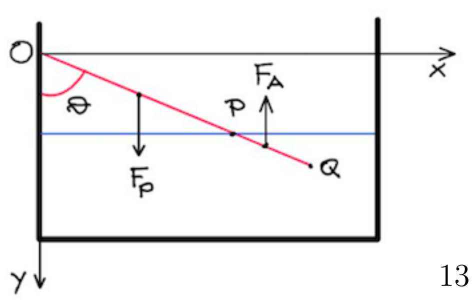
Un serbatoio è riempito fino ad un livello h_0. All'altezza h si forma un foro molto piccolo rispetto alle dimensioni del serbatoio.
a) Qual è il valore della distanza l raggiunta dallo zampillo dell'acqua?
b) Qual è il valore di h che permette il valore massimo di l?
c) Qual è massimo valore di l?
(Dati: $h_0 = 6.0$ m, $h = 1.5$ m)

9) **09**



Un tubo a U aperto alle estremità e disposto verticalmente contiene olio di densità ρ. le superfici dell'olio nelle sezioni A e B sostengono due palline a tenuta le cui masse sono, rispettivamente m_A e m_B. L'attrito tra le sfere e le superfici del tubo è trascurabile. Il raggio del tubo è R e, all'equilibrio, il dislivello tra le superfici del liquido nei rami A e B è h. Quanto vale la differenza tra le masse delle due palline?
(Dati: $\rho = 0.9$ g/cm^3, $R = 0.3$ cm, $h = 20$ cm.).

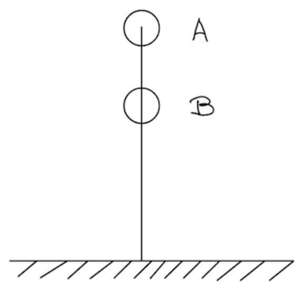
10) **10**



Un'asta sottile di lunghezza l, e densità costante ρ è incernierata ad uno dei suoi estremi O alla parete di un recipiente mentre l'altro estremo è immerso nell'acqua con-

tenuta nel recipiente. L'asta può ruotare liberamente attorno all'asse orizzontale passante per il punto O, l'estremo che non è immerso. All'equilibrio l'asta è immersa dal punto P all'estremità Q (con $\overline{OP} = d$ e $\overline{OQ} = l$). Nota la densità dell'acqua ρ_{H} trovare la densità ρ dell'asta.
(Dati: $\rho_{\mathrm{Acqua}} = 1.0\,\mathrm{g/cm^3}$, $l = 0.5$ m, $d = 0.3$ m)

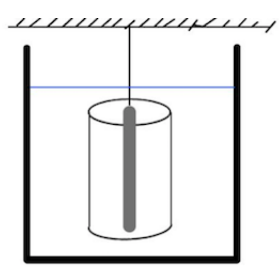
11) 11



Sul fondo di una piscina piena d'acqua è ancorata una fune non estensibile e dalla massa trascurabile alla quale sono fissati, immersi nell'acqua a profondità diverse, due palloni A e B, entrambi di massa M e densità ρ pari a f volte quella dell'acqua (ρ_{acqua}). Determinare le tensioni nei due tratti di fune, quella tra i due palloni e quella tra il pallone a profondità maggiore ed il fondo.
(Dati: f=1/5, $M = 2$ kg, $g = 9.81\,\mathrm{m/s^2}$)

12) Una molla di costante elastica k è ferma verticalmente su un tavolo. Un pallone di massa m_{p} è riempito di elio, di densità ρ_{He}, per un volume V_{p} ed è collegato alla molla causandone un allungamento ΔL. Calcolare il valore di questo allungamento considerando nota la densità dell'aria ρ_{A}. 12
(Dati: $k = 60$ N/m, $\rho_{\mathrm{Aria}} = 1.29\,\mathrm{kg/m^3}$, $\rho_{\mathrm{He}} = 0.18$ kg / m^3, $m_{\mathrm{p}} = 1.0$ g $V_{\mathrm{p}} = 5\,\mathrm{m^3}$, $g = 9.81\,\mathrm{m/s^2}$.)

13) 13



Un cilindro di volume V_c è costituito da un cilindro di legno di densità ρ_l in cui è praticato un foro cilindrico coassiale di volume V_{Pb} riempito di piombo di densità ρ_{Pb}. Il corpo è appeso al soffitto da una fune dal peso trascurabile al centro della base superiore del cilindro ed è interamente immerso in una vaschetta piena d'acqua di densità ρ_{Acqua}. Calcolare la tensione della fune, cioè la forza che la fune esercita sul Centro di Massa del cilindro per tenerlo in equilibrio. (Dati: V_c= 1200 cm^3, ρ_l = 0.5 g / cm^3, V_{Pb} = 300 cm^3, ρ_{Pb} = 11 g/cm^3, ρ_{Acqua} = 1.0 g/ cm^3)

14) Una leggenda attribuita ad Archimede narra che il re Gerone ordinò ad un orafo di forgiare una corona con una certa quantità d'oro puro il cui peso era W. La densità dell'oro è ρ_{Au}. L'orafo consegnò una corona dello stesso peso. Il re chiese ad Archimede di controllare che l'orafo avesse utilizzato tutto l'oro che gli era stato consegnato e non l'avesse sostituito con un altro metallo meno pregiato. Archimede pesò nell'acqua la corona e ottene per il peso il valore W'. **14**
a) Qual è il valore della densità della corona così ottenuto?
b) Qual è il peso che Archimede avrebbe dovuto ottenere se la corona fosse stata tutta d'oro?
(Dati: ρ_{Au}=19300 kg / m^3, ρ_{Acqua}=1000 kg / m^3, W = 17.0 N, W' = 15.7 N)

Domande Contenute nel File:

