# Soluzioni Compito di Fisica per CdL Farmacia e CdL CTF
# 17 settembre 2008 – A. Lascialfari

**Esercizio 1**

**Soluzione**

(a) Il modulo costante della velocità del satellite è pari al rapporto tra la distanza percorsa durante una rivoluzione ($2\pi R$) e il tempo impiegato sempre per una rivoluzione ($T$): $v = 2\pi R/T$. Sostituendo questo valore nell'Equazione (4.19), si ha

$$a_c = \frac{v^2}{R} = \frac{(2\pi R/T)}{R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$

(b) Il centro della traiettoria circolare del satellite è il centro della Terra, cosicché

$$R = R_t + h = 6.37\ \text{Mm} + 200\ \text{km}$$
$$= 6.37\ \text{Mm} + 0.20\ \text{Mm} = 6.57\ \text{Mm}$$

Per questo satellite dunque si ha

$$a_c = 4\pi^2 \frac{6.57\ \text{Mm}}{(5.30 \times 10^3\ \text{s})^2} = 9.22\ \text{m/s}^2$$

Si noti che il modulo dell'accelerazione del satellite è minore di $g$ alla superficie della Terra. ■

**Esercizio 2**

**Soluzione**

In base al teorema lavoro-energia, possiamo determinare immediatamente il lavoro totale:

$$W_{tot} = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = \frac{1}{2}m(0)^2 - \frac{1}{2}mv_i^2$$
$$= -\frac{1}{2}(1200\ \text{kg})(18\ \text{m/s})^2 = -190\ \text{kJ}$$

Le tre forze coinvolte sono il peso, la forza normale e l'attrito. Di esse, soltanto l'attrito compie lavoro in questo caso. (Il lettore si accerti di aver compreso perché le altre due forze non compiono lavoro!)

(a) Il lavoro totale è compiuto dall'attrito, e

$$W_a = W_{tot} = -190\ \text{kJ}$$

(b) Per una forza d'attrito costante e uno spostamento lungo un percorso rettilineo, il lavoro è

$$W_a = \mathbf{F}_a \cdot \Delta\mathbf{r} = F_a(25\ \text{m})\cos 180° = F_a(25\ \text{m})(-1)$$

Allora,

$$F_a = -\frac{W_a}{25\ \text{m}} = -\frac{-190\ \text{kJ}}{25\ \text{m}} = 7.8\ \text{kN}$$ ■

**Esercizio 3**

**Soluzione**

La pressione sulla superficie libera dell'acqua contenuta nel cilindro *e* la pressione sull'acqua che esce dal foro sono entrambe pari alla pressione atmosferica. Quindi l'equazione di Bernoulli assume la forma

$$\frac{1}{2}(v_1^2 - v_2^2) = g(y_2 - y_1)$$

dove il pedice 1 si riferisce al getto e il pedice 2 si riferisce alla superficie libera dell'acqua nel cilindro. L'equazione di continuità mette in relazione le velocità nel getto e nel cilindro:

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2}v_1$$

Quindi

$$v_1^2 = \frac{2g(y_2 - y_1)}{1 - (A_1/A_2)} = \frac{2\,(9.8)\ \mathrm{m/s^2}(350\ \mathrm{mm})}{1 - (5\ \mathrm{mm}/150\ \mathrm{mm})^2}$$
$$= \frac{6.9\ \mathrm{m^2/s^2}}{0.999}$$

Va notato che, arrotondando alla seconda cifra significativa, il denominatore diventa 1.0. Calcolando la radice quadrata, si ottiene

$$v_1 = 2.6\ \mathrm{m/s}$$

Se il cilindro è abbastanza grande perché la velocità alla superficie libera sia trascurabile, la velocità dell'acqua nel getto è la stessa che il liquido avrebbe se cadesse di un tratto $y_2 - y_1$. ■

**Esercizio 4**

## Il rendimento del motore di un'automobile

In un motore di un'automobile, la combustione della miscela aria-benzina può raggiungere temperature fino a 3000 °C e i gas di scarico lasciano il cilindro a circa 1000 °C. (a) Trovare il rendimento di una macchina termica reversibile che lavora tra le stesse temperature. (b) Teoricamente, sarebbe possibile che i gas di scarico lascino il cilindro alla temperatura dell'aria esterna (20 °C). Quale sarebbe il rendimento di quella ipotetica macchina termica reversibile?

**Impostazione** Prima identifichiamo le temperature delle due sorgenti a $T_H$ e $T_C$. Dobbiamo convertire le temperature delle sorgenti in gradi kelvin per trovare il rendimento di una macchina termica reversibile.

