

1 Legge di Stevino

1. Tre liquidi, tra loro immiscibili, vengono versati in un recipiente cilindrico il cui raggio interno è 20 cm. I volumi e le densità dei 3 liquidi sono rispettivamente : 1 litro e 2.1 g/cm³, 2.5 litri e 1.6 g/cm³, 1.8 litri e 1.2 g/cm³. Qual è la pressione idrostatica sul fondo del recipiente se si trascura la pressione atmosferica?

$$\left[p = (V_1\rho_1 + V_2\rho_2 + V_3\rho_3)\frac{g}{\pi r^2} \right]$$

2. In un martinetto idraulico usato per sollevare automobili in una carrozzeria il pistone più piccolo ha diametro $d_1 = 2.2$ cm, quello più grande $d_2 = 16,4$ cm. Se la massa dell'automobile è $m = 1980$ Kg, quale forza si deve applicare sul pistone più piccolo per sollevarla?

$$\left[F_1 = mgd_1^2/d_2^2 \right]$$

3. Nell'eseguire una trasfusione di sangue un ago viene inserito in una vena in cui vi è una pressione di 30 mmHg. Sapendo che la densità del sangue è circa pari a quella dell'acqua, calcolare a quale altezza minima sopra l'ago deve trovarsi il recipiente del sangue.

$$\left[41 \text{ cm} \right]$$

4. Una giraffa alta 4 metri ha il cuore situato a due metri dal suolo. Calcolare:
a) la differenza di pressione tra il cuore ed il cervello quando la giraffa è in piedi con il collo teso verticalmente verso l'alto; b) la variazione di pressione nel cervello quando la giraffa dalla posizione precedente abbassa la testa per brucare l'erba del suolo. Si assuma per la densità del sangue $\rho = 9.56$ Kg/l.

$$\left[1.87 \times 10^4 \text{ Pa}; 3.75 \times 10^4 \text{ Pa} \right]$$

5. Un tubo ad U viene riempito di mercurio (densità 13.6 Kg/l) fino ad una distanza di 5 cm dall'orlo. Nei due rami del tubo vengono versati rispettivamente un liquido di densità 1 Kg/l e uno di densità 0.5 Kg/l, in modo da riempire fino all'orlo i due rami del tubo. Calcolare il dislivello che si crea tra le due colonne di mercurio.

$$\left[1.94 \text{ mm} \right]$$

2 Spinta di Archimede

1. Calcolare la frazione di volume emergente di un blocco di legno di densità 0.8 Kg/l che galleggia nel mare (densità 1.03 Kg/l).

$$\left[0.22 \right]$$

2. Un areostato di massa 100 kg e volume V viene riempito di elio. Sapendo che la densità dell'aria è 1.29 Kg/m^3 e che quella dell'elio è 0.17 Kg/m^3 , determinare il volume V minimo affinché l'areostato si sollevi.

$$[89.28 \text{ m}^3]$$

3. Archimede, per controllare se una corona fosse d'oro puro e non di una lega di oro e argento, pesò la corona in aria e successivamente in acqua. Egli trovò che il peso in aria era di 1 Kg ed in acqua di 0.92 Kg. Sapendo che la densità dell'oro è 19.3 Kg/l e quella dell'argento di 10.5 Kg/l , stabilire: a) le percentuali in volume di oro e argento contenuti nella corona; b) le masse corrispondenti.

$$[69.4\% - 807 \text{ g Au}; 30.6\% - 193 \text{ g Ag}]$$

4. Un blocco di alluminio (densità 2.65 g/cm^3) di massa 1 Kg è appeso a un filo. Qual è la tensione del filo se il blocco è immerso completamente in acqua?

$$[T = mg(1 - \rho_{Al}/\rho_w)]$$

5. Un subacqueo per immergersi in un lago (densità 1 Kg/l) deve indossare una zavorra di massa 2 kg e densità 2 Kg/l . Per ottenere lo stesso effetto in mare (densità 1.03 Kg/l) deve indossare una zavorra dello stesso materiale, ma pesante 5 Kg. Calcolare il volume del corpo del subacqueo e quanto pesa.