`termo/termo_tot.tex`

1) Un termistore è un dispositivo a stato solido la cui resistenza elettrica cambia molto rapidamente con la temperatura. Questa dipendenza dalla temperatura è approssimativamente descritta dalla relazione **01**

$$R(T) = R_0 e^{B/T} \ ,$$

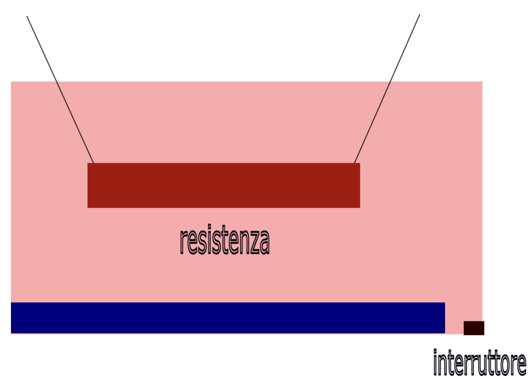
dove R è espressa in Ω (Ohm), T in Kelvin, e R_0 e B sono due costanti i cui valori sono fissati dalla calibrazione del dispositivo.
a) Conoscendo il valore di R al punto di congelamento dell'acqua, $R = R_c$, e al punto di vaporizzazione, $R = R_v$, trovare i valori delle costanti R_0 e B.
b) Qual è il valore di R alla temperatura T_s?
c) Qual è il tasso di cambiamento dR/dT nei punti di congelamento e vaporizzazione?
d) Il dispositivo è più sensibile ai cambi di temperatura nel punto di congelamento o di vaporizzazione dell'acqua?
(Dati: $R_c = 7000\,\Omega$, $R_v = 200\,\Omega$, $T_s = 40°$ C.)

2) **02**

Una sbarra di sezione S e lunghezza l collega termicamente due serbatoi. Nel primo c'è una miscela di acqua e vapore alla temperatura T_v e nel secondo una miscela di acqua e ghiaccio alla temperatura T_g. Il ghiaccio si scioglie ad un tasso r_m. Noti i valori del calore specifico c_v e il calore latente di fusione $\mathcal{L}_f$ dell'acqua calcolare
a) il flusso di calore $\Delta Q/\Delta t$ attraverso la sbarra,
b) la conducibilità termica λ della sbarra.
(Dati: $S = 0.25\,\mathrm{m}^2$, $l = 4.0$ m, $T_v = 373$ K, $T_g = 273$ K, $r_m = 7$ g/s, $c_v = 4.18$ J / (g k), $\mathcal{L}_f = 333.5$ J/g,)

3) Una sfera di piombo, che si comporta come un corpo nero, ha un raggio r_1 e una temperatura T. Un disco di rame annerito, di raggio r_2, ruota attorno alla sfera di piombo alla distanza d dal suo centro. Il disco di rame espone sempre tutta la sua superficie alla sfera. Calcolare il tasso di energia $\Delta E/\Delta t$ che colpisce il disco. La temperatura fuori dalla sfera è T_0. Considera noto il valore della costante di Stefan-Boltzmann σ. **03**
(Dati: $r_1 = 1.5$ m, $T = 500$ K, $r_2 = 0.01\, r_1$, $d = 4\, r_1$ $T_0 = 0$ K, $\sigma = 5.6703\, 10^{-8}$ W/m^{2}K^4.)

4) **04**



Un serbatoio termicamente isolato, di dimensioni l_1, l_2, l_3, è completamente riempito di acqua alla temperatura T_0 e ha sul fondo una sottile sbarra di alluminio attaccata ad una delle pareti. Inizialmente la lunghezza della sbarra è L_i. Al tempo $t = 0$ si attiva una resistenza di potenza P che scalda l'acqua. La variazione della temperatura dell'acqua con il passare del tempo è ben rappresentata dalla relazione

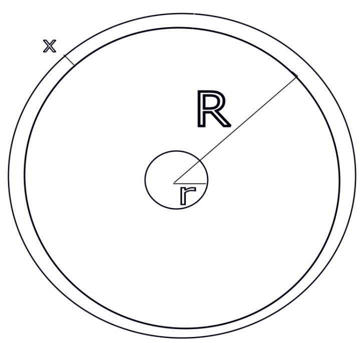
$$T(t) = at + b \ .$$

a) Noto il calore specifico dell'acqua c_v e la sua densità ρ calcolare i valori dei coefficienti a e b trascurando la presenza della sbarra.
L'allumimio ha un coefficiente di dilatazione lineare α. Ipotizza che la sbarra si riscaldi con l'acqua con la quale si trova in equilibrio termico. Quando la lunghezza della sbarra raggiunge il valore l_1 si attiva un interruttore che spegne la resistenza ed interrompe il riscaldamento dell'acqua. Calcola
b) la temperatura che raggiunge,
c) il tempo che l'apparato impiega a spegnersi.
(Dati: $T_0 = 260$ K, $l_1 = 1$ m, $l_2 = l_3 = 11$ cm, $L_i = 1.2$ cm, $P = 1.3$ kW, $c_v = 4.18$ J / (g k), $\rho = 1$ g / cm^3, $\alpha = 24.0\, 10^{-6}$ / K.)

