SOLUZIONE P. T.

Università di Trieste A.A. 2020/2021 Lauree Triennali in Ingegneria A

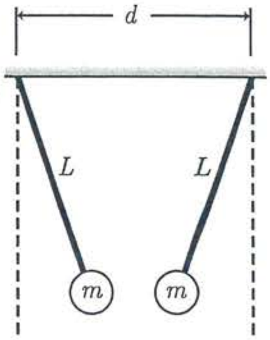
FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 20.07.2021

Cognome ....Nome .... CdS: ....

Istruzioni:

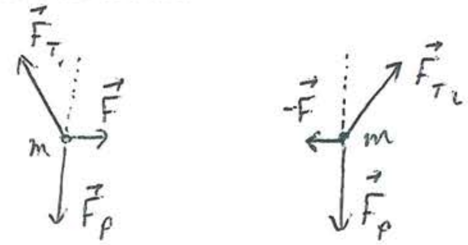
Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Fare attenzione ai segni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

Problema 1. Due sfere di massa $m = 75\ g$ sono appese ciascuna a un filo leggero (massa trascurabile rispetto alla massa delle sfere) di lunghezza $L = 1.0\ m$, alla distanza $d = 50\ cm$ fra i punti di sospensione. Le sfere sono caricate elettricamente con una carica che fa sì che esse si attraggano e che l'angolo tra i fili e la verticale è di 10°.



(a) Disegnare il diagramma a corpo libero per ciascuna delle due sfere, trascurando la forza gravitazionale tra le due sfere.

3 $\vec{F}_p = m\vec{g}$



(b) Calcolare l'intensità della forza elettrostatica attrattiva esercitata da una sfera sull'altra (attenzione: la forza gravitazionale tra le due sfere è trascurabile e non è necessario conoscere le cariche elettriche delle sfere)

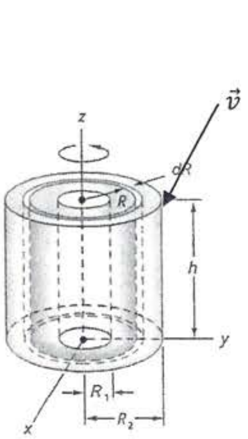
4 $$\left.\begin{array}{l} F = F_T \operatorname{sen}\theta \\ F_p = F_T \cos\theta \end{array}\right\} \quad F = mg\tan\theta = \begin{cases} 0{,}075\ kg \cdot 9.8\ m/s^2 \cdot \tan 10° = 0{,}13N \\ 0{,}065\ kg \cdot 9.8\ m/s^2 \cdot \tan 10° = 0{,}11N \end{cases}$$

(c) Che massa dovrebbero avere le sfere se, invece della forza elettrostatica, fosse la forza gravitazionale tra le due sfere a produrre la forza attrattiva? Usare $G = 6.67 \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-1}$.

3 $$F = mg\tan\theta = \frac{G m^2}{r^2} \text{ (1)} \Rightarrow m = \frac{g\tan\theta\, r^2}{G} \qquad r = d - 2L\operatorname{sen}\theta \text{ (1)} \simeq 0{,}1529\ m$$

$$m = 6.06 \times 10^8\ kg \text{ (1)}$$

Problema 2. Il cilindro circolare retto cavo ha densità uniforme *ρ*, massa *M*, altezza *h*, raggi interno ed esterno rispettivamente R_1 e R_2.



(a) Trovare l'espressione algebrica del momento di inerzia del cilindro I_z rispetto all'asse *z*.

3 $$I_z = \int_V \rho R^2 dV = 2\pi\rho h \int_{R_1}^{R_2} R^3 dR$$

$$= \frac{1}{2}\pi\rho h\left[R_2^4 - R_1^4\right]$$

$$= \frac{1}{2}M\left(R_2^2 + R_1^2\right)$$

(b) Calcolare il valore numerico del momento di inerzia del cilindro I_z rispetto all'asse per un cilindro con massa $M = 0.32$ kg, raggio interno $R_1 = 0.55$ m e raggio esterno $R_2 = 0.95$ m.

(2)

$$I_z = 0{,}19 \ kg\, m^2$$

(c) Il cilindro può ruotare senza attrito attorno ad un asse verticale passante per l'asse z. Il cilindro è inizialmente in moto con velocità angolare $\vec{\omega} = 12$ rad/s $\hat{k}$. Calcolare la velocità con cui un proiettile di massa $m = 0.043$ kg, sparato in direzione orizzontale lungo la direzione x, riesce a fermare il cilindro se, colpendolo all'estremo R_2, vi rimane attaccato.

$$\vec{L}_i = \vec{L}_f \qquad \vec{r} \times \vec{p} = R_2 m v(-\hat{k})$$

(3)
$$I_z \vec{\omega} + \vec{r} \times \vec{p} = 0 \qquad v = \frac{I_z \omega}{R_2 m} = \begin{cases} 56 \ m/s \\ 65 \ m/s \end{cases}$$

d. Calcolare, rispetto all'asse z, il momento di inerzia del sistema cilindro-proiettile conficcato.

