Soluz II itinere Farmacia 07/06/2007

EJ.1

Soluzione

Consideriamo una trasformazione nella quale a 1.00 kg di acqua liquida a 100 °C viene fornito calore a pressione atmosferica costante per convertirlo in vapore a 100 °C. L'acqua è contenuta in un cilindro dotato di un pistone a tenuta che si muove verso l'esterno per mantenere costante la pressione. La variazione del volume è 1700 l − 1 l = 1.7 m³. In base all'Equazione (17.10) il lavoro compiuto dal sistema è

$$W = p\Delta V = (101\ \text{kPa})(1.7\ \text{m}^3) = 170\ \text{kJ}$$

$n \approx 55.5$

La quantità di calore assorbita durante la trasformazione può essere calcolata utilizzando il calore latente di vaporizzazione dato nella Tabella 17.2:

$$Q = mL_v = (1.00\ \text{kg})(2260\ \text{kJ/kg}) = 2260\ \text{kJ}$$

La differenza tra le energie interne di questi due stati dell'acqua è

$$U_f - U_i = Q - W = 2260\ \text{kJ} - 170\ \text{kJ} = 2090\ \text{kJ} \approx 2100\ \text{kJ}$$

Il calcolo indica che, dei 2260 kJ di calore forniti al sistema, circa 170 kJ costituiscono il lavoro compiuto dal sistema, e il resto, circa 2100 kJ, si manifesta come un incremento dell'energia interna. Benché ci siamo serviti di una particolare trasformazione per calcolare la differenza tra le energie interne di questi due stati dell'acqua, va sottolineato che la differenza di 2100 kJ è indipendente dalla trasformazione. ■

■ ~~Esempio 19.1~~ EJ. 2

Una moderna centrale elettrica ha un rendimento del 35 per cento circa e produce energia elettrica erogando una potenza $P = 10^9$ W = 1 GW. Stimare gli scambi di calore che hanno luogo in 1 h di funzionamento nella caldaia e nel condensatore.

Soluzione

Benché i simboli W, Q_C e $|Q_F|$ si riferiscano a un solo ciclo, i valori corrispondenti per un qualunque numero di cicli saranno nelle stesse proporzioni. Ammettiamo quindi che in questo caso W, Q_C e $|Q_F|$ rappresentino i valori per 1 h di funzionamento. Esprimiamo l'energia in GW h (gigawattora), con 1 GW h = 3.6×10^{12} J. Il lavoro effettuato è

$$W = Pt = (1\ \text{GW})(1\text{h}) = 1\ \text{GW h}$$

Per l'Equazione (19.3), la quantità di calore Q_C è

$$Q_C = \frac{W}{\eta} = \frac{1\ \text{GW h}}{0.35} = 3\ \text{GW h} \approx 10.8 \cdot 10^{12}\ \text{J}$$

e per il primo principio

$$Q_C - |Q_F| = W$$

$$|Q_F| = Q_C - W = 3\ \text{GW h} - 1\ \text{GW h} = 2\ \text{GW h} \approx 7.2 \cdot 10^{12}\ \text{J}$$ ■

$$2\ \text{GW}\cdot\text{h} = 2\cdot 10^9\ \frac{\text{J}}{\cancel{\text{s}}}\cdot 3600\ \cancel{\text{s}} = 7.2\cdot 10^{12}\ \text{J}$$

Il secondo principio della termodinamica (enunciato di Kelvin-Planck).

■ ~~Esempio 3.2~~ EJ.3

Determinare il potenziale nel punto P di Figura 3.6, dove $q_1 = 33$ nC, $q_2 = -51$ nC, e $q_3 = 47$ nC.

Soluzione

In base all'Equazione (3.7),

$$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2} + \frac{q_3}{r_3}\right) = \left(9.0\times10^9\ \text{N m}^2/\text{C}^2\right)\left(\frac{33\ \text{nC}}{93\ \text{mm}} + \frac{-51\ \text{nC}}{130\ \text{mm}} + \frac{47\ \text{nC}}{93\ \text{mm}}\right) = 4.2\times10^3\ \text{V}$$

dove si è usata la relazione pitagorica $\sqrt{(93\ \text{mm})^2 + (93\ \text{mm})^2} = 130$ mm. Si noti che è più facile calcolare V che $\mathbf{E}$, perché il calcolo comporta una somma scalare invece di una somma vettoriale. ■

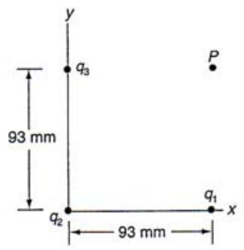
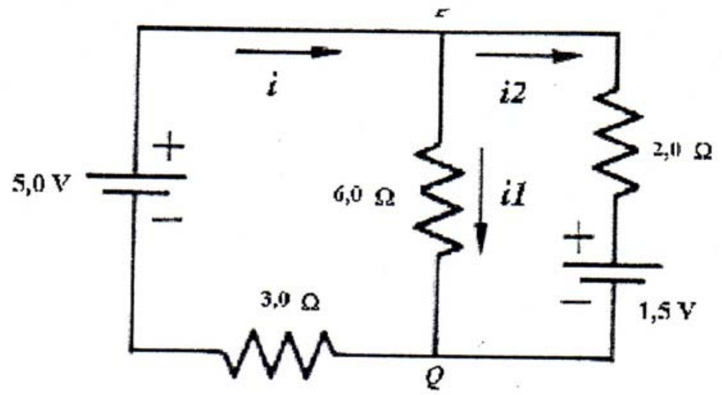


Figura 3.6
Esempio 3.2.