5) Uno stagno di area $\mathcal{A}$ ha sulla sua superficie un sottile strato di ghiaccio. **05**

L'acqua dello stagno è in equilibrio termodinamico con il terreno a temperatura T_H, mentre la temperatura dell'aria sopra lo stagno è T_a. Conoscendo la densità del ghiaccio ρ, la conducibilità termica λ e il valore del calore latente di fusione dell'acqua $\mathcal{L}$, calcolare le seguenti quantità.
a) Il flusso di calore che lo stagno emette nell'atmosfera quando il ghiaccio ha uno spessore x_i (dQ/dt).
b) La massa totale del ghiaccio quando lo spessore è x_i.
c) Il tasso di crescita dx/dt in funzione di λ, $\mathcal{L}$ e ρ.
d) Il tempo necessario perché lo spessore dello strato di ghiaccio passi da x_1 a x_2.
(Dati: $\mathcal{A} = 98\,\mathrm{m}^2$, $T_H = 0°$ C , $T_a = -15°$ C, $\rho = 0.92$ g / cm^3,
$\mathcal{L} = 334$ J / g, $\lambda = 0.59$ W/ (m K), $x_i = 1$ cm, $x_f = 2$ cm,)

6) **06**



Una sfera di raggio r è mantenuta ad una temperatura T. Ipotizziamo che la sua emissività sia uguale ad 1. Questa sfera che irradia si trova al centro di un guscio sferico di raggio R e spessore x. La superficie interna di questo guscio sferico è annerita in modo che tutta la radiazione che la colpisce sia assorbita. Il guscio sferico ha conducibilità λ. Conoscendo il valore della costante di Stefan-Boltzmann σ calcolare le seguenti quantità.
a) Il flusso di calore irradiato dalla sfera centrale.
b) Ipotizzando che la temperatura all'esterno del guscio sferico sia mantenuta costante, calcolare la differenza di temperatura tra l'interno del guscio sferico e l'esterno in una situazione stazionaria.
c) Supponiamo che il calore fuori dal guscio sferico sia rimosso da un flusso d'acqua, di cui conosciamo la densità ρ e il calore specifico c. Se la differenza tra la temperatura dell'acqua prima di entrare un contatto con il guscio sferico, e dopo averlo fatto è ΔT, qual è il volume d'acqua per secondo che fluisce?
(Dati: $r = 10$ cm, $R = 1$ m, $x = 1$ cm, $T = 1000$ K, $\lambda = 46$ W / (m K),

$\sigma = 5.6703\,10^{-8}$ W/m^{2}K^4, $\rho = 1000$ kg/m^3, $c = 4180$ J / (kg K), $\Delta T = 0.85$ K.)

7) Una sottile placca di metallo le cui superfici principali sono quadrate e hanno lato l e di spessore s si trova nello spazio profondo e ha una temperatura T_c. La temperatura dello spazio profondo è T_s. La placca si comporta come un corpo nero. Sono note la densità ρ del metallo, il suo calore specifico c, il coefficiente di assorbimento della radiazione a, e il coefficiente di dilatazione lineare α. **07**
a) Calcolare il tasso di emissione di calore per irraggiamento nota la costante di Stefan-Boltzmann σ.
b) Il tasso di cambiamento della temperatura dT/dt della placca.
c) Il tasso di cambiamento del valore della superficie della placca, dS/dt con l'abbassarsi della sua temperatura.
d) Quanto tempo è necessario perché il volume della placca diminuisca di un fattore 10^{-3}.
(Dati: $l = 37$ cm, $s = 0.01$ cm, $\rho = 5000$ kg / m^3, $T_c = 1700$ K, $T_s = 3$ K, $c = 600$ J / (kg K), $a = 0.9$, $\alpha = 16 \times 10^{-6}$ K^{-1}, $\sigma = 5.6703 \times 10^{-8}$ W/m^{2}K^4.)

8) Il comportamento dell'aria all'interno di un pneumatico di automobile può essere ben descritto come quello di un gas ideale. Alla temperatura T_i la pressione è $\mathcal{P}_i$. Dopo che l'auto è stata guidata ad alta velocità la temperatura è T_f. La costante dei gas è R. **08**
a) Nell'ipotesi che il volume del pneumatico non sia cambiato calcolare il nuovo valore della pressione, P_f.
b) Nel caso in cui il volume si sia dilatato di un fattore f, trovare il nuovo valore della pressione.
c) Considerando quest'ultimo caso, per un volume V e temperatura T_f, calcolare il numero di moli del gas.
(Dati: $T_i = 20°$ C, $\mathcal{P}_i = 370 \times 10^3$ Pa, $T_f = 58°$ C, $f = 0.03$, $V = 17$ litri, $R = 8.314$ J / (mol K).)

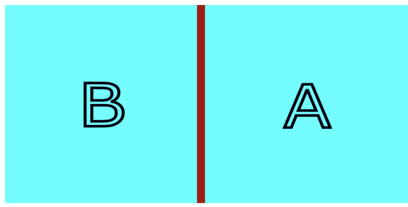
9) Un termometro a gas a volume costante è calibrato al livello l_0 alla temperatura T_0 (questo significa che il mercurio nella parte aperta del tubo misura l_0 in più che nella parte chiusa. **09**
a) Qual è la pressione del gas nel tubo?

b) Qual è la temperatura quando il termometro segna l_1?
c) Qual è il valore dell'energia cinetica per molecola a questa temperatura?
d) Se il peso molecolare è M, qual è la velocità quadratica media delle molecole?
e) Se il volume del termometro è V quanti moli di gas contiene?
(Dati: 1 atm = 760 mm Hg = $1.013 \cdot 10^5$ Pa, $N_A = 6.022 \times 10^{23}$ molecole/mol, $R = 8.314$ J / (mol K) = 0.0820 L atm / (mol K), $l_0 = 20$ mm Hg, $T_0 = 3°$ C, $l_1 = 140$ mm Hg, $M = 40$ g / mol, $V = 8$ L.)

10) Un contenitore cilindrico di raggio r e altezza h è aperto alla sua sommità e contiene aria alla pressione atmosferica. Un pistone con la stessa sezione del cilindro con una massa M viene inserito e gradualmente abbassato fino a quando la pressione dell'aria del contenitore compensa il peso del pistone. **10**
a) Qual è la forza esercitata sul pistone dalla pressione atmosferica?
b) Qual è la forza che deve esercitare il gas del contenitore per tenere in equilibrio il pistone?
c) Qual è il valore della pressione nel contenitore?
d) Ipotizzando che la temperatura del gas del contenitore non cambi, qual è l'altezza del pistone nella posizione di equilibrio?
(Dati: $r = 3.0$ cm, $h = 25$ cm, $M = 3.0$ kg, g=9.81 m / s^2,
1 atm = 1.013 $\times 10^5$ Pa.)

