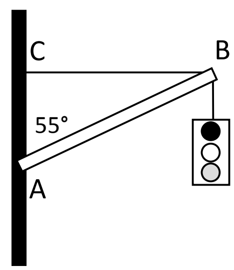
Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ingegneria Clinica e Biomedica
Corso di Fisica I
Dott.ssa M. C. Larciprete
Prova di esame del 4 Giugno 2018
I appello - a.a. 2017-18

1) Un ascensore sta scendendo con un'accelerazione di a=1.5 m/s^2. Improvvisamente, la lampada che si trova sul soffitto, ad altezza ℓ=3 m, cade. Quanto tempo ha un passeggero per evitare di essere colpito ad un piede dalla lampada? Supponendo che si ripeta la stessa scena mentre l'ascensore sale con la stessa accelerazione, come cambia il tempo di caduta?

2) Un semaforo pende da un palo, inclinato di 55° rispetto alla parete verticale. Il palo omogeneo di alluminio AB è lungo 5 m e ha una massa m_P=14 kg. La massa del semaforo è m_S=18 kg. Calcolare (a) la tensione del cavo orizzontale CB, inestensibile e di massa trascurabile e (b) le componenti orizzontale e verticale della forza esercitata dal perno posto in A sul palo di alluminio.



3) Su una carrucola di massa trascurabile è appoggiato un filo, inestensibile e di massa trascurabile, ai cui estremi sono appese due masse, una il triplo dell'altra. Trascurando tutti gli attriti, calcolare le accelerazioni dei due corpi e l'accelerazione del centro di massa.

4) Un gas perfetto biatomico esegue un ciclo termodinamico composto da due trasformazioni adiabatiche AB e CD, una isocora BC ed una isobara DA, tutte reversibili. Sapendo che T_A/T_D=A e V_C/V_D=B, si determini il rendimento del ciclo termodinamico descritto. A=2.15 e B=8.

5) Tre blocchi di alluminio [calore specifico c_{Al}=880 J/(kg K)], di massa rispettivamente m1=1 kg, m2=2 kg e m3=3kg si trovano all'interno di un contenitore rigido adiabatico in cui è presente una mole di gas perfetto monoatomico. All'istante iniziale le masse sono all'altezza di 50 cm dentro al cilindro e tutto il sistema è in equilibrio alla temperatura T_i=300K. Ad un certo istante le tre masse sono lasciate libere di cadere. Quando le masse sono a terra, determinare:

a) la differenza di temperatura tra quella finale cui si porta il sistema e quella iniziale;
b) la variazione di entropia delle tre masse, del gas e dell'universo.

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ing. Elettronica e Ing. Comunicazioni
Corso di Fisica Generale
Dott.ssa M. C. Larciprete
Prova di esame del 4 Giugno 2018
I appello - a.a. 2017-18
Soluzioni

1) L'ascensore in moto con una accelerazione costante è un sistema non inerziale.
In discesa: nel sistema di riferimento non inerziale:

$$g' = g - a_t$$

$$y' = h - (g - a_t)\frac{t^2}{2}$$

$$y' = h - (g - a_t)\frac{t^2}{2} = 0 \Rightarrow t^2 = 2\frac{h}{(g - a_t)} \Rightarrow t = \sqrt{2\frac{h}{(g - a_t)}} = 0.85s$$

Salita:

$$g' = g + a_t \Rightarrow t = \sqrt{2\frac{h}{(g + a_t)}} = 0.73s$$

2) Per l'equilibrio dei momenti rispetto al polo A:

$$m_P g \frac{\ell}{2}\cos 35° + m_S g \ell \cos 35° - T\ell \sin 35° = 0$$

$$T = \frac{\left(\frac{m_P}{2} + m_S\right) g\ell \cos 35°}{\ell \sin 35°} = \left(\frac{m_P}{2} + m_S\right)\frac{g}{\tan 35°} \approx 350N$$

Per l'equilibrio delle forze:

x) $\vec{R}_{A,x} - \vec{T} = 0 \qquad R_{A,x} = T$

y) $\vec{R}_{A,y} - m_P\vec{g} - m_S\vec{g} = 0 \qquad R_{A,y} = (m_P + m_S)g = 314N$

