SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

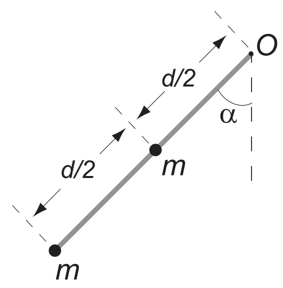
FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE
Corso di laurea in Ingegneria Clinica

Anno Accademico 2019-2020
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 10 febbraio 2021

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Un pullman si muove lungo una pista circolare di raggio $R = 77\,\mathrm{m}$ mantenendo una velocità costante. Un pendolo semplice, che a terra oscillerebbe con un periodo $T_0 = 1\,\mathrm{s}$, dentro il pullman in movimento oscilla compiendo 61 oscillazioni al minuto. Trascurando gli effetti della forza di Coriolis, calcolare la velocità mantenuta dal pullman.

2. Una sottile sbarretta cilindrica di massa m e lunghezza d è libera di ruotare in un piano verticale attorno a un asse orizzontale passante per un estremo O. Due identiche masse puntiformi, m, sono fissate sulla sbarretta: una a metà della sua lunghezza, l'altra all'estremità opposta a O. Se la sbarretta viene rilasciata con velocità nulla dalla posizione orizzontale ($\alpha = 90°$), quale sarà la velocità della massa m posta all'estremità della sbarretta quando quest'ultima passerà per la posizione verticale ($\alpha = 0°$)?



3. Un gas perfetto monoatomico esegue una trasformazione politropica nella quale il volume aumenta di $\alpha = 4$ volte e la pressione diminuisce di $\beta = 8$ volte. Si determini il calore molare della trasformazione.

4. Una macchina termica funziona con cicli infinitesimi e reversibili scambiando calore con due corpi identici di capacità termica costante $C = 0{,}5\,\mathrm{cal}\cdot\mathrm{K}^{-1}$, le cui temperature iniziali sono $T_1 = 500\,\mathrm{K}$ e $T_2 = 300\,\mathrm{K}$, rispettivamente. Calcolare la temperatura finale comune ai due corpi ed il rendimento dell'intero processo.

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 10/02/2021
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

Esercizio N. 1

$$f' = \frac{61}{60} \quad \Rightarrow \quad T' = \frac{1}{f'} = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g'}}$$

con

$$g' = \sqrt{g^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} \qquad \text{e} \qquad \frac{T'}{T_0} = \sqrt{\frac{g}{g'}}.$$

Quindi

$$\left(\frac{v^2}{R}\right)^2 = {g'}^2 - g^2 = g^2\left[\left(\frac{T_0}{T'}\right)^4 - 1\right] \quad \Rightarrow \quad v = \sqrt{gR}\left[\left(\frac{T_0}{T'}\right)^4 - 1\right]^{1/4} = 14\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$$

Esercizio N. 2

Si conserva l'energia meccanica del sistema. L'energia potenziale iniziale del sistema è:

$$U_I = 2mg\frac{d}{2} + mgd = 2mgd;$$

mentre l'energia cinetica finale è:

$$T_F = \frac{1}{2}I_o\omega^2 + \frac{1}{2}m\omega^2\frac{d^2}{4} + \frac{1}{2}m\omega^2 d^2 = \frac{19}{24}m\omega^2 d^2$$

dove $I_o = 1/3md^2$.

$$U_I = T_F \quad \Rightarrow \quad \omega^2 = \frac{48}{19}\frac{g}{d}$$

e, quindi, la velocità della massa m posta all'estremo della sbarretta è:

$$v = \omega d = 4\sqrt{\frac{3}{19}gd}.$$

Esercizio N. 3

$$pV^k = \text{cost} \quad \Rightarrow \quad p_0V_0^k = \frac{p_0}{\beta}(\alpha V_0)^k \quad \Rightarrow \quad \alpha^k = \beta \quad \Rightarrow \quad k = \frac{\ln\beta}{\ln\alpha} = 1{,}5.$$

Pertanto:

$$C_k = C_V + \frac{R}{1-k} = -R = -8{,}31\,\mathrm{J}\cdot\mathrm{mol}^{-1}\cdot\mathrm{K}^{-1}.$$

Esercizio N. 4

Poiché la macchina lavora reversibilmente, la variazione totale di entropia dei due corpi è nulla:

$$\Delta S_{\text{tot}} = \int_{T_1}^{T_f} C\frac{dT}{T} + \int_{T_2}^{T_f} C\frac{dT}{T} = 0$$

e quindi:

$$C\ln\frac{T_f}{T_1} + C\ln\frac{T_f}{T_2} = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{T_f^2}{T_1T_2} = 1 \quad \Rightarrow \quad T_f = \sqrt{T_1T_2} = 387{,}3\,\mathrm{K}.$$

Per il calcolo del rendimento dell'intero processo:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{\text{ced}}|}{|Q_{\text{ass}}|} = 1 - \frac{|T_2 - T_f|}{|T_1 - T_f|} = 0{,}22.$$