Università di Trieste A.A. 2022/2023 Lauree Triennali in Ingegneria **A**

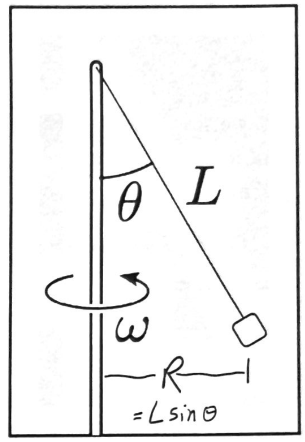
FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 21.06.2023

Cognome: SCAZZA **Nome:** FRANCESCO **CdS:** IND - NAV

Istruzioni:

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

Problema 1. Un blocco di massa $m = 12$ kg è collegato all'estremità di un palo verticale per mezzo di una fune ideale di lunghezza $L = 1.2$ m. Il sistema viene messo in rotazione attorno all'asse del palo, e si constata che l'angolo tra il palo e la fune è di $\theta = 30°$.



a) Si disegni il diagramma a corpo libero del blocco.

3/3

$|\vec{F}_p| = mg$

b) Si calcoli la velocità angolare ω del blocco.

4/4

$m\vec{a} = \vec{F}_T + \vec{F}_p$ — accelerazione centripeta

componente orizzontale: $ma = F_T \sin\theta$

$a = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \omega^2 L \sin\theta$

$\Big\} \quad \omega^2 L = F_T/m \quad \Big\} \quad \omega = \sqrt{\frac{g}{L\cos\theta}} = \begin{cases} 3.1\ s^{-1} & (A) \\ 2,7\ s^{-1} & (B) \end{cases}$

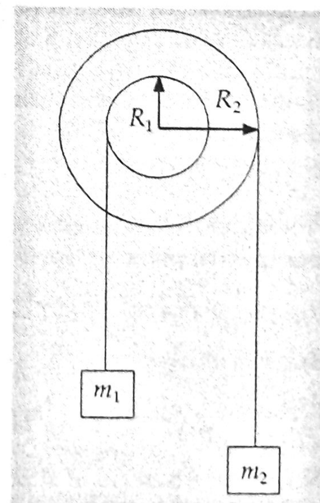
componente verticale: $F_T \cos\theta = mg \Rightarrow F_T = \frac{mg}{\cos\theta}$

c) Si determini il modulo della tensione della fune.

3/3

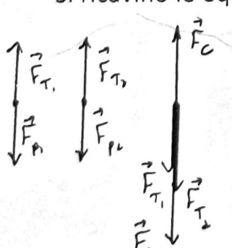
$F_T = \frac{mg}{\cos\theta} = 136\ N \simeq 140\ N$

Problema 2. Due corpi di massa $m_1 = 24$ kg e m_2 sono appesi mediante fili ideali a due pulegge solidali tra loro e girevoli attorno ad un asse comune (vedi Figura). Il momento di inerzia complessivo delle pulegge rispetto all'asse è $I = 40\ \text{kg m}^2$ ed i raggi dei dischi sono rispettivamente $R_1 = 0.4$ m e $R_2 = 1.2$ m. I fili non slittano sulle pulegge.



a) Si ricavino le equazioni per l'equilibrio statico del sistema.

3/3



$\Sigma\vec{F} = 0 \rightarrow F_{T_1} = mg$

$F_{T_2} = m_2 g$

$F_{T_1} + F_{T_2} + M_c g = F_c$

$\Sigma\vec{\tau} = 0 \quad F_{T_1} R_1 = F_{T_2} R_2 \Rightarrow m_1 R_1 = m_2 R_2$

b) Si determini il valore della massa m_2 perché il sistema sia fermo in equilibrio.

3/3

$m_2 = m_1 \frac{R_1}{R_2} = 8,0\ kg$

c) Attaccando una ulteriore massa $m_3 = 12$ kg alla massa m_1, si calcolino l'accelerazione angolare delle pulegge e le tensioni dei fili.