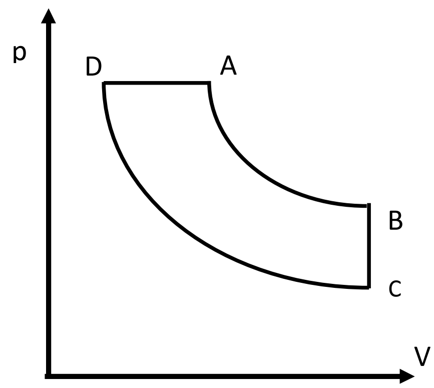
3)
$$3mg - T = 3ma$$
$$mg - T = -ma \qquad \Rightarrow T = mg + ma$$
$$3mg - mg - ma = 3ma$$

$\Rightarrow a_1 = \frac{2}{4}g = \frac{g}{2}$ per la massa 3m (verso concorde a g)

$a_2 = -\frac{g}{2}$ per la massa m (verso opposto a g)

$a_{CM} = \frac{-\frac{g}{2}m + \frac{g}{2}3m}{m + 3m} = \frac{g}{4}$ per il centro di massa.

4) $\eta = \dfrac{Q_{ass} + Q_{ced}}{Q_{ass}}$



Dove $Q_{ced} = Q_{BC} = nc_v (T_C - T_B)$

$Q_{ass} = Q_{DA} = nc_p (T_A - T_D)$

$$\eta = 1 + \frac{c_v}{c_p} \frac{T_C - T_B}{T_A - T_D}$$

Esprimiamo tutte le temperature in funzione di una soltanto, ad esempio Tc

$$\begin{cases} T_A V_A{}^{\gamma-1} = T_B V_B{}^{\gamma-1} \\ T_D V_D{}^{\gamma-1} = T_C V_C{}^{\gamma-1} \end{cases} \qquad \begin{cases} \dfrac{T_A}{T_D} = A \\ \dfrac{V_C}{V_D} = B \end{cases} \qquad \begin{cases} V_B = V_C \\ p_D = pA \end{cases}:$$

$$\begin{cases} T_D = T_C \dfrac{V_C{}^{\gamma-1}}{V_D{}^{\gamma-1}} = B^{\gamma-1} T_C \\ T_A = AT_D = AB^{\gamma-1} T_C \end{cases}$$

dalla isobara $\dfrac{T_D}{T_A} = \dfrac{V_D}{V_A}$ $\qquad \dfrac{T_B}{T_C} = \dfrac{T_A}{T_D} \dfrac{V_A{}^{\gamma-1}}{V_D{}^{\gamma-1}} = \left(\dfrac{T_A}{T_D} \right)^{\gamma} = A^{\gamma} \Rightarrow T_B = A^{\gamma} T_C$

$$\eta = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{T_C - A^{\gamma} T_C}{AB^{\gamma-1} T_C - B^{\gamma-1} T_C} = 1 + \frac{1}{\gamma} \frac{1 - A^{\gamma}}{AB^{\gamma-1} - B^{\gamma-1}} = 0.48$$

4) $\qquad L_{n.c.} = (m_1 + m_2 + m_3) gh = 29.43J$

$$Q_{ass} = (m_1 + m_2 + m_3) c_{Al} (T_{fin} - T_{in}) + nc_v (T_{fin} - T_{in})$$

$$T_{fin} = \frac{Q_{ass} + (m_1 + m_2 + m_3) c_{Al} T_{in} + nc_v T_{in}}{(m_1 + m_2 + m_3) c_{Al} + nc_v} = 5.6mK$$

$$\Delta S_{m1} = m_1 c_{Al} \ln \frac{T_{fin}}{T_{in}} = 0.0164 \frac{J}{K} \qquad \Delta S_{m2} = m_2 c_{Al} \ln \frac{T_{fin}}{T_{in}} = 0.0329 \frac{J}{K}$$

$$\Delta S_{m3} = m_3 c_{Al} \ln \frac{T_{fin}}{T_{in}} = 0.0493 \frac{J}{K} \qquad \Delta S_{gas} = nc_v \ln \frac{T_{fin}}{T_{in}} = 0.0023 \frac{J}{K}$$

$$\Delta S_{tot} = \Delta S_{gas} + \Delta S_{m1} + \Delta S_{m2} + \Delta S_{m3} = 0.1007 \frac{J}{K}$$