11) Un gas è contenuto in un cilindro d'acciaio dal volume costante alla temperatura T_i e alla pressione $\mathcal{P}_i$. Il cilindro è immerso in un bagno di acqua bollente e raggiunge l'equilibrio termico. **11**
a) Qual è il valore della pressione P_2, in questo stato finale?
b) Viene aperta una valvola e il gas viene rilasciato fino a quando nel cilindro viene ristabilita la pressione $\mathcal{P}_i$. Che frazione del gas è stata rilasciata?
c) La valvola viene chiusa, ed il cilindro è estratto dal bagno di acqua bollente e riportato alla temperatura T_i. Qual è la pressione P_f in questo caso?
d) Supponiamo che il cilindro abbia un'altezza l e il raggio della base sia r. Qual è la forza totale esercitata dal gas su una delle basi del cilindro nella situazione c)?
(Dati: $T_i = 25°$ C, $\mathcal{P}_i = 6$ atm, $l = 25$ cm, $r = 3$ cm, 1 atm = 1.013 $\times 10^5$ Pa.)

12) **12**



Un cilindro di materiale isolante di diametro D e lunghezza L possiede al suo interno una parete isolante, di spessore s, che si può muovere. Inizialmente nelle due parti del contenitore, A e B rispettivamente c'è la stessa quantità di gas alla temperatura T_i e alla pressione $\mathcal{P}_i$. Il gas si comporta come un gas ideale.
a) La massa molecolare del gas è M_m. Conoscendo il valore della costante R dei gas calcolare la densità di materia nella parte A.
b) Nella parte B sono pompate Δn moli addizionali di gas, dall'esterno del cilindro, mentre la temperatura è mantenuta costante. La parete si sposta e la temperatura della parte A cresce fino al valore T_f. Qual è il nuovo volume di equilibrio della parte B?
c) Qual è l'energia cinetica totale di tutte le molecole della parte A?
d) Qual è la velocità quadratica media delle molecole nella parte A?
e) Qual è la forza esercitata sulla parete mobile dal gas della parte A?
(Dati: $D = 4$ cm, $L = 20$ cm, $s = 2$ cm, $T_i = 20°$ C, $\mathcal{P}_i = 1$ atm, $M_m = 80$ g, $\Delta n = 0.006$, $T_f = 60°$, $R = 8.314$ J / (mol K) = 0.0820 L atm / (mol K))

13) Un contenitore in metallo contiene acqua e anche un pezzo di ghiaccio di massa M_I. Il recipiente viene posto su una fiamma che, bruciando gasolio, eroga una potenza W. Il ghiaccio si scioglie dopo un tempo t. **13**
a) Noto il tasso di combustione η del gasolio (energia prodotta per unità di massa) calcolare la quantità (massa) di gasolio bruciato.
b) Noto il valore del calore latente di fusione del ghiaccio $\mathcal{L}$ qual è la frazione di calore disperso nell'atmosfera?
(Dati: $M_I = 5$ kg, $W = 1.385 \cdot 10^4$ W, $t = 5$ min, $\eta = 10^4$ cal / g, $\mathcal{L} = 79.7$ cal / g, 1 cal = 4.1558 J.)

14) Un sistema è composto da 4 particelle che possono assumere solo due valori dell'energia $\pm\epsilon$. **14**
a) Calcola i valori dell'entropia microscopica quando il sistema ha energia $U = 0$, $U = 2\epsilon$ e $U = 4\epsilon$.
b) Il sistema con energia $U = 0$ è messo in contatto termico con un sistema identico, anche questo con energia $U = 0$. Calcola il valore dell'entropia

microscopica del sistema totale composto dai due sistemi.

15) Un sistema composto da N particelle con energia U è caratterizzato da una molteplicità $w(N, U) = CU^{3N/2}$, dove C è una costante, Calcola il valore della temperatura microscopica τ. **15**
(Dati: $N = 20$, $U = 60\,\epsilon$.)

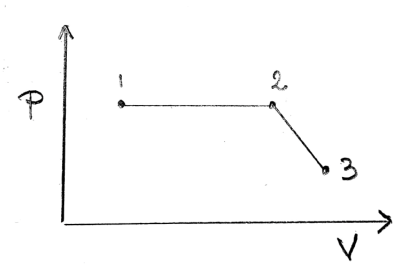
16) Calcola la velocità quadratica media $\sqrt{< v^2 >}$ di una molecola di gas monoatomico, il cui peso molecolare è m, quando la temperatura è T. La costante dei gas è R uguale al prodotto della costante di Boltzmann per il numero di Avogadro. (Dati: $m = 28$ g T=300 K, $R = 8.314$ J / (mol K).) **16**

17) n moli di gas sono contenute in un apparato che permette di misurare il volume occupato, la pressione e la temperatura. Per un valore fissato della temperatura e della pressione ci si accorge che il volume occupato dal gas $\mathcal{V}$ è inferiore di una frazione f rispetto a quello che occuperebbe un gas ideale $\mathcal{V} = f\mathcal{V}^{\text{ideale}}$. Usando l'equazione di stato di van der Waals, **17**

$$\left(\mathcal{P} + \frac{an^2}{\mathcal{V}^2}\right)(\mathcal{V} - nb) = nRT \quad , \tag{1}$$

calcolare lo spazio occupato da una mole, e non più disponibile per il movimento delle molecole (il parametro b dell'equazione di stato). In questo calcolo considera irrilevante l'interazione tra le molecole (a=0).
Qual è il volume di ogni molecola, e, ipotizzando che la molecola abbia una forma sferica, qual è il suo raggio?
(Dati: $f = 0.95$, $\mathcal{V}^{\text{ideale}}$=1 L, n 2 moli, Numero di Avogadro 6.02214×10^{23} mole^{-1}.)

