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

FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 17.07.2023

Cognome: SCAZZA **Nome:** FRANCESCO **CdS:** ____________

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. Una persona di massa $m = 80$ kg si lancia da un ponte di altezza $h_1 = 80$ m con velocità iniziale nulla, attaccata a una corda elastica avente lunghezza a riposo $\ell = 40$ m. Sapendo che la costante elastica della corda è $k = 150$ N/m:

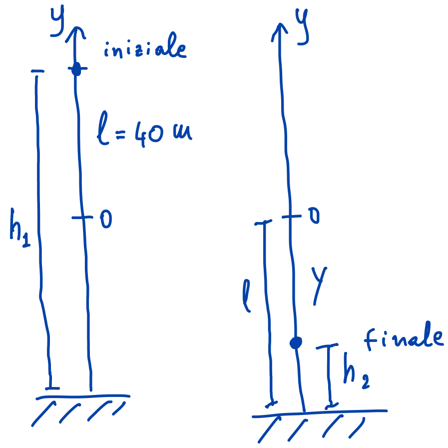
3/3

a) Determinare l'altezza h_2 dal suolo a cui la corda elastica ferma la caduta della persona, ossia l'altezza minima raggiunta dalla persona. Cons. energia meccanica:

$$mg\ell = E_i = E_f = mgy + \frac{1}{2}ky^2$$

$$y^2 + \frac{2mg}{k}y - \frac{2mg\ell}{k} = 0 \longrightarrow y = -\frac{mg}{k} - \sqrt{\frac{m^2g^2}{k^2} + \frac{2mg\ell}{k}} < 0$$

$$h_2 = \ell + y = \{A: 14\text{ m};\ B: 5.9\text{ m}\}$$



3/3

b) Determinare l'accelerazione massima a_{max} della persona.

$$m a_{max} = -ky - mg$$

$$a_{max} = -\frac{k}{m}y - g = \begin{cases} A: 39\text{ m/s}^2 \\ B: 33\text{ m/s}^2 \end{cases}$$

4/4

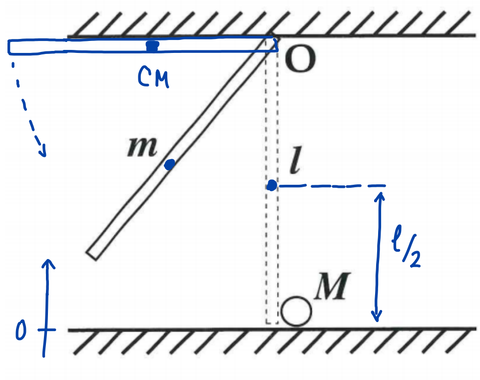
c) Determinare l'altezza finale h_3 dal suolo a cui si ferma la persona dopo che le oscillazioni si sono smorzate.

Equilibrio delle forze: $0 = -ky_0 - mg$

$$y_0 = -\frac{mg}{k}$$

$$h_3 = \ell + y_0 = \begin{cases} A: 34.8\text{ m} \\ B: 32.2\text{ m} \end{cases}$$

Problema 2. Una sbarra omogenea di massa $m = 0.50$ kg e lunghezza $l = 70$ cm è incernierata al punto O attorno al quale può ruotare liberamente senza attrito. All'inizio la sbarra è lasciata cadere dalla posizione orizzontale (ovvero quando l'angolo che essa forma con la verticale è pari a 90°). Quando essa si trova in posizione verticale, urta con la propria estremità inferiore una sferetta di massa $M = 2.5$ kg e dimensioni trascurabili, inizialmente ferma e libera di muoversi su un piano privo di attrito (vedi Figura a destra).



3/3

a) Calcolare l'energia cinetica della sbarra nell'istante appena prima dell'urto con la sferetta.

$$E_i = E_f$$

$$E_i = \cancel{K_i}^{\,0} + U_i = mg\ell$$

$$E_f = K_f + U_f = K_f + mg\frac{\ell}{2}$$

$$K_f = mg\ell - mg\frac{\ell}{2} = mg\frac{\ell}{2} = 1.7\text{ J}$$

$\frac{5}{5}$ b) Determinare l'angolo massimo $\theta_{\max}$ raggiunto dalla sbarra dopo l'urto nel caso di un urto perfettamente elastico. Urto elastico: energie e momento angolare si conservano

- $I\omega_i = L_i = L_f = I\omega_f + Mvl \quad \rightarrow Mvl = I(\omega_i - \omega_f)$
- $\frac{1}{2}I\omega_i^2 = E_i = E_f = \frac{1}{2}I\omega_f^2 + \frac{1}{2}Mv^2 \quad \rightarrow Mv^2 = I(\omega_i^2 - \omega_f^2) = I(\omega_i - \omega_f)(\omega_i + \omega_f)$

