SOLUZIONE commentata — in rosso: valori tema B

Università di Trieste - A.A. 2018/2019 - Lauree Triennali in Ingegneria **A**

Punteggi
$10+10+10=30/30$

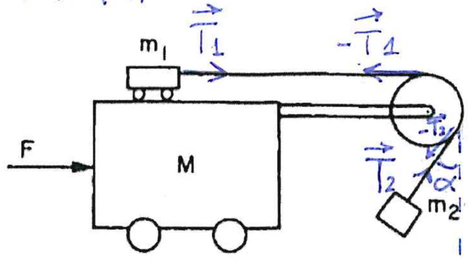
FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 13.02.2020

COGNOME ....VITALE.... **Nome** ....LORENZO.... **Corso di Studi:** ....

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.

$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$

Problema 1. Nel sistema mostrato in figura, la forza costante orizzontale $\vec{F}$ agisce su M in modo che m_1 non si muova rispetto a m_2. Si assuma $m_1 = 5.0$ kg, $m_2 = 4.0$ kg e si trascurino tutti gli attriti, la massa della fune e quella della carrucola.



3 (a) Determinare l'espressione algebrica e il valore numerico dell'angolo α che la fune a cui è appesa m_2 forma con la verticale.

Ci sono 4 incognite F, a, T, α: servono 4 equazioni *

Proiez. x per sist $F = m_{tot}\, a$
" x per m_1 $T = m_1 a$
" x per m_2 $T \sin\alpha = m_2 a$
" y per m_2 $T\cos\alpha - m_2 g = 0$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{a}{g} = \frac{m_2}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}}$$

oppure

$$\sin\alpha = \frac{m_2}{m_1}$$

$\alpha = 53°$ — 0.93 rad — $30°$ — 0.52 rad

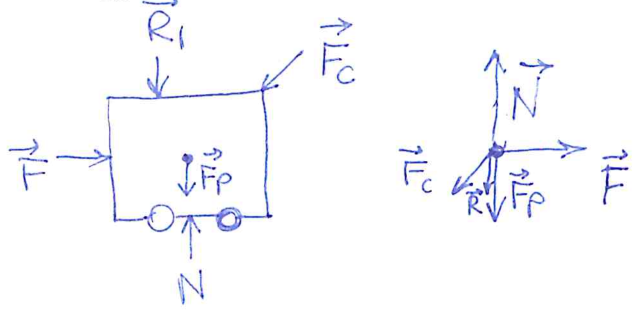
3 (b) Determinare l'espressione algebrica e il valore numerico del modulo dell'accelerazione del sistema.

$$a = g\frac{m_2}{\sqrt{m_1^2 - m_2^2}} = 13.\ m/s^2$$

$5.7\ m/s^2$

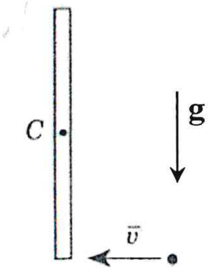
* per le domande (a) e (b) bastano le ultime tre equazioni, per determinare F serve anche la prima e il valore di M.

4 (c) Disegnare il diagramma di corpo libero per la massa M, descrivendo brevemente tutte le forze a cui è soggetta.



$\vec{F}$ — forza esterna orizzontale
$\vec{F}_p = M\vec{g}$ — forza peso di M
$\vec{N} = -(M + m_1 + m_2)\vec{g}$ — reazione normale che il piano di appoggio esercita sulle ruote di M.
$\vec{F}_c = -(\vec{T}_1 + \vec{T}_2)$ → reazione vincolare che regge la carrucola
$\vec{R}_1 = m_1\vec{g}$ → reazione (3° principio) alla forza normale che M esercita su m_1

Problema 2. Una sbarra lineare omogenea posta verticalmente, di massa $M = 1.2$ kg e lunghezza $L = 20$ cm, può ruotare senza attrito attorno ad un asse passante per il suo centro C e perpendicolare alla sbarra (v. Figura). Un proiettile di massa $m = M/3$, che si muove con velocità costante $\vec{v}$ perpendicolare alla sbarra, con il verso indicato in figura e modulo $v = 15$ m/s, colpisce la sbarra in un estremo e vi rimane agganciato. Determinare:



(a) rispetto all'asse passante per C, il momento di inerzia I_0 della sbarra prima dell'urto e quello del sistema in rotazione dopo l'urto (I_1);

$$I_o = \frac{1}{12} M L^2 = 0.40 \cdot 10^{-2}\ Kg\,m^2 \quad 1.1$$

3 $$I_1 = \frac{1}{6} M L^2 = 0.80 \cdot 10^{-2}\ Kg\,m^2 \quad 2.25 \qquad I_1 = \frac{1}{12} ML^2 + \left(\frac{M}{3}\right)\left(\frac{L}{2}\right)^2$$

3 (b) la velocità angolare con cui inizia a ruotare il sistema immediatamente dopo l'urto;

Nell'urto si conserva il momento angolare lungo l'asse di rotazione
Attenzione: non si conservano l'energia cinetica e la quantità di moto

$$\omega = \frac{v}{L} = 75\ rad/s \quad 40\ rad/s$$

$$L_f = I_c\,\omega \qquad L_i = 0 + \frac{L}{2}\cdot\left(\frac{M}{3}v\right)$$

4 (c) il lavoro W compiuto da un agente esterno che arresti il sistema in tre giri e mezzo.

Uso il teorema dell'energia cinetica, agiscono agente esterno e forza peso:

$$W = -W_{Fp} + \Delta K = +\frac{M}{3}gL - \frac{1}{2}\frac{1}{6}M\cancel{L^2}\frac{v^2}{\cancel{L^2}} = -21.7\ J \quad -16.5\ J$$

W_{Fp}: negativo $-\frac{M}{3}gL$ $\quad -0.78\,J \quad -1.5\,J$

ΔK: negativo $-\frac{1}{2}I_1\omega^2$

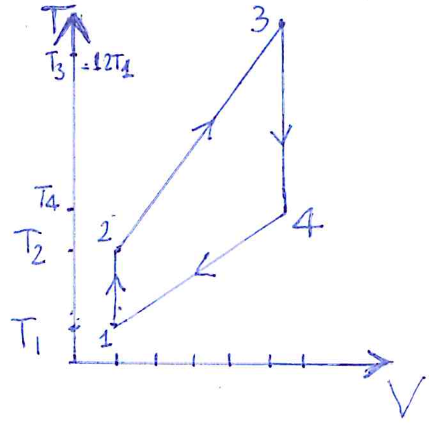
$$W_{TOT\,ext} = W_{ag.est} + W_{Fp} = \Delta K$$

- ogni giro $W_{Fp} = 0$
- ogni mezzo giro $W_{Fp} = \pm\frac{M}{3}gL$ + giù − su

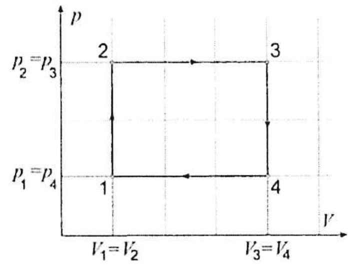
Problema 3. Una certa quantità $n = 2.5$ mol di gas perfetto monoatomico compie il ciclo di trasformazioni mostrato in figura, dove $p_2 = 3\,p_1$ e $V_3 = 4\,V_1$.

(a) Disegnare lo stesso ciclo nel piano (V,T), indicando anche il verso di percorrenza.

4 $$T = \frac{pV}{nR}$$



$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{nR} \quad 22K \quad 19K$$
$$T_2 = 3T_1 \quad 66K$$
$$T_3 = 12T_1 \quad 263K$$
$$T_4 = 4T_1 \quad 88K$$



(b) Determinare il calore scambiato dal gas nel ciclo assumendo che $V_1 = 4.5$ litri e p_1 sia la pressione atmosferica.

3 $$\begin{cases} \Delta U = Q - W \\ \Delta U_{ciclo} = 0 \end{cases}$$

$$Q = W = \Delta p \Delta V = 2p_1 3V_1 = 2.7 \cdot 10^3\,J \quad 3.3\cdot 10^3\,J$$

In alternativa (ma sconsigliabile):
$$Q = \sum Q_i = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} + Q_{41}$$

(c) Determinare la variazione di entropia del gas fra gli stati 1 e 3.

3 $$\Delta S_{13} = n c_V \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T} + n c_p \int_{T_2}^{T_3} \frac{dT}{T} = n\frac{3}{2}R\ln 3 + n\frac{5}{2}R\ln 4$$

$$= nR\left(\frac{3}{2}\ln 3 + \frac{5}{2}\ln 4\right)$$

$$= 106\ J/K \quad 149\ J/K$$

$$c_V = \frac{3}{2}R \qquad c_p = \frac{5}{2}R \qquad R = 8.31\ \frac{Pa\,m^3}{mol\,K}$$