

Università degli Studi di Parma

**Corso di Laurea in Ingegneria Informatica, Elettronica
e delle Telecomunicazioni**

FISICA GENERALE 1 (29 giugno 2016) A

Nome Cognome:

Numero di matricola:

Barrare il compito che si è svolto (in assenza di questa dichiarazione, il compito è automaticamente nullo):

☐ **compito intero**

☐ **parte II**

Nota: Gli studenti che hanno superato la prova intermedia possono completare la prova svolgendo i 3 esercizi della Parte II (tempo 2 ore dall'inizio della prova);

Gli studenti che devono (o vogliono) sostenere la prova scritta completa devono svolgere i 2 esercizi della Parte I e 2 esercizi della parte II, scelti tra i 3 proposti (tempo 2 ore e 40 minuti dall'inizio della prova).

Parte I (meccanica)

I-1 In una gara di corsa Maria si trova a 22 m dal traguardo e ha una velocità di 4 m/s e si trova 6 m dietro ad Anna che ha una velocità di 5 m/s . Anna, pensando di non aver problemi a vincere, rallenta con $a = 0.5\text{ m/s}^2$, costante, fino alla fine della corsa. Determinare:

a) l'accelerazione a_M con cui Maria deve percorrere la parte rimanente della corsa se vuole raggiungere il traguardo spalla-spalla con Anna.

b) la velocità finale $v_{f,A}$ di Anna;

c) la velocità finale $v_{f,M}$ di Maria.

Risposte (espressione analitica e valore numerico):

I-1a) $a_M =$

A arriva a t_a : $22 - 6 = 5t_a - \frac{0.5}{2}t_a^2 \Rightarrow t_a = 4\text{ s}$
M in quel tempo arriva al traguardo $22 = 4t_a + \frac{1}{2}a_M t_a^2 \Rightarrow$
 $a_M = 0.75\text{ m/s}^2$

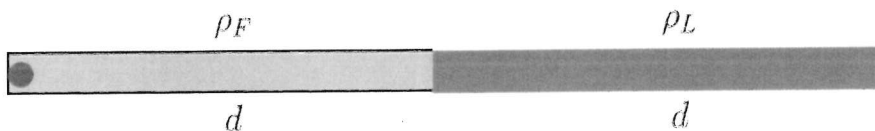
I-1b) $v_{f,A} =$

$v = 5 - 0.5 t_a = 3\text{ m/s}$

I-1c) $v_{f,M} =$

$4 + a_M t_a = 7\text{ m/s}$

- I-2 Due sbarrette sottili di sezione A e lunghezza $d = 50 \text{ cm}$ sono realizzate con due diversi materiali: ferro e legno di densità ρ_F e ρ_L , rispettivamente, con $\rho_F = 9\rho_L$. Le due sbarrette sono rigidamente unite insieme in modo da formare una singola sbarra di lunghezza $2d$ e massa $M = 10 \text{ kg}$. La sbarra risultante è incernierata all'estremo della parte in ferro e può ruotare senza attriti nel piano verticale (Si ricorda che il momento di inerzia di una sbarra sottile di massa m e lunghezza l rispetto ad un asse passante per un estremo è $ml^2/3$).
- a) Calcolare il momento di inerzia della sbarra rispetto all'asse di rotazione.
- b) La sbarra viene rilasciata da ferma dalla posizione orizzontale. Calcolare l'accelerazione della sua estremità della parte di legno.



Risposte (espressione analitica e valore numerico):

$$\text{I-2a)} \quad I = A \cdot \int_0^d \rho_F x^2 dx + \int_d^{2d} \rho_L x^2 dx = \frac{A d^3}{3} (\rho_F + 7\rho_L)$$

$$= \frac{M d^2}{3} \frac{\rho_F + 7\rho_L}{\rho_F + \rho_L} = \frac{M d^2}{3} \frac{16}{10} = 1,3 \text{ kg m}^2$$

I-2b)

oppure $I = I_F + I_L$

$$I_F = \frac{M_F d^2}{3}$$

$$I_L = \frac{M_L d^2}{12} + M_L \left(d + \frac{d}{2}\right)^2$$

rispetto al baricentro di M_L

$$M_L + M_F = M$$

$$M_F = 9 M_L$$

$$\Rightarrow M_L = \frac{1}{10} M$$

$$M_F = \frac{9}{10} M$$

$$= M_L d^2 \frac{28}{12}$$

$$I = \frac{9 M d^2}{10 \cdot 3} + \frac{M}{10} d^2 \frac{28}{12} = \frac{M d^2}{10} \frac{64}{12 \cdot 3}$$