$$[47.5 \text{ l}; 46.5 \text{ Kg}]$$

3 Teorema di Bernoulli

1. In un tubo di sezione pari a 4.2 cm^2 scorre acqua alla velocità di 5.18 m/s . Il tubo scende gradatamente di 9.66 m mentre la sezione aumenta fino a 7.6 cm^2 . Qual è la velocità dell'acqua alla quota inferiore? Si determini la pressione al livello inferiore sapendo che quella superiore è 152 kPa .

$$[v_2 = v_1 S_1/S_2; p_2 = p_1 + \rho gh + 1/2 \rho(v_1^2 - v_2^2)]$$

2. Alla base di una diga alta 15 m si forma una fessura di area 10^{-3} m^2 . Trascurando la viscosità dell'acqua, quanti m^3/s di acqua escono da questa fessura? A che velocità?

$$[v = \sqrt{2gh}; \Delta V/\Delta t = vS]$$

3. Sul fondo di una barca, ad una profondità di 40 cm sotto il livello del mare, si trova il tappo di chiusura. La sezione del tappo è di 8 cm^2 . Calcolare: a) la pressione che agisce sul tappo; b) la velocità con cui entra l'acqua se si toglie il tappo; c) la forza che è necessario applicare per rimettere il tappo.

[3.92 kPa; 2.8 m/s; 3.136 N]

4. Un tubo aperto ad entrambe le estremità e piegato a forma di L viene immerso in un fiume, con un braccio rivolto controcorrente e uno verticale. Se l'acqua sale nel tubo ad una altezza di 70 cm rispetto alla superficie del fiume, calcolare la velocità della corrente del fiume.

$$[v = \sqrt{2gh}]$$

5. Una grossa botte contiene molti ettolitri di vino. Essa è munita in basso di un rubinetto, di sezione interna 1 cm^2 , il quale si trova 1.5 m al di sotto della superficie libera del liquido. Se si apre il rubinetto, quanto ci si impiega a riempire una damigiana da 20 l?

[36.9 s]

4 Viscosità e sedimentazione

1. Delle particelle di polvere di raggio $3 \mu\text{m}$ e densità 1.5 kg/l cadono in uno stagno profondo un metro. Determinare il tempo necessario alle particelle per raggiungere il fondo dello stagno, sapendo che la densità dell'acqua è 1 kg/l e la sua viscosità è $\eta = 10^{-3} \text{ Pa s}$. Se le particelle fossero di raggi differenti, determinare il raggio massimo delle particelle ancora in sospensione dopo 12 ore.

[28.3 h; $4.6 \mu\text{m}$]

2. Un recipiente è riempito di acqua fino all'altezza di un metro. Dal suo fondo esce un tubicino orizzontale dal diametro di 1 mm e lungo 50 cm. Sapendo che la viscosità dell'acqua è $8.9 \times 10^{-4} \text{ Pa s}$, calcolare la velocità con cui essa esce dal recipiente.

5 Capillarità

1. Un tubicino di vetro, di diametro interno 0.5 mm, aperto ad entrambe le estremità, è immerso verticalmente in acqua. Assumendo che l'angolo di contatto sia zero e che la tensione superficiale dell'acqua sia di $72 \times 10^{-3} \text{ N/m}$, calcolare l'innalzamento dell'acqua nel tubicino.

[5.9 cm]

2. La colonna di mercurio di un barometro indica un dislivello di 740 mm. Il raggio del tubo di vetro che contiene la colonna di mercurio è di 0.5 mm. La densità del mercurio è 13.6 Kg/l , l'angolo di contatto mercurio-vetro è 130° , mentre la tensione superficiale del mercurio è 0.49 N/m . Qual è il valore effettivo della pressione atmosferica? Qual è l'errore relativo che si commette se si trascura l'effetto della capillarità?

[750.2 mmHg; 1.38%]

3. I capillari dello xilema degli alberi hanno raggio medio $20 \mu\text{m}$. Determinare a quale altezza la linfa può salire grazie alla capillarità, assumendo un angolo di contatto pari a zero e una tensione superficiale di $7 \times 10^{-2} \text{ N m}$.

[71.3 cm]

6 Calore e temperatura

1. Su di un fornello a gas che fornisce 100 calorie al secondo viene posto un pentolino di capacità termica trascurabile, contenente 1.0 l di acqua alla temperatura iniziale di 20°C . Se il rendimento, cioè il rapporto fra il calore che va effettivamente a riscaldare il sistema e il calore prodotto dalla combustione, è del 75%, quale temperatura raggiunge l'acqua dopo 4 minuti?