$v = l(\omega_i + \omega_f) = \frac{I}{Ml}(\omega_i - \omega_f) \quad \rightarrow \omega_f\left(\frac{I}{Ml} + l\right) = \omega_i\left(\frac{I}{Ml} - l\right)$

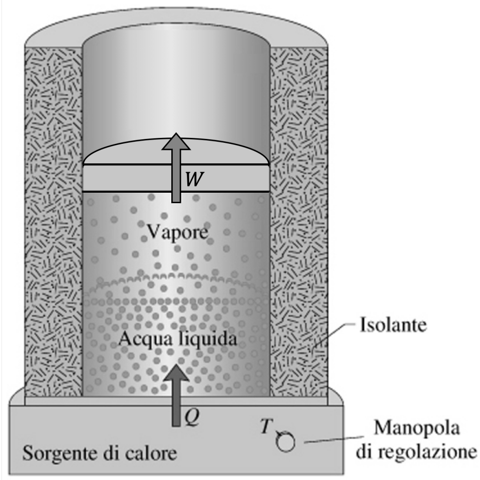
$mg\frac{l}{2}(1 - \cos\theta_{max}) = \frac{1}{2}I\omega_f^2 \qquad \omega_f = \left(\frac{I - Ml^2}{I + Ml^2}\right)\omega_i$

$\frac{4}{4}$ c) Nel caso di urto completamente anelastico, la sferetta rimane invece incollata alla sbarra dopo l'urto. Calcolare l'energia meccanica totale del sistema sbarra-sferetta dopo l'urto in questo caso, e ricavarne il rapporto con l'energia meccanica del sistema prima dell'urto. Urto anelastico: cons. mom. angolare

$$I\omega_i = L_i = L_f = I_{tot}\,\omega_{tot} = (I + Ml^2)\,\omega_{tot}$$

$$K_f = \frac{1}{2} I_{tot}\,\omega_{tot}^2 = \frac{1}{2} I_{tot}\left(\frac{I\omega_i}{I_{tot}}\right)^2 = \frac{1}{2}\frac{I^2}{I_{tot}}\omega_i^2 = \frac{I}{I_{tot}}K_i \rightarrow \frac{K_f}{K_i} = \begin{Bmatrix} A: 6.3\cdot 10^{-2} \\ B: 4.5\cdot 10^{-2} \end{Bmatrix}$$

Problema 3. Una massa $M = 1$ kg di acqua liquida inizialmente alla temperatura di 80 °C viene riscaldata e si trasforma gradualmente in vapore acqueo a 100 °C. Il processo avviene all'interno di un grande pistone posto a pressione atmosferica, la cui parete superiore può scorrere verticalmente senza attrito (vedi Figura a fianco). A seguito della trasformazione, il volume passa dal volume iniziale dell'acqua liquida a 1.67×10^{-3} m^3 di vapore.



$\frac{3}{3}$ a) Calcolare il lavoro compiuto dal sistema a seguito della trasformazione.

$$W = p(V_f - V_i) = 1\,\text{atm}\,(1.67\cdot 10^{-3}\,\text{m}^3 - 1\cdot 10^{-3}\,\text{m}^3) = 67.9\ \text{J}$$

$\frac{2}{2}$ b) Determinare quanto calore deve essere fornito all'acqua per completare la trasformazione in vapore, e calcolare la variazione di energia interna del sistema. Si ricordi che il calore specifico dell'acqua è $c_a = 1$ cal/g °C e il calore latente di evaporazione dell'acqua è $L_{ev} = 2257$ kJ/kg. *Nota*: 1 cal $\simeq$ 4.187 J

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_{ev} = Mc_a(T_f - T_i) + ML_{ev} = \{A: 2.34\,\text{MJ};\ B: 2.42\,\text{MJ}\}$$

$$\Delta U = Q - W \simeq Q$$

$\frac{3}{3}$ c) Determinare la variazione di entropia dell'acqua a seguito dell'intera trasformazione.

$$\Delta S_{TOT} = \Delta S_1 + \Delta S_{ev} = Mc_a \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + M\frac{L_{ev}}{T_f} = \left\{A: 6.28\,\frac{kJ}{K};\ B: 6.53\,\frac{kJ}{K}\right\}$$

$\frac{2}{2}$ d) Ipotizziamo che la trasformazione dell'acqua in vapore avvenga in maniera improvvisa ed a pressione non costante. A quanto ammonta la variazione di entropia del sistema in questo caso?

L'entropia è una f. di stato, ΔS è uguale al caso precedente.