

# SOLUZIONE

Università di Trieste A.A. 2017/2018 Lauree Triennali in Ingegneria **A**

FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 29.01.2019

Cognome ..... Nome ..... CdS: ..... Pref. orale 29-30

Istruzioni:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Fare attenzione ai segni nelle risposte numeriche.

**Problema 1.** Un treno di massa  $M = 7.3 \times 10^5$  kg è accelerato dalla locomotiva che compie lavoro alla potenza costante  $P = 2.1 \times 10^3$  kW. La velocità del treno all'istante iniziale  $t_0 = 0$  s è  $v_0 = 32$  km/h.  
 (a) L'accelerazione del treno negli istanti successivi è costante, aumenta o diminuisce al passare del tempo? Giustificare la risposta.

4

Potenza istantanea  $P = Fv$   
 Legge di Newton  $F = ma \Rightarrow a = \frac{P}{M} \frac{1}{v}$  a diminuisce perché  $v$  aumenta

(b) Quanto lavoro ha compiuto la locomotiva nell'intervallo di tempo fra  $t_0$  e  $t_1$ ?

3

$$W = P \Delta t = 1.6 \cdot 10^8 \text{ J}$$

(c) Quanto valgono la velocità e l'accelerazione del treno all'istante  $t_1 = 75$  s?

Per  $v_1$  uso il teorema lavoro-energia

3

$$W = \Delta K = \frac{1}{2} M v_1^2 - \frac{1}{2} M v_0^2 \rightarrow v_1 = \sqrt{v_0^2 + \frac{2}{M} \Delta K} = 23 \text{ m/s}$$

$$a_1 = \frac{F_1}{M} = \frac{P}{M} \frac{1}{v_1} = 0.13 \text{ m/s}^2$$

**Problema 2.** Partendo da fermo un cilindro omogeneo di raggio  $R = 10$  cm e massa  $M = 1.5$  kg rotola senza strisciare lungo un piano inclinato di un angolo  $\alpha = 30^\circ$ . Determinare.

(a) La velocità  $v_{CM}$  del centro di massa, quando il cilindro ha percorso un tratto di lunghezza  $L = 2.0$  m (istante finale).

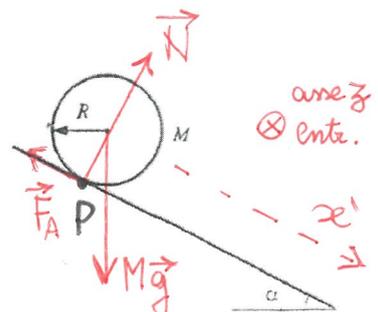
3

Dato che le forze di attrito statico  $\vec{F}_A$  e di reazione normale al piano  $\vec{N}$  hanno lavoro nullo, posso trovare  $v_{CM}$  usando la conservazione dell'energia:

$$Mg L \sin \alpha = \frac{1}{2} M v_{CM}^2 + \frac{1}{2} I_{CM} \omega^2 \quad I_{CM} = \frac{1}{2} MR^2$$

$$\omega = \frac{v_{CM}}{R}$$

$$v_{CM} = \sqrt{\frac{4}{3} g L \sin \alpha} = 3.6 \text{ m/s}$$



(b) Modulo, direzione e verso del momento angolare del cilindro rispetto al centro di massa nell'istante finale.

3 
$$\vec{L} = I_{CM} \omega \hat{K} = L_z \hat{K} \text{ entrante}$$

$$L_z = \frac{1}{2} MR^2 \frac{v_{CM}}{R} = \frac{1}{2} MR v_{CM} = 0.27 \frac{Kg m^2}{s}$$

(c) Modulo, direzione e verso della forza di attrito statico agente nel punto di contatto durante il moto.