[38°C]

2. In una vasca da bagno sono stati versati 70 l di acqua a 60°C proveniente da uno scaldabagno. Quanta acqua corrente a 16°C occorre aggiungere affinché la temperatura finale della massa d'acqua sia di 36°C ? Si trascurino le dispersioni di calore verso l'ambiente circostante e la capacità termica della vasca.

[84 l]

3. Un termometro di massa 55 g e calore specifico $0.2 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ segna 15.0°C prima di essere immerso in 100 ml di acqua. Se, una volta raggiunto l'equilibrio termico con il liquido, il termometro segna 44.4°C , qual era la temperatura dell'acqua prima dell'introduzione del termometro, nell'ipotesi che non vi siano state dispersioni di calore verso l'ambiente circostante?

[47.6°C]

4. Determinare la minima quantità di ghiaccio (calore specifico $0.92 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$), alla temperatura di -5°C , che è necessario aggiungere ad 1 Kg d'acqua alla temperatura di 20°C perché la temperatura finale del sistema sia di 10°C .

7 Legge dei gas perfetti

1. Un'aula di dimensioni $5 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 3 \text{ m}$ si trova alla temperatura $t = 20^\circ\text{C}$ e alla pressione $p = 1 \text{ atm}$. Determinare: a) la massa d'aria contenuta nella stanza sapendo che la massa molecolare dell'aria è $M = 28,96 \text{ g/mol}$, b) la pressione nella stanza se la temperatura aumenta a 35°C e la stanza è stagna.

$$[m = MpV/(RT); \quad p' = pT/T']$$

2. Determinare il volume dell'aria contenuta in una bombola per sub (20 litri riempita alla pressione di 150 atm) prima dell'immersione, ossia quando il sub si trova alla pressione atmosferica. Se il sub si immerge alla profondità di 30 m e consuma 20 l di aria al minuto, quanto tempo può rimanere immerso?

$$[V_{aria} = V_{bomb}P_{bomb}/P_{atm}; \quad t = V_{bomb}P_{bomb}/[q_{sub}(P_{atm} + \rho gh)]]$$

3. Un gas è racchiuso in una bombola indeformabile alla temperatura di 20°C ed alla pressione di 5.0 atm. (a) Se la bombola viene immersa nell'acqua bollente a 100°C, che valore assume la pressione del gas all'equilibrio termico? (b) Sempre tenendo il gas in equilibrio termico con l'acqua bollente, quale frazione della massa di gas contenuto è necessario lasciar uscire per riportare la pressione al valore di 5 atm? (c) Se il gas rimasto viene riportato alla temperatura di 20°C, qual è la pressione finale?

$$[6.37 \text{ atm}; \quad 21.5\%; \quad 3.93 \text{ atm}]$$

8 Trasformazioni termodinamiche

1. Due moli di gas perfetto sono inizialmente alla temperatura di 30°C ed alla pressione di 2.0 atm. Esse si espandono isotermicamente fino a raggiungere la pressione di 0.5 atm. Determinare: a) il volume occupato dal gas nello stato finale, b) il lavoro connesso con la trasformazione, c) il calore scambiato dal sistema.

$$[\Delta L = nRT \log(p_1/p_2); \quad \Delta Q = -\Delta L]$$

2. Una mole di ossigeno viene riscaldata a pressione costante dalla temperatura di 0°C. Sapendo che il calore molare di un gas perfetto biatomico è $7/2R$, determinare l'energia termica che occorre fornire al gas per duplicarne il volume.

$$[7.94 \times 10^3 J]$$

3. Due moli di un gas perfetto vengono raffreddate alla pressione costante di 2 atm, passando da un volume iniziale di 20 l ad un volume finale di 10 l. Calcolare il calore Q scambiato dal gas, il lavoro L compiuto e la variazione ΔU di energia interna. Calcolare le stesse grandezze nel caso in cui si passi dallo stato iniziale a quello finale mediante una compressione isoterma seguita da un raffreddamento a volume costante.

$$[Q_1 = \frac{c_p}{nR}(V_f - V_i); \quad L_1 = p_i(V_f - V_i); \quad L_2 = p_i V_i \log(V_f/V_i); \dots]$$