Risoluzione

~~Analisi del circuito~~ ES. 4

Il circuito, a più maglie, comprende due sorgenti di forza elettromotrice e tre resistori. Le correnti richieste sono tre e altrettante dovranno essere le equazioni da risolvere. Scegliamo arbitrariamente i versi delle correnti come indicato in figura. Il punto *P* è un nodo in cui entra la corrente *i* ed escono le due correnti *i* 1 e *i* 2 ; per la legge dei nodi di Kirchhoff si ha la relazione:

$I = I_2 + I_1$

$\boxed{i = i1 + i2.}$

Questa costituisce la prima delle tre equazioni necessarie. Per le altre due, applichiamo il principio delle maglie di Kirchhoff a quella esterna e a quella interna di sinistra. Otteniamo le equazioni:

$5 - 6I_1 - 3I = 0$

5,0 V- (2,0 Ω) *i* 2 - 1,5 V- (3,0 Ω) *i* = 0

$-1.5 + 6I_1 - 2I_2 = 0$

$\boxed{5{,}0\ V - (6{,}0\ \Omega)\, i1 - (3{,}0\ \Omega)\, i = 0}$ $-1.5\ V + (6.0\ \Omega) I_1 - (2.0\ \Omega) I_2 = 0$

Risoluzione con la TI-92

$I = 0.86$ A

Per risolvere il sistema utilizziamo la funzione s *imult* presente nella TI-92. Semplificiamo e riscriviamo le tre equazioni in forma normale, senza riportare le

$I1 = 0.40$ A

unità di misura:

$I_2 = 0.46$ A

i - *i* 1 - *i* 2 = 0
3 *i* + 2 *i* 2 = 3,5

~~Esempio 15.13~~ (Es. 5)

Un acquedotto utilizza un serbatoio per immagazzinare l'acqua e renderla disponibile all'occorrenza. Se il livello dell'acqua nel serbatoio, nel punto indicato con A nella Figura 15.19, è 12 m sopra la conduttura, e la velocità nella conduttura nel punto B è di 16 m/s, qual è la pressione relativa nei punti A e B?

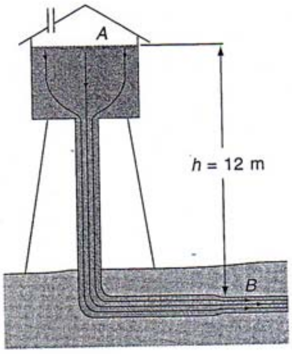


Figura 15.19
Esempio 15.13.

Soluzione

Nel punto A, la pressione relativa è nulla, perché il recipiente è in comunicazione con l'atmosfera. Applicando l'equazione di Bernoulli ai punti A e B, si ha

$$p_B + \varrho g y_B + \frac{1}{2}\varrho v_B^2 = p_A + \varrho g y_A + \frac{1}{2}\varrho v_A^2$$

La velocità v_A dell'acqua alla superficie del serbatoio è praticamente nulla (sai spiegare perché?), e $y_A - y_B = 12$ m. Quindi

$$\begin{aligned} p_B &= \varrho g h - \frac{1}{2}\varrho v_B^2 \\ &= (1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)\left[(9.8 \text{ N/kg})(12 \text{ m}) - \frac{1}{2}(16 \text{ m/s})^2\right] \\ &= -1.0 \times 10^4 \text{ Pa} \end{aligned}$$

$$p_B = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa} - 1 \cdot 10^4 \text{ Pa} = 0.9013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 90130 \text{ Pa}$$

La pressione relativa nella conduttura è negativa! Ciò significa che la pressione assoluta nella conduttura è minore della pressione atmosferica. (La pressione assoluta non è però minore di zero.) Nel progettare gli acquedotti, situazioni di questo tipo devono essere evitate, perché se nel tubo ci fosse un foro, potrebbe venir risucchiata dal terreno acqua inquinata. Negli acquedotti reali il flusso è spesso turbolento, e di rado l'acqua ha velocità superiori a 3 m/s. ■

Molti congegni di utilità pratica sono applicazioni dell'equazione di Bernoulli. La Figura 15.20a rappresenta un nebulizzatore per profumo. Apparecchi simili vengono usati per spruzzare la vernice o gli insetticidi. Quando la pompetta del nebulizzatore viene schiacciata, l'aria viene spinta a grande velocità attraverso la strozzatura: se il profumo ha la densità dell'acqua, una velocità dell'aria di circa 17 m/s nel sottile tubicino è sufficiente ad abbassare la pressione nel punto A quanto basta perché la pressione atmosferica spinga il profumo 2 cm in su, facendolo arrivare nel tubicino. Il tubo aspirante che i dentisti usano per tenere la bocca pulita dalla saliva utilizza un condot-