4 Eq. cardinali 
$$\begin{cases} \sum \vec{F} = M \vec{a} \\ \sum \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt} = I \vec{\alpha} \end{cases}$$

Proiettis lungo  $x'$  
$$F_{Ax'} + Mg \sin \alpha = M a_{x'}$$

Proiettis lungo  $z$  
$$R \cdot Mg \cdot \sin \alpha = I_p \alpha_z$$

Scelgo come polo P 
$$I_p = \frac{1}{2} MR^2 + MR^2$$

$$\alpha_z = \frac{a_{x'}}{R}$$

*Componente  $x'$ , segno determinato dalle soluzioni dal sistema di equazioni*

$$F_{Ax'} = -\frac{Mg \sin \alpha}{3} = -2.5 N$$

4 **Problema 3** Un sommozzatore di massa  $m_{sub} = 75 \text{ kg}$  ha una densità  $\rho_{sub} = 0.97 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$  (valore medio). Quanto vale la massa di piombo  $m_{pb}$  (densità  $\rho_{pb} = 11.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ) che il sommozzatore deve agganciare alla sua cintura per risentire di una forza risultante nulla quando è immerso in mare con densità  $\rho_a = 1.02 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ?

asse verticale  $\vec{g}$   $\downarrow$

ACQUA

$\vec{F}_A$  Spinta di Archimede

$\vec{F}_P = (m_{sub} + m_{pb}) \vec{g}$

Equilibrio  $\Rightarrow \sum \vec{F} = 0 \quad \vec{F}_A + \vec{F}_P = 0$  proiettis  $y$

$$F_{Ay} = + (V_{sub} + V_{pb}) \rho_a g = \left( \frac{m_{sub}}{\rho_{sub}} + \frac{m_{pb}}{\rho_{pb}} \right) \rho_a g$$

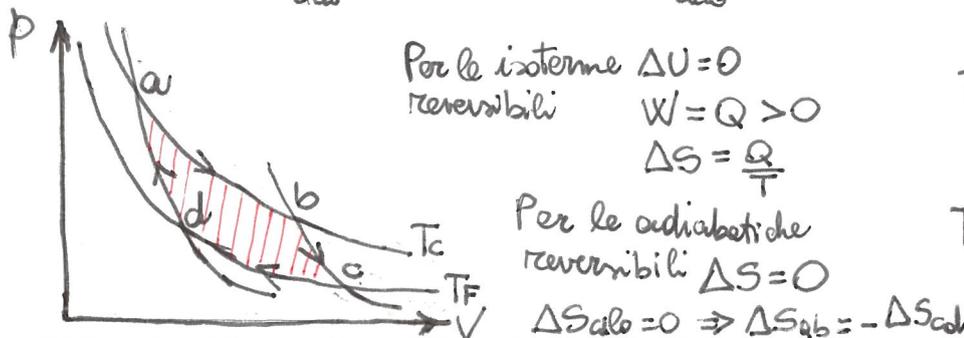
$$F_{Py} = - (m_{sub} + m_{pb}) g$$

$$m_{pb} = m_{sub} \frac{\left( \frac{\rho_a}{\rho_{sub}} - 1 \right)}{\left( 1 - \frac{\rho_a}{\rho_{pb}} \right)} = 4.2 \text{ Kg}$$

3 **Problema 4** Una macchina di Carnot reversibile scambia calore tra due sorgenti con differenza di temperatura  $\Delta T = T_C - T_F = 100 \text{ K}$ . Lungo l'isoterma a temperatura  $T_C$  il fluido subisce una variazione di entropia pari a  $\Delta S_C = 11 \text{ J/K}$ .

(a) Disegnare qualitativamente in due grafici il ciclo di Carnot, prima nel piano delle variabili termodinamiche p-V (p in ordinata e V in ascissa) e poi T-S (T in ordinata e S in ascissa).

Nel ciclo  $\Delta U_{ciclo} = Q - W = 0$  e  $\Delta S_{ciclo} = 0$



(b) Calcolare il lavoro W prodotto dalla macchina in un ciclo.

3 
$$W = Q_c + Q_f = Q_c - |Q_f| = \Delta S_c T_C + \Delta S_f T_F = \Delta S_c \Delta T = 1.1 \cdot 10^3 \text{ J}$$

$\begin{matrix} > 0 & < 0 \end{matrix}$