



**Università degli Studi di Roma "La Sapienza"**  
**Corso di laurea in Ingegneria Clinica e Biomedica**  
**Corso di Fisica I**  
**Dott.ssa M. C. Larciprete**  
**Prova di esame del 3 Luglio 2019**  
**Il appello - a.a. 2018-19**



- 1)** Un contenitore di massa 200 kg si trova su un cassone di un camion. Se il camion accelera con un'accelerazione di  $1.5 \text{ m/s}^2$ , calcolare il minimo coefficiente di attrito statico tra il contenitore ed il camion richiesto per evitare che il contenitore scivoli giù dal mezzo.
  
- 2)** Un corpo a forma di parallelepipedo galleggia in un recipiente parzialmente riempito con mercurio ( $\rho_{\text{Hg}}=13.6 \text{ g/cm}^3$ ), rimanendo immerso solo per due terzi della sua altezza. In seguito, viene aggiunta dell'acqua in modo da ricoprire abbondantemente la parte emergente del parallelepipedo. Calcolare l'altezza della parte immersa nel mercurio nelle nuove condizioni, sapendo che l'altezza totale del parallelepipedo è  $h= 20 \text{ cm}$ .
  
- 3)** Un pendolo composto è formato da un'asta rigida omogenea di massa  $M=5 \text{ Kg}$  di lunghezza  $L$ , libera di ruotare intorno ad un asse passante per un suo estremo. In queste condizioni viene misurato il periodo delle piccole oscillazioni,  $T=3\text{s}$ . Successivamente, all'estremo libero della sbarra viene rigidamente fissata una piccola massa  $m$ . In queste nuove condizioni il periodo delle piccole oscillazioni si incrementa e diviene  $T'=3.2 \text{ s}$ . Determinare il valore della massa aggiuntiva  $m$ .
  
- 4)** Una macchina termica reversibile lavora secondo un ciclo ideale di Carnot con una temperatura della caldaia a  $200^\circ\text{C}$  ed un condensatore a  $30^\circ\text{C}$ . La misura della quantità di acqua prodotta nel condensatore è  $2 \text{ kg/min}$ . Determinare la potenza della macchina. (Calore latente di evaporazione dell'acqua a  $30^\circ\text{C}$ :  $580 \text{ cal/g}$ )
  
- 5)** Due cilindri contenenti 1 mole di un gas perfetto biatomico ciascuno, si trovano inizialmente alla stessa temperatura ed alla stessa pressione. Ciascuno dei due cilindri viene compresso reversibilmente da un volume iniziale  $V$  ad un volume finale  $V/2$ : il primo attraverso una trasformazione isoterma, il secondo adiabaticamente. In quale dei due cilindri la pressione finale sarà maggiore? Determinare la variazione di entropia del gas per ciascuna delle due trasformazioni.



Università degli Studi di Roma "La Sapienza"  
Corso di Fisica I  
M. C. Larciprete  
Prova di esame del 3 Luglio 2019  
Il appello - a.a. 2018-19  
Soluzioni



1. Il contenitore subisce una forza  $F = -ma$

La forza di attrito:  $F_{\text{att}} = \mu mg = ma$

$$\mu = \frac{a}{g} = 0.153$$

2.

Prima dell'inserimento dell'acqua si ha equilibrio tra forza peso e spinta di Archimede dovuta al solo mercurio, da cui si ricava la densità del corpo (parallelepido):

$$\rho_{\text{Hg}} S \frac{2}{3} hg = \rho_{\text{Corpo}} Shg \Rightarrow \rho_{\text{Corpo}} = \frac{2}{3} \rho_{\text{Hg}}$$

Dopo l'inserimento dell'acqua la spinta di Archimede è determinata dal contributo dei due liquidi (immiscibili):

$$\rho_{\text{Hg}} Sxg + \rho_{\text{H}_2\text{O}} S(h-x)g = \rho_{\text{Corpo}} Shg \Rightarrow x = h \left( \frac{\rho_{\text{Corpo}} - \rho_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{Hg}} - \rho_{\text{H}_2\text{O}}} \right) = 12.8 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \frac{2}{3} h - x \approx 0.53 \text{ cm}$$

Si può calcolare anche l'innalzamento del parallelepido:

3. Il periodo delle piccole oscillazioni di un pendolo composto vale:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I_{\text{tot}}}{M_{\text{tot}} g l_{\text{CM}}}}$$

$$\text{Nelle condizioni iniziali } I_{\text{tot}} = M \frac{L^2}{3}, \quad M_{\text{tot}} = M, \quad l_{\text{CM}} = \frac{L}{2}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{ML^2}{3} \frac{2}{MgL}} = 2\pi \sqrt{\frac{2L}{3g}}$$

Quando viene inserita la seconda massa:

$$I_{\text{tot}} = M \frac{L^2}{3} + mL^2, \quad M_{\text{tot}} = M + m, \quad l_{\text{CM}} = \frac{M \frac{L}{2} + mL}{M + m}$$

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{\left(\frac{M}{3} + m\right)L^2 \frac{(M+m)}{(M+m)g\left(\frac{M}{2} + m\right)L}}{\left(\frac{M+3m}{M+2m}\right)\frac{2L}{3g}}} = 2\pi \sqrt{\left(\frac{M+3m}{M+2m}\right)\frac{2L}{3g}}$$

$$\left(\frac{T}{T'}\right)^2 = \frac{\frac{2L}{3g}}{\left(\frac{M+3m}{M+2m}\right)\frac{2L}{3g}} = \left(\frac{M+2m}{M+3m}\right) \Rightarrow (M+3m)\left(\frac{T}{T'}\right)^2 = M+2m$$

$$m = M \frac{\left[\left(\frac{T}{T'}\right)^2 - 1\right]}{\left[2 - 3\left(\frac{T}{T'}\right)^2\right]} = 951g$$

4.

$$\eta = \frac{L}{Q_C} = 1 - \frac{T_F}{T_C} = 0.36$$

Ogni secondo viene ceduta alla sorgente fredda la quantità di calore:

$$Q_F = \frac{580 \cdot 2000}{60} = 1.93 \cdot 10^4 \text{ cal}$$

Essendo una macchina reversibile:

$$\frac{Q_F}{T_F} + \frac{Q_C}{T_C} = 0 \quad Q_C = -T_C \frac{Q_F}{T_F} = 3.017 \cdot 10^4 \text{ cal}$$

Il lavoro prodotto ogni secondo pertanto è pari a:

$$L = \eta Q_C = 1.084 \cdot 10^4 \text{ cal}$$

Che corrisponde ad una potenza di  $45.35 \cdot kW$

5. Nella trasformazione isoterma:  $p_2 = 2p_1$

Nella trasformazione adiabatica:  $p_2 = 2^\gamma p_1$

Con  $\gamma = 1.4$ , pertanto la pressione finale è maggiore nel cilindro che ha subito la trasformazione adiabatica.

Per il gas:

$$(\Delta S)_{\text{adiabatica}} = 0$$

$$(\Delta S)_{\text{isoterma}} = R \ln(1/2) = -5.76 J / K$$