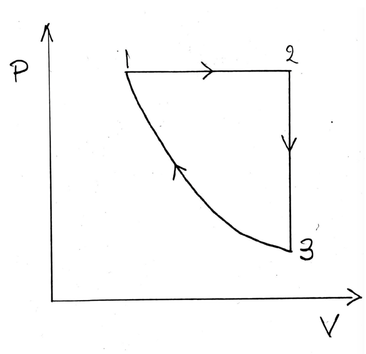
18) **18**



Un sistema composto da un gas ideale biatomico senza eccitazioni vibrazionali, la cui capacità termica a volume costante è C_v, è stottoposto alle trasformazioni indicate nella figura. Sono noti i seguenti dati T_1, $\mathcal{P}_1$, T_2, $\mathcal{V}_2$, T_3, $\mathcal{P}_3$ (T temperatura, $\mathcal{P}$ pressione, $\mathcal{V}$

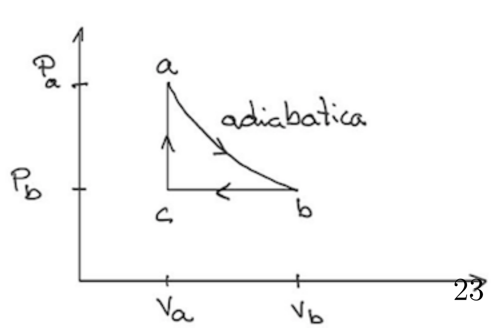
volume).
a) Calcolare il numero di moli n del gas.
b) Calcolare C_v.
Calcolare il calore Q aggiunto al sistema, il lavoro W fatto dal sistema, il cambiamento di energia interna ΔU
c) per la trasformazione $1 \to 2$,
d) per la trasformazione $2 \to 3$.
(Dati: $T_1 = 200$ K, $\mathcal{P}_1 = 4$ atm, $T_2 = 850$ K, $\mathcal{V}_2 = 40.0$ L, $T_3 = 580$ K, $\mathcal{P}_3 = 1$ atm. $R = 8.3142$ J / mol K $= 0.08206$ L atm/ mol K.)

19) **19**



Un gas ideale biatomico, senza eccitazioni vibrazionali, composto da n moli, compie la trasformazione ciclica mostrata nella figura. Il tratto $1 \to 2$ è a pressione costante, il tratto $2 \to 3$ a volume costante, e il tratto $3 \to 1$ consiste in una trasformazione adiabatica. La massa molecolare del gas è M_m.
a) Calcolare la capacità termica molare del gas a pressione costante.
b) Calcolare il calore specifico del gas a volume costante.
c) Per ogni tratto del ciclo calcolare il calore Q che entra nel sistema, il lavoro W svolto dal sistema, la variazione ΔU dell'energia interna.
(Dati: $n = 0.5$ moli, $\mathcal{P}_1 = 3.5$ atm, $\mathcal{V}_1 = 1.0$ L, $T_3 = 60.0$ K, $M_m = 19$ g /mol, $R = 8.3142$ J / mol K $= 0.08206$ L atm/ mol K.)

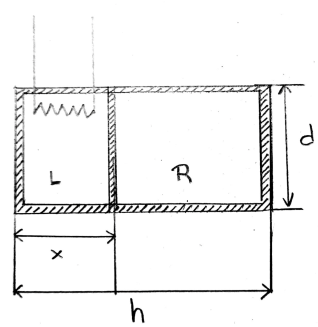
20) **20**



a) Per i tratti $b \to c$ e $c \to a$ mostrati nella figura, indicare il segno del calore trasferito, del lavoro svolto e del cambiamento di energia interna (0 in caso non ci sia nessun cambia-

mento).
b) Noti il numero di moli n, la costante dei gas R, le temperature T_a e T_c, i volumi $\mathcal{V}_a$ e $\mathcal{V}_b$, calcolare il lavoro fatto dal gas nel tratto $a \to b$ e il flusso di calore assorbito.
c) Calcolare il lavoro totale fatto dal gas in tutto il ciclo.
d) Calcolare la capacità termica a pressione costante nel caso il gas sia monoatomico.
(Dati: $n = 5$ moli, $T_a = 520.0$ K, $T_c = 130.0$ K, $\mathcal{V}_a = 8.0$ L, $\mathcal{V}_b$ =25.0 L, $\gamma = 5/3$, $R = 8.3142$ J / mol K = 0.08206 L atm/ mol K, 1 atm=101.325 $\cdot 10^3$ Pa.)

21) **21**



Un cilindro fatto di materiale isolante ha al suo interno una parete semovente anche questa isolante. Il diametro della base è d e la lunghezza del cilindro h. Il cilindro è riempito nella parte sinistra (L) e destra (R) da un gas ideale monoatomico. Inizialmente le pressioni nelle due parti sono uguali $\mathcal{P}_R = \mathcal{P}_L$ e anche le temperature sono uguali $T_R = T_L$. La lunghezza della parte sinistra è x. La parte sinistra è riscaldata fino a quando la lunghezza della parte sinistra diventa x'.
a) Calcolare $\gamma = C_p/C_v$.
b) Qual è la pressione nella parte destra?
c) Qual è la temperatura nella parte destra?
d) Qual è la temperatura nella parte sinistra?
e) Qual è il lavoro fatto dal gas della parte sinistra?
f) Qual è il calore acquisito dalla parte sinistra?
(Dati: $\mathcal{P}_R = \mathcal{P}_L = 1$ atm, $T_R = T_L = 350.0$ K, $d = 20$ cm, $h = 40$ cm, $x = 10$ cm, $x' = 22$ cm.)