9 Elettrostatica

1. Determinare la forza con cui si respingono due cariche puntiformi da 1 C poste alla distanza di 1 m.

$$[8.99 \times 10^9 \text{ N }]$$

2. Due sferette metalliche entrambe di massa 20 g e carica q sono appese allo stesso punto tramite due fili sottili lunghi 50 cm. Sapendo che in condizioni di equilibrio i fili formano un angolo di 30° , determinare q .

$$[1.77 \times 10^{-6} \text{ C }]$$

3. Tre cariche elettriche identiche sono disposte ai vertici di un triangolo equilatero. Quale deve essere il valore di una quarta carica q' posta al centro del triangolo perché il sistema delle quattro cariche sia in equilibrio?

$$[q' = -\sqrt{3}/3q]$$

4. Due cariche elettriche puntiformi del valore di $q_1 = 1\mu\text{C}$ e $q_2 = 9\mu\text{C}$ si trovano ad una distanza di 1 m. Determinare dove posizionare una terza carica perché si trovi in equilibrio.

$$[l_1 = 25 \text{ cm }]$$

5. Un elettrone, inizialmente fermo, si muove sotto l'azione della forza elettrica dovuta ad un campo elettrico di valore 800 V/m, per una distanza di 2 cm. Calcolare quanto tempo impiega a percorrere questo tratto.

$$[1.69 \times 10^{-8} \text{ s }]$$

10 Onde, acustica

1. Se si ode l'eco di un suono dopo 4.3 s, quanto è lontano l'ostacolo che lo ha generato riflettendo le onde sonore?

$$[731 \text{ m }]$$

2. Una rotaia di una strada ferrata viene colpita in un punto da una martellata. Una persona posta a 500 m di distanza ode il suono della martellata giungerle prima dal metallo e poi, dopo 1.37 s, anche dall'aria. Sapendo che la velocità del suono in aria è 340 m/s, calcolare la velocità del suono nel ferro.

$$[4.97 \text{ Km/s }]$$

3. Un uomo vede un aereo che vola a 55° sopra l'orizzonte, ma sente il rumore provenire da sopra la propria testa. Se la velocità del suono è di 340 m/s, a che velocità viaggia l'aereo?

[238 m/s]

4. Un'onda sonora piana di frequenza 500 Hz che si propaga in aria, incide su un bacino d'acqua. Sapendo che la velocità del suono in aria è 340 m/s e quella in acqua è 720 m/s, calcolare le lunghezze d'onda nei due mezzi.

[$\lambda_1 = 0.68$ cm, $\lambda_2 = 1.44$ cm]

5. Sapendo che l'intensità del rumore di una strada trafficata è di 70 dB, calcolare la potenza che incide sulla porzione di facciata di un edificio corrispondente ad una stanza larga 4 m e alta 3 m. Sarebbe sufficiente ad illuminare la stanza, posto di saper convertire l'energia sonora in energia luminosa?

[1.2×10^{-5} W]

6. Calcolare l'ampiezza di un onda sonora di frequenza 100 Hz prossima alla soglia di udibilità (0 dB) sapendo che la densità dell'aria è 1.23 Kg/m³ e la velocità del suono 340 m/s, e confrontarla col raggio dell'atomo d'idrogeno ($a_0 = 5.29 \times 10^{-11}$ m). Cosa si può dire riguardo alla sensibilità del timpano umano?

[1.10×10^{-10} m]

7. Calcolare il rapporto in ampiezza tra un'armonica a 50 Hz e una a 5000 Hz, di pari intensità, e darsi ragione delle diverse dimensioni di una cassa e di un woofer.

[rapporto 100 : 1]

8. Un treno emette un fischio mentre passa davanti ad una stazione. Un musicista fermo alla stazione riconosce che la frequenza del fischio scende da un Si (493.9 Hz) ad un Mi (329.6 Hz). Sapendo che la velocità del suono è 340 m/s, calcolare la velocità del treno e la frequenza che sentono i passeggeri a bordo del treno.

[$v = 244$ Km/h, $f = 395.4$ Hz]

9. Determinare di quanto varia percentualmente la frequenza della sirena di un'autoambulanza che si allontana con velocità 50 km/h da un uomo fermo sul marciapiede.

[$f/f_0 = v_s/(v_s + v)$]