I-2b $I \alpha = \tau_{\text{net}} = M g x_{\text{cm}}$

$$M x_{\text{cm}} = M_F \frac{d}{2} + M_L \left(d + \frac{d}{2}\right)$$

$$= M d \left(\frac{9}{20} + \frac{3}{20}\right) = M d \frac{12}{20}$$

$$a = 2d \alpha = \frac{M g x_{\text{cm}}}{\frac{M d^2}{3} \frac{16}{10}} 2d = \frac{3 \cdot 9}{4} = 22,05 \text{ m/s}^2$$

Parte II (onde, fluidi, termodinamica)

- II-1 Un treno emette un fischio di frequenza $f = 500 \text{ Hz}$ mentre sta viaggiando con velocità $v_S = 50 \text{ m/s}$. Un secondo treno sorpassa il primo muovendosi con velocità $v_O = 100 \text{ m/s}$. Quali sono le frequenze del fischio del primo treno percepite da un osservatore posto sul secondo treno prima e dopo il sorpasso? (Assumere per la velocità del suono in aria il valore $v = 343 \text{ m/s}$).

Risposte (espressione analitica e valore numerico):

$$\text{II-1)} \quad \nu_{\text{prima}} = \nu \frac{v + v_O}{v + v_S} = 563 \text{ Hz} \quad \nu_{\text{dopo}} = \nu \frac{v - v_O}{v - v_S} = 414 \text{ Hz}$$

- II-2 Un cubetto di legno di lato $L = 3 \text{ cm}$ e densità $\rho = 0.8 \text{ g/cm}^3$ viene trattenuto sul fondo di un recipiente quadrato di lato $d = 2L$ per mezzo di un filo inestensibile di massa e sezione trascurabile. Il recipiente è parzialmente riempito di acqua di densità $\rho_{H_2O} = 1.0 \text{ g/cm}^3$. Il livello dell'acqua nel recipiente quando il cubetto è completamente immerso è $h = 3L$.

- a) Calcolare la tensione T del filo in condizioni di equilibrio.
b) Il filo viene poi tagliato e il cubetto raggiunge la sua posizione di equilibrio di galleggiamento: calcolare il livello h' del liquido in questa situazione.

Risposte (espressione analitica e valore numerico):

$$\text{II-2a)} \quad T = (\rho_{H_2O} - \rho) g L^3 = 0.053 \text{ N}$$

$$\text{II-2b)} \quad \begin{aligned} \text{Volume } H_2O &= (2L)^2 3L - L^3 = 11L^3 \quad (\text{prima}) \\ &= (2L)^2 h' - L^3 \frac{\rho}{\rho_{H_2O}} \quad (\text{dopo}) \Rightarrow h' = 2.85 \text{ cm} \end{aligned}$$

- II-3 Un cilindro con 2.2 moli di un gas ideale monoatomico è chiuso da un pistone ed è in equilibrio termico con un contenitore entro il quale è posta inizialmente una miscela refrigerante alla temperatura $T = 0^\circ \text{C}$, costituita da una massa $M = 1.8 \text{ kg}$ di acqua contenente una quantità $m = 80 \text{ g}$ di ghiaccio. All'istante $t = 0$, mentre il gas si trova alla pressione atmosferica, viene bloccato il movimento del pistone e viene attivato un dispositivo riscaldante che, mediante una corrente che fluisce in una resistenza elettrica immersa nella miscela di acqua e ghiaccio, trasferisce lentamente calore al sistema con potenza $P = 4.0 \text{ W}$ per un tempo $t = 10$ ore. Sapendo che durante la trasformazione il gas si mantiene in equilibrio termico con il contenitore, calcolare:

- a) dopo quanto tempo dall'accensione del dispositivo riscaldante si sarà fuso tutto il ghiaccio;
b) la temperatura T_f e la pressione p_f del gas nello stato di equilibrio raggiunto dal sistema allo spegnimento del dispositivo riscaldante;
c) il rapporto fra il calore assorbito dal gas e quello assorbito dall'acqua dal momento in cui il ghiaccio è tutto fuso fino all'istante finale. (Per le risposte numeriche usare i dati riportati nelle tabelle dell'ultima pagina).

Risposte (espressione analitica e valore numerico):

$$\begin{aligned} \text{II-2a)} \quad Q_{\text{Tot}} &= 4 \cdot 10 \cdot 3600 = 144 \cdot 10^3 \text{ J} \quad (\text{potenza del reattore}) \\ \Delta t &= \frac{m_{\text{gh}} L}{P} = \frac{Q_{\text{ghiaccio}}}{P} = 6660 \text{ s} \Rightarrow Q_{\text{Tot}} - Q_{\text{ghiaccio}} = 117 \cdot 10^3 \text{ J} \\ 117 \cdot 10^3 \text{ J} &= Q_{\text{gas}} + Q_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{3}{2} nR (T_f - 273) + 1.88 \cdot 4190 (T_f - 273) \\ T_f &= 288 \text{ K} \end{aligned}$$