22) Un gas ideale composto da n moli compie un'espansione reversibile e isotermica alla temperatura T. Il volume iniziale è $\mathcal{V}_1$ e quello finale $\mathcal{V}_2$. **22**

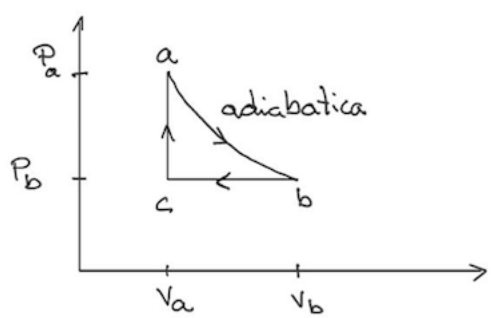
a) Calcola la variazione dell'entropia del sistema, e quella dell'entropia dell'universo (sistema più serbatoio termico).

b) Se la transizione precedente non fosse reversibile, quale sarebbe la variazione di entropia del sistema? La variazione dell'entropia dell'universo sarebbe uguale, minore o maggiore di quello ottenuto nel punto precedente?

c) Una transizione libera adiabatica dallo stato iniziale con volume $\mathcal{V}_1$ e temperatura T allo stato finale con volume $\mathcal{V}_2$ non è quasi-statica. Qual è la variazione dell'entropia del sistema e dell'universo?

(Dati: $n = 2$ moli, $T = 400$ K, $\mathcal{V}_1 = 20$ L, $\mathcal{V}_2 = 80$ L. $R = 0.08206$ L atm/mol K.)

23) **23**



Un gas ideale con calore specifico a volume costante $c_v = 3R/2$ è sottoposto al ciclo indicato nella figura. Nel punto a pressione, volume e temperatura valgono, rispettivamente, $\mathcal{P}_a$, $\mathcal{V}_a$, T_a. Nel punto b la pressione vale $\mathcal{P}_b$. La transizione tra a e b è adiabatica, tra i punti b e c è a pressione costante e tra c e a a volume costante.

a) Quanto vale $\gamma = c_p/c_v$ per questo gas?

b) Quanto vale $\mathcal{V}_b$?

c) Quante moli n di gas ci sono nel sistema?

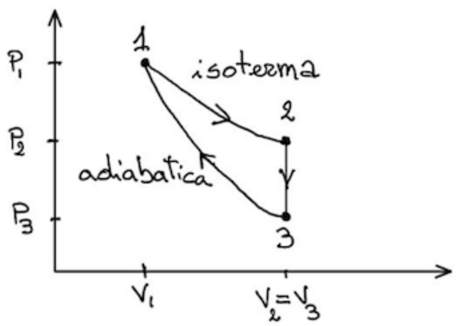
d) Quali sono i valori delle temperature nei punti b e c?

e) Qual è la variazione di energia interna tra a e b?

f) Qual è il lavoro fatto dal sistema nella transizione tra a e b?

(Dati: $\mathcal{P}_a = 2.5 \cdot 10^5$ Pa, $\mathcal{V}_a = 1.5\,\mathrm{m}^3$, $T_a = 400$ K, $\mathcal{P}_b = 10^5$ Pa, $R = 8.3143\,\mathrm{J/mol\,K}$.)

24) **24**



Una data quantità di gas ideale composto da molecole monoatomiche $\gamma = c_p/c_v = 5/3$ si trova in uno stato iniziale caratterizzato da pressione $\mathcal{P}_1$, volume $\mathcal{V}_1$, e temperatura T_1. Il gas compie un ciclo come indicato nella figura che rappresenta il diagramma pressione - volume. La transizione tra 1 e 2 è isotermica, quella tra 2 e 3 a volume costante e tra 3 e 1 adiabatica. I valori dei volumi in 2 e 3 sono $\mathcal{V}_2 = \mathcal{V}_3$.

Calcolare le seguenti quantità.

a) Pressione in 2.

b) Pressione in 3.

c) Lavoro svolto dal gas, e calore assorbito nella transizione tra 1 e 2.

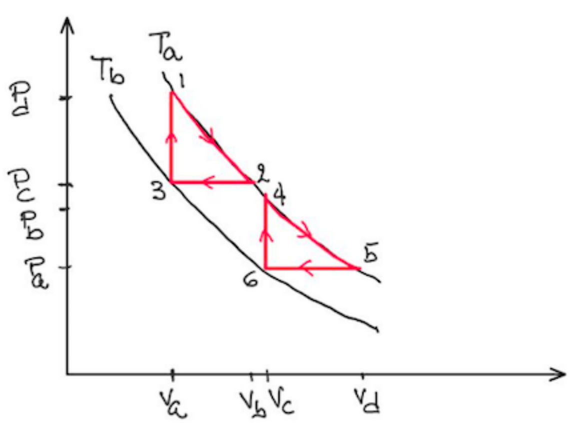
d) Lavoro svolto dal gas, e calore assorbito nella transizione tra 2 e 3.

e) Lavoro svolto dal gas nella transizione tra 3 e 1.

f) Variazione di energia interna nella transizione tra 3 e 1.

(Dati: $R = 8.3143$ J / mol K = 0.08206 L atm/ mole K
1 atm = $101.325 \cdot 10^3$ Pa, $\mathcal{P}_1 = 12$ atm, $\mathcal{V}_1 = 2.5$ L, $T_1 = 370$ K, $\mathcal{V}_2 = \mathcal{V}_3 =$ 20.0 L.)

