

**Fisica Generale I (primo e secondo modulo)**  
**A.A. 2008-09, 17 giugno 2009**

*Esercizi di meccanica relativi al primo modulo del corso di Fisica Generale I, anche equivalente ai corsi di Fisica Generale 1 e 2 per l'ordinamento vigente prima del 2008-09:*

**Esercizio I.1**

Si considerino tre corpi identici di massa  $m = 2\text{kg}$  ciascuno, allineati e appoggiati uno accanto all'altro su un piano orizzontale. La superficie di contatto con il piano sia caratterizzata da un coefficiente di attrito dinamico  $\mu = 0.2$ . A partire dall'istante  $t = 0$  viene applicata una forza  $F_1 = 25\text{N}$  sul primo dei corpi, nella direzione degli altri due.

- a) Si calcoli l'accelerazione del sistema;
- b) si calcoli tutte le forze interne;
- c) si calcoli il lavoro compiuto dalle forze esterne nei primi 10 secondi e si verifichi che vale il teorema delle forze vive;
- d) si ripeta il calcolo del punto (c) precedente, ma nel caso in cui il piano sia liscio e inclinato di 15 gradi, e che i corpi siano spinti in salita dalla forza  $F_1 = 25\text{N}$ , parallela al piano.

**Esercizio I.2**

Una ruota di massa  $m = 6\text{kg}$  e raggio  $R = 1\text{dm}$  è appoggiata ad un piano orizzontale su cui può rotolare. Sulla ruota agisca una forza orizzontale costante  $F = 27\text{N}$ , applicata al suo centro e perpendicolare al suo asse.

- a) Si calcoli l'accelerazione della ruota.
- b) Se il coefficiente d'attrito statico è  $\mu_s = 0.34$ , si calcoli il valore massimo della forza  $F$  per mantenere la ruota in rotolamento puro.
- c) Si calcoli l'accelerazione nel caso in cui la ruota, anziché rotolare, venga fatta strisciare, essendo soggetta alla stessa forza e assumendo che il coefficiente di attrito dinamico sia  $\mu_d = 0.2$ .
- d) Si calcoli l'accelerazione nel caso in cui il disco rotoli senza strisciare, come al punto (a), ma stavolta la rotazione sia generata, anziché dalla forza  $F$  costante, da un motore che trasmette all'asse della ruota un momento  $\tau = 3\text{Nm}$  parallelo all'asse stesso.

*Esercizi di termodinamica relativi al secondo modulo del corso di Fisica Generale I, anche equivalente al corso di Fisica Generale 3 per l'ordinamento vigente prima del 2008-09:*

### **Esercizio II.1**

Quattro moli di un gas ideale monoatomico sono contenute in un cilindro a pareti adiabatiche di volume  $V_1$ , dotato di un pistone mobile, alla temperatura  $T_1 = 520\text{K}$ . Il cilindro è collegato ad un altro cilindro vuoto a pareti adiabatiche tramite un rubinetto, che inizialmente è chiuso. Sul gas nel primo cilindro si opera un'espansione adiabatica reversibile, al termine della quale il gas occupa un volume  $V_1' = 4V_1$ . Quindi il rubinetto viene aperto e parte del gas fluisce nel secondo cilindro, di volume  $V_2 = V_1'$ . Si calcolino le variazioni di energia interna e di entropia in ciascuna delle due trasformazioni.

### **Esercizio II.2**

Un cilindro adiabatico è diviso in due parti da un setto di superficie  $S = 40 \cdot 10^{-4}\text{m}^2$ , anch'esso adiabatico, che può scorrere liberamente al suo interno. Una parte, di volume  $V_1 = 6\text{L}$ , contiene 2mol di gas ideale biatomico; l'altra parte, di volume  $V_2 = 3\text{L}$ , contiene 1.3mol dello stesso gas. Inizialmente la pressione nelle due parti è  $P = 10\text{atm}$  ed il sistema si trova in equilibrio meccanico, con il setto in una certa posizione. An un certo istante il setto viene bloccato in quella posizione e viene reso perfettamente diatermico (ad esempio rimuovendo una superficie isolante). Si calcoli la forza che agisce all'equilibrio sul setto e la variazione di entropia del sistema.