$I\vec{\alpha} = \sum \vec{\tau}$ componente $\hat{k}$

5/5

$I\alpha = (R_1 F_{T_1} - R_2 F_{T_2})$ ✓

$m\vec{a} = \sum \vec{F}$ $\quad (m_1+m_3)a_1 = (m_1+m_3)g - F_{T_1}$

$m_2 a_2 = m_2 g - F_{T_2}$

positivo verso il basso

vincoli geometrici: $a_1 = \alpha R_1$, $\quad a_2 = -\alpha R_2$ $\quad \Rightarrow F_{T_1} = -(m_1+m_3)\alpha R_1 + (m_1+m_3)g$ $\qquad F_{T_2} = m_2 \alpha R_2 + m_2 g$

$I\alpha = (m_1+m_3)R_1(g - \alpha R_1) - m_2 R_2 (g + \alpha R_2) \rightarrow \alpha = \dfrac{((m_1+m_3)R_1 - m_2 R_2)g}{I + (m_1+m_3)R_1^2 + m_2 R_2^2} = \begin{cases} 0{,}85\ s^{-2}\ (A) \\ 0{,}62\ s^{-2}\ (B) \end{cases}$

$F_{T_1} = (m_1+m_3)(g - \alpha_1 R_1) = \begin{cases} 341\ N\ (A) \\ 340\ N\ (B) \end{cases}$

$F_{T_2} = m_2(g + \alpha_2 R_2) = \begin{cases} 87\ N\ (A) \\ 84\ N\ (B) \end{cases}$

Problema 3. L'Elio conservato in una bombola, inizialmente posto ad una pressione di 100 bar, inizia a fuoriuscire lentamente attraverso una valvola difettosa, fino a quando la pressione raggiunge la pressione atmosferica di 101325 Pa. L'intero processo avviene in modo isotermo alla temperatura ambiente di 20 °C.

a) Considerando che l'Elio è un gas ideale, qual è la variazione di energia interna ΔU del gas a seguito del processo?

3/3

$\Delta U = 0$ (isoterma)

b) Si determini la variazione di entropia ΔS per una quantità di Elio di massa $m = 1$ kg a seguito del processo. *N.B.:* la massa molare dell'Elio vale $M_m = 4$ g/mol.
Suggerimento: la massa di Elio fuoriesce dalla valvola espandendosi nelle vicinanze della bombola, andando ad occupare un volume ignoto...sono però note la sua temperatura e la sua pressione finale.

$\Delta S = nR \ln \dfrac{V_f}{V_i}$ $\qquad \Delta S = nR \ln \dfrac{p_i}{p_f}$

4/4

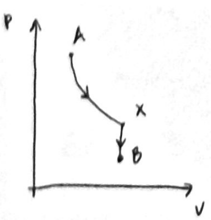
$n = m/M_m = \dfrac{1000 g}{4 g/mol} = 250$ mol $\qquad = \begin{cases} 9.54 \times 10^3\ J/K\ (A) \\ 1.04 \times 10^4\ J/K\ (B) \end{cases}$

$V = \dfrac{nRT}{p} \Rightarrow \dfrac{V_f}{V_i} = \dfrac{p_i}{p_f}$

c) Si assuma ora che il processo non sia perfettamente isotermo. Si verifichi che la variazione di entropia di un gas perfetto a seguito di una trasformazione generica da uno stato A ad uno stato B si può esprimere come:

$$\Delta S = S_B - S_A = n\, C_V \ln\left[\frac{T_B V_B^{\gamma-1}}{T_A V_A^{\gamma-1}}\right]$$

Suggerimento: Si consideri ad esempio una trasformazione reversibile isoterma seguita da una trasformazione reversibile isocora per passare dallo stato A allo stato B, e si utilizzi la relazione di Mayer.



$A \rightarrow X$: $\Delta S = nR \ln\left(\dfrac{V_X}{V_A}\right)$ $\qquad V_X = V_B$

$X \rightarrow B$: $\Delta S = n c_V \ln\left(\dfrac{T_B}{T_X}\right)$ $\qquad T_X = T_A$

3/3

$\Delta S = nR \ln\left(\dfrac{V_B}{V_A}\right) + n c_V \ln\left(\dfrac{T_B}{T_A}\right)$

relazione di Mayer: $R = c_p - c_v = c_v(\gamma - 1)$

$\Delta S = n c_V \left[\ln\left(\dfrac{T_B}{T_A}\right) + (\gamma-1)\ln\left(\dfrac{V_B}{V_A}\right)\right] = n c_V \ln\left(\dfrac{T_B V_B^{\gamma-1}}{T_A V_A^{\gamma-1}}\right)$