25) **25**



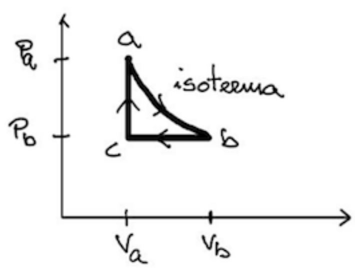
I due cicli, 1-2-3 e 4-5-6, mostrati nella figura, sono composti di segmenti con $\Delta T = 0$ $\Delta\mathcal{P} = 0$ e $\Delta\mathcal{V} = 0$. Ognuno dei due cicli viene compiuto da 1 mole di gas ideale.

a) Considerando che nello stato 1 si ha un volume $\mathcal{V}_1 = \mathcal{V}_a$, e che $T_a = 2T_b$ e considerando nota la pressione $\mathcal{P}_2 = \mathcal{P}_3 = \mathcal{P}_c$, trovare il valore della temperatura T_b.

b) Quanto lavoro viene esegui-

to dal sistema lungo la transizione $1 \to 2$?
c) E lungo tutto il ciclo 1-2-3-1?
d) Quanto calore viene assorbito dal sistema nel ciclo 1-2-3-1?
e) Qual'è la variazione dell'energia interna del sistema lungo il percorso 4-5.
f) Qual è quella in tutto il ciclo 4-5-6-4?
(Dati: $R = 8.3142$ J / mol K = 0.08206 L atm/ mole K,
1 atm = 101.325 $\times 10^3$ Pa, $\mathcal{V}_a = 0.5$ L, $\mathcal{P}_c = 4.0$ atm.)

26) 26

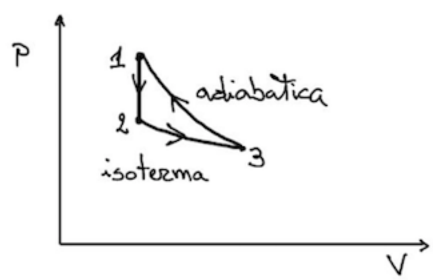


Un sistema termodinamico costituito da n moli di gas ideale e caratterizzato da un coefficiente adiabatico $\gamma = c_p/c_v = 5/3$, compie il ciclo reversibile mostrato in figura, in cui la trasformazione $a \to b$ è isoterma.
a) Individuare il tipo di molecole che compongono il gas (monoatomiche, biatomiche, poliatomiche).
b) Conoscendo i valori di $\mathcal{V}_a$, $\mathcal{V}_b$, T_a e T_c, calcolare il lavoro compiuto dal gas nella trasformazione $a \to b$ e nell'intero ciclo, nonché il calore scambiato dal gas con l'ambiente nella trasformazione $a \to b$ e nell'intero ciclo.
c) Si valuti, infine, il rendimento del ciclo confrontandolo con quello massimo fornito dal teorema di Carnot.
(Dati: $n = 5$ mol, $\mathcal{V}_a = 15$ L, $\mathcal{V}_b = 45$ L, $T_a = 415$ K, $T_c = 103.8$ K, $R = 8.3142$ J / mol K = 0.08206 L atm/ mol K,
1 atm = 101.325 $\cdot 10^3$ Pa)

27) Una macchina termica, composta da n moli di gas ideale, inizialmente con volume e temperatura $\mathcal{V}_1$ e T_1, compie un ciclo formato dalle seguenti trasformazioni. 27
1) Un'espansione isotermica alla temperatura T_1 fino a raggiungere il volume $\mathcal{V}_2$.
2) Un raffreddamento a volume costante fino a raggiungere la temperatura T_3.

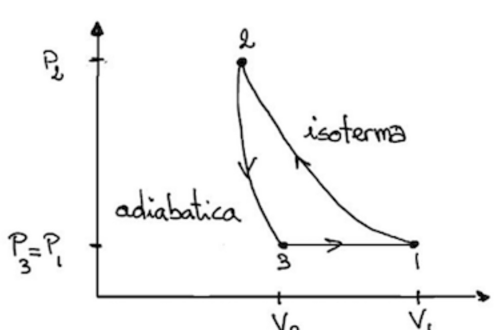
3) Compressione isotermica fino a raggiungere il volume iniziale.
4) Riscaldamento a volume costante per raggiungere la temperatura iniziale.
La capacità termica a volume costante è C_v.
Rappresentare il ciclo su un diagramma $\mathcal{PV}$.
Calcolare l'efficienza dalla macchina termica.
(Dati: $n = 1$ mole, $\mathcal{V}_1 = 26.0$ L, $T_1 = 450$ K, $\mathcal{V}_2 = 2\mathcal{V}_1$, $T_3 = 300$ K, $C_v = 21$ J / K, $R = 8.31$ J / K mol.)

28) **28**



Un gas ideale, composto da molecole biatomiche descrivibili come rotatori rigidi, compie il ciclo reversibile mostrato in figura. Il gas è costituito da n moli e conosciamo i valori di $\mathcal{P}_1$, $\mathcal{V}_1 = \mathcal{V}_2$ e $\mathcal{V}_3$.
a) Calcolare la capacità termica del gas a volume costante.
b) Calcolare le quantità di calore e lavoro scambiate dal sistema con l'ambiente nelle tre trasformazioni.
c) Determinare inoltre se il gas si comporta come un motore termico (lavoro netto positivo compiuto dal sistema nel ciclo) o come un frigorifero (lavoro netto positivo compiuto dall'ambiente nel ciclo) e calcolare il rendimento (nel primo caso) o l'efficienza (nel secondo caso) del ciclo.
(Dati: $n = 0.4$ mol, $\mathcal{P}_1 = 3.0$ atm, $\mathcal{V}_1 = \mathcal{V}_2 = 3.0$ L e $\mathcal{V}_3 = 12.0$ L, $R = 8.3142$ J / mol K $= 0.08206$ L atm/ mol K, 1 atm $= 101.325 \cdot 10^3$ Pa)