**Soluzione** (a) Le temperature delle sorgenti in gradi kelvin sono date da

$$T = T_C + 273\ \mathrm{K}$$

Perciò

$$T_H = 3000\ °\mathrm{C} = 3273\ \mathrm{K}$$

$$T_C = 1000\ °\mathrm{C} = 1273\ \mathrm{K}$$

Il rendimento di una macchina reversibile che lavora tra queste temperature vale

$$e_r = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{1273\ \mathrm{K}}{3273\ \mathrm{K}} = 0.61 = 61\%$$

(b) La sorgente ad alta temperatura è ancora a 3273 K, mentre quella a bassa temperatura è ora

$$T_C = 293\ \mathrm{K}$$

Questo porta ad avere un maggiore rendimento:

$$e_r = 1 - \frac{T_C}{T_H} = 1 - \frac{293\ \mathrm{K}}{3273\ \mathrm{K}} = 0.910 = 91.0\%$$

**Discussione** Come riportato nella pagina di apertura del capitolo, i motori a benzina raggiungono rendimenti di solo 20 – 25 %. Mentre sono sempre possibili miglioramenti dei rendimenti, la seconda legge della termodinamica limita il rendimento massimo teorico a quello di una macchina termica reversibile che lavora tra la stesse temperature. Si può aumentare il rendimento massimo teorico o utilizzando una sorgente calda più calda e/o una sorgente fredda più fredda. Tuttavia, considerazioni di tipo pratico possono impedirci di usare sorgente troppo calde o troppo fredde. Gas di combustione troppo caldi potrebbero causare danni a parti della macchina o creare problemi alla sicurezza. Lasciar espandere i gas fino a volumi maggiori ne riduce la temperatura, portando anche a un aumento del rendimento, ma potrebbe ridurre la potenza prodotta dalla macchina. (Una macchina termica reversibile ha un rendimento massimo teorico, ma il lavoro prodotto per unità di tempo è estremamente piccolo perché ci vuole troppo tempo per scambiare calore quando la differenza di temperatura è molto piccola.)

Problema di verifica 14.7 **Temperature di gas caldi**

Se il rendimento di una macchina reversibile è il 75% e la temperatura dell'ambiente esterno dove la mac

**Esercizio 5**

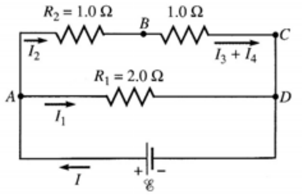
Rete di resistori dell'Esempio 17.7.

**Impostazione** Semplifichiamo il circuito di resistori in passi successivi. Innanzitutto, la sola combinazione in serie o in parallelo è quella dei due resistori in parallelo tra i punti $B$ e $C$. Nessun altra coppia di resistori ha la stessa corrente (per quelli in serie) o la stessa tensione (per quelli in parallelo). Sostituiamo i due resistori con uno equivalente, ridisegniamo il circuito e cerchiamo nuove combinazioni in serie o in parallelo, continuando finché l'intero sistema si riduce a un singolo resistore.

**Soluzione** (a) Per i due resistori di 2.0 Ω posti in parallelo tra i punti $B$ e $C$,

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{2.0\,\Omega} + \frac{1}{2.0\,\Omega}\right)^{-1} = 1.0\,\Omega$$

Ridisegniamo il circuito, sostituendo i due resistori in parallelo con un resistore equivalente da 1.0 Ω.

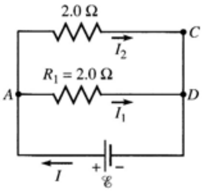



(1)

I due resistori da 1.0 Ω sono in serie poiché attraverso di essi deve passare la stessa corrente. Essi possono essere sostituiti da un solo resistore,

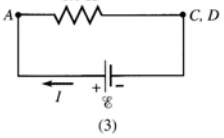
$$R_{eq} = 1.0\,\Omega + 1.0\,\Omega = 2.0\,\Omega$$

La rete di resistori adesso diventa




(2)

Come prima, la resistenza equivalente per due resistori in parallelo da 2.0 Ω è di 1.0 Ω. La rete di resistori si riduce a un singolo resistore equivalente da 1.0 Ω.




(3)

(b) La corrente attraverso $R_2$ è $I_2$ (Fig. 17.22). Dallo schema (2), quando $I_2$ scorre in una resistenza equivalente di 2.0 Ω, la caduta di tensione è di 0.60 V. Perciò,

$$I_2 = \frac{0.60\,\text{V}}{2.0\,\Omega} = 0.30\,\text{A}$$