(2)
$$I_{sist} = I_z + m R_2^2 = 0{,}23 \ kg\, m^2$$

Problema 3. Un recipiente contenente un gas perfetto biatomico è diviso da un setto fisso in due parti A e B, di volumi $V_A = 22.4\ L$ e $V_B = 44.8\ L$ rispettivamente. Inizialmente la pressione e la temperatura del gas sono $p_A = 6.06 \cdot 10^5\ Pa$ e $T_A = 273\ K$ e $p_B = 3.03 \cdot 10^5\ Pa$ e $T_B = 546\ K$. Le pareti esterne del recipiente sono adiabatiche, mentre il setto separatore è perfettamente diatermico.

(a) Si calcoli la temperatura T_E del gas una volta raggiunto l'equilibrio termico.

$$n_A C_V (T_E - T_A) = n_B C_V (T_B - T_E)$$

(2)
$$T_E = \frac{n_A T_A + n_B T_B}{n_A + n_B} = 364 \ K$$

$$p_A V_A = n_A R T_A \longrightarrow n_A = \frac{p_A V_A}{R T_A} = 5.98$$

$$n_B = \frac{p_B V_B}{R T_B} = 2.99$$

(b) Si ricavino i valori delle pressioni dei gas all'equilibrio (p_A^E, p_B^E).

(2)
$$p_A^E = \frac{n_A R T_E}{V_A} = 8.08 \cdot 10^5 \ Pa \qquad 2.69 \cdot 10^5 \ Pa$$

$$p_B^E = \frac{n_B R T_E}{V_B} = 2.02 \cdot 10^5 \ Pa \qquad 0.674 \cdot 10^5 \ Pa$$

(c) Si calcoli la variazione di entropia del sistema B. Quanto ottenuto è in accordo con il Secondo Principio della Termodinamica (ed in particolare l'enunciato relativo all'entropia)?

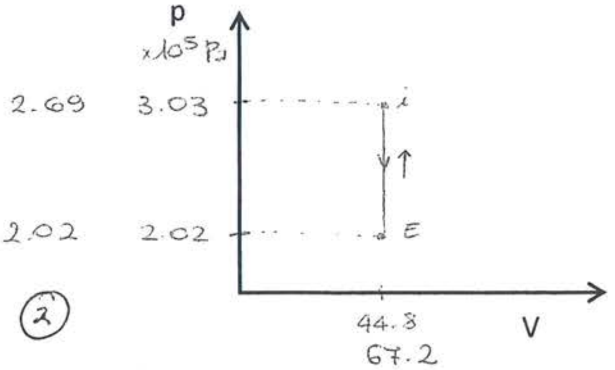
$$\Delta S_B = \int_i^E \frac{\delta Q}{T} = \int_i^E \frac{n_B C_V dT}{T} = n_B C_V \int_i^E \frac{dT}{T} = n_B C_V \ln\left(\frac{T_E}{T_B}\right) = -25.2 \ J \cdot K^{-1}$$

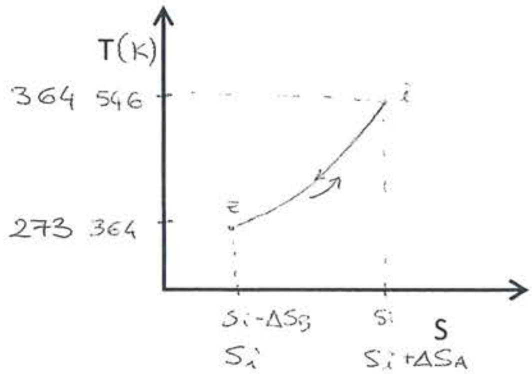
$-25.4 \ JK^{-1}$

$C_V = \frac{5}{2}R$ gas perfetto biatomico

(4)
$$\left(\begin{aligned} &\Delta S_A = n_A C_V \ln\left(\frac{T_E}{T_A}\right) = 37{,}5 \ J \cdot K^{-1} \\ &\Delta S = \Delta S_A + \Delta S_B = 10.5 \ JK^{-1} > 0 \end{aligned}\right)$$

(d) Si rappresenti nei due diagrammi sottostanti la trasformazione relativa al sistema B, nell'ipotesi che sia una trasformazione quasi-statica. Cosa rappresentano le aree sottese alle curve dei due casi?





Area = LAVORO
(in questo caso W=0)

CALORE ~~ceduto~~ dal SISTEMA
assorbito