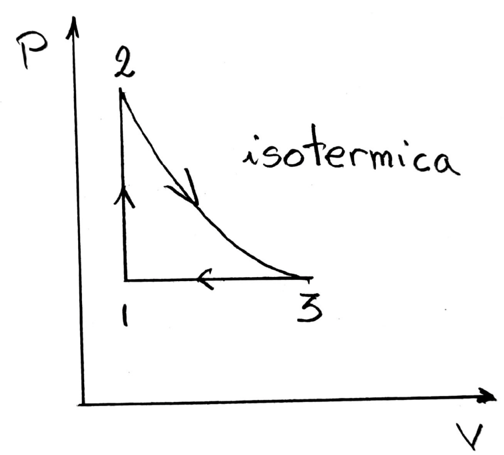
29) **29**



Un gas composto da n moli di molecole monoatomiche è sottoposto al ciclo mostrato nella figura. La massa molare di questo gas è M_m. Noto il valore delle pressioni $\mathcal{P}_1 = \mathcal{P}_3$ e dei due volumi $\mathcal{V}_1$ e $\mathcal{V}_3$ calcolare le seguenti quantità.

a) La capacità termica C_V del sistema a volume costante.
b) Il calore specifico c_p a pressione costante.
c) Il calore, Q, acquisito dal sistema, la variazione ΔU dell'energia interna del sistema, ed il lavoro W svolto dal sistema, in ognuna delle trasformazioni 1-2, 2-3, 3-1.
(Dati: n= 0.6 mol, M_m= 15 g/mol, $\mathcal{P}_1 = \mathcal{P}_3$=3.0 atm, $\mathcal{V}_1$=4.0 L, $\mathcal{V}_3$=2.0 L, $R = 8.3142$ J / mol K = 0.08206 L atm/ mol K)

30) **30**



Una macchina termica composta da n moli di gas ideale monoatomico, contenuto inizialmente in un volume $\mathcal{V}_1$, compie il ciclo rappresentato in figura. Tutti i processi sono quasi-statici, quindi reversibili. Sono noti i valori di pressione e volume in ogni punto del diagramma.
a) Calcolare la temperatura per ogni tratto del ciclo.
b) Identificare le parti del ciclo in cui il calore è assorbito.
c) Calcolare l'efficienza del ciclo.
(Dati: $n = 1$ mol, $\mathcal{V}_1 = 25$ L, $\mathcal{V}_3 = 2\mathcal{V}_1$, $\mathcal{P}_1 = 100$ k Pa, $\mathcal{P}_2 = 200$ k Pa, $R = 8.3142$ J / mol K, $C_v = nR\,3/2$.)

31) Un gas di elio ($\gamma = 1.67$) si trova inizialmente alla pressione $\mathcal{P}_1$, in un volume $\mathcal{V}_1$ e alla temperatura T_1. Il gas compie un'espansione isotermica fino a quando il volume assume il valore $\mathcal{V}_2$. A questo punto è compresso a pressione costante fino a quando il suo volume e la sua temperatura siano tali che con una compressione adiabatica possa ritornare nel suo stato iniziale. **31**
a) Rappresentare il ciclo su un diagramma $\mathcal{PV}$.

b) Trovare i valori del volume e della temperatura dopo la compressione isobarica.
c) Trovare il lavoro fatto durante il ciclo.
d) Calcolare l'efficienza del ciclo.
(Dati: $\mathcal{P}_1 = 20$ atm, $\mathcal{V}_1 = 1$ L, $T_1 = 500$ K. $\mathcal{V}_2 = 4$ L.)

32) Una massa m di acqua, inizialmente alla temperatura T_1 è raffreddata a pressione atmosferica fino a diventare ghiaccio alla temperatura $T_2 = 0°$ C. Successivamente il ghiaccio viene raffreddato fino alla temperatura T_3. Conoscendo il calore specifico dell'acqua nella sua fase liquida c_w e quello nella sua fase di ghiaccio c_i e il calore latente di fusione λ, calcolare la variazione di entropia dell'acqua. Nell'intervallo di temperature considerato, i valori dei calori specifici sono costanti. **32**
(Dati $m = 200$ g, $T_1 = 40°$ C, $T_3 = -15°$ C, $c_w = 1$ cal / g C, $c_i = 0.5$ cal / g C, $\lambda = 80$ cal /g.)

33) Una macchina termica compie un ciclo reversibile scambiando calore con tre sorgenti a temperature differenti T_a, T_b, T_c. La macchina assorbe una quantità di calore Q_a dalla sorgente a temperatura T_a e calore Q_b da quella a temperatura T_b. Calcolare l'efficienza del ciclo, **33**
(Dati: $T_a = 500$ K, $T_b = 373$ K, $T_c = 273$ K, $Q_a = 200$ cal, $Q_b = 300$ cal.)

34) Una macchina termica acquisisce calore da una una sorgente a temperatura T_a e lo rilascia ad un serbatoio a temperatura $T_b = 0°$ contenente una massa m di ghiaccio. La macchina opera fino a quando tutto il ghiaccio si è sciolto. Conoscendo il calore latente di fusione dell'acqua, λ e ipotizzando che l'efficienza della macchina sia la massima possibile, calcolare: **34**
a) la quantità di calore rilasciata alla sorgente a temperatura T_b,
b) la quantità di calore acquisita dalla sorgente a temperatura T_a,
c) la quantità di lavoro svolto dalla macchina.
(Dati: $T_a = 100°$ C, $T_b = 0°$, $\lambda = 80$ cal /g, m=250 g.)

35) Una macchina termica lavora tra due serbatoi alle temperature T_1 e T_2 rispettivamente. Durante il ciclo estrae dal serbatoio a temperatura T_1 una quantità di calore Q_1, e compie una quantità di lavoro W. **35**

a) Qual è l'efficienza di questa macchina?
b) Quale sarebbe l'efficienza di una macchina reversibile, ad esempio una macchina di Carnot?
c) Qual è la variazione di entropia dell'universo per ogni ciclo?
(Dati: $T_1 = 400$ K, $T_2 = 273$ K, $Q_1 = 100$ J, $W = 15$ J.)

Domande Contenute nel File:

`teoria/teoria.tex`