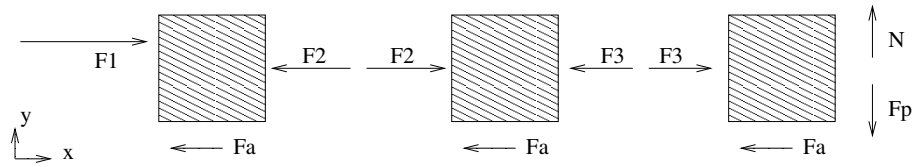
**Fisica Generale I (primo e secondo modulo)**  
**A.A. 2008-09, 17 giugno 2009**

Cognome	
Nome	
Matricola	
Iscritto al Corso di Laurea in	<input type="radio"/> Matematica <input type="radio"/> Fisica
Anno di Corso	<input type="radio"/> primo <input type="radio"/> oltre il primo
Tipo di scritto svolto	<input type="radio"/> solo meccanica (esercizi I.1 e I.2) <input type="radio"/> solo termodinamica (esercizi II.1 e II.2) <input type="radio"/> tutto lo scritto

**Note:**

- Gli iscritti al corso di laurea in matematica possono svolgere la prova intera o solo una delle due parti. Lo stesso vale per gli studenti di fisica iscritti al II anno di corso o agli anni successivi.
- Gli iscritti al primo anno del corso di laurea in fisica che hanno già superato la prova intermedia di meccanica (sessione di gennaio-febbraio 2009) possono svolgere solo la parte di termodinamica.
- Gli iscritti al primo anno del corso di laurea in fisica che non hanno superato la prova intermedia devono svolgere la prova per intero.
- Per coloro che svolgono la prova per intero: ai fini del superamento della prova è necessario svolgere in modo sufficiente almeno 3 esercizi su 4, di cui 2 di meccanica e uno di termodinamica.
- **Si raccomanda di esporre i risultati di ciascun esercizio, sia algebrici che numerici, in modo chiaro e ordinato!**

### Soluzione I.1



a) Il sistema si muove in blocco, quindi con accelerazione uguale  $a$  per ogni blocco.

$$3ma = F_1 - 3F_a \quad \Rightarrow \quad a = \frac{F_1}{3m} - \mu g = 2.21 \text{m/s}^2$$

b) Le forze esterne sono le tre forze peso  $F_p = mg$  e quelle di reazione  $N$  del piano (uguali ed opposte), le tre forze di attrito  $F_a = mg\mu = 3.92\text{N}$  e la forza  $F_1$ . Considerando il terzo blocco si ha :

$$ma = F_3 - F_a \quad \Rightarrow \quad F_3 = \frac{1}{3}F_1 = 8.33\text{N}$$

Considerando il secondo blocco si ha :

$$ma = F_2 - F_3 - F_a \quad \Rightarrow \quad F_2 = \frac{2}{3}F_1 = 16.7\text{N}$$

c)

$$dx(t') = \frac{1}{2}at'^2 = 110\text{m}$$

$$L_{F_1} = F_1 dx(t') = 2.75\text{kJ}$$

$$L_{F_a} = -F_a dx(t') = -431\text{J} \quad 3L_{F_a} = -1.29\text{kJ}$$

$$v(t') = at' = 22.1\text{m/s}$$

Verifichiamo la validità del teorema delle forze:

$$3L_{F_a} + L_{F_1} = 1.46\text{kJ}$$

$$\frac{1}{2}3mv(t')^2 = 1.46\text{kJ}$$

d)

$$3ma' = F_1 - F_P \sin 15^\circ \quad \Rightarrow \quad a' = \frac{F_1}{3m} - g \sin 15^\circ = 1.63\text{m/s}^2$$

$$dx'(t') = \frac{1}{2}a't'^2 = 81.5\text{m}$$

$$v'(t') = a't' = 16.3\text{m/s}$$

$$L'_{F_1} = F_1 dx'(t') = 2.04 \text{kJ}$$

$$L'_{F_p} = -F_p dx'(t') \sin 15^\circ = -1.24 \text{J}$$

Verifichiamo la validità del teorema delle forze:

$$3L_{F_p} + L_{F_1} = 800 \text{J}$$

$$\frac{1}{2} 3mv(t')^2 = 800 \text{J}$$

**Soluzione I.2** Sia  $I$  il momento d'inerzia del disco,  $F_a$  la forza d'attrito,  $a$  l'accelerazione del centro di massa e  $\alpha$  l'accelerazione angolare del disco.

a) Nel caso di rotolamento puro si ha

$$\begin{cases} I\alpha = F_a R \\ I = \frac{1}{2} mR^2 \\ ma = F - F_a \\ a = \alpha R \end{cases}$$

da cui

$$a = \frac{2F}{3m} = 3 \text{m/s}^2$$

b) Dal sistema precedente si può ricavare

$$F_a = \frac{1}{2} ma = F/3$$

ma deve essere

$$F_a \leq \mu_s mg$$

da cui

$$F \leq 3\mu_s mg = 60.0 \text{N}$$

c)

$$\begin{cases} ma = F - F_a \\ F_a = mg\mu_d \end{cases}$$

da cui

$$a = \frac{F}{m} - g\mu_d = 2.54 \text{m/s}^2$$

d)

$$\begin{cases} I\alpha = \tau \\ I = \frac{1}{2} mR^2 \\ a = \alpha R \end{cases}$$

da cui

$$a = \frac{2\tau}{mR} = 10 \text{m/s}^2$$