UNIVERSITA' DEGLI STUDI DEL MOLISE

DIPARTIMENTO DI BIOSCIENZE E TERRITORIO – CORSO DI STUDI IN INGEGNERIA EDILE
A.A. 2013/14 – Fisica e Tecnologia dei materiali (mod. Fisica)/Fisica e Geologia (mod. Fisica)
prova scritta del 15 luglio 2014

ESERCIZIO N°1

Due automobili sono inizialmente ferme all'imbocco di un rettilineo. A un certo istante, la prima di esse parte con una certa accelerazione; la seconda parte, con accelerazione tripla, mezzo minuto più tardi, quando la prima automobile ha ormai raggiunto la velocità di 54 km/h. Le due automobili cessano di accelerare allo stesso istante, quando la seconda è indietro rispetto alla prima di 97 m, dopodiché mantengono inalterate le proprie velocità. Si calcoli, rispetto al punto di partenza e all'istante di partenza della prima automobile, a che distanza e dopo quanto tempo la seconda automobile raggiunge la prima.

ESERCIZIO N°2

Una molla di costante elastica 200 N/m è compressa di 8 cm, su un piano orizzontale scabro, da una massa di 400 g, mantenuta inizialmente ferma. Dal momento in cui il sistema viene lasciato libero, la massa percorre 24 cm prima di fermarsi. Si calcoli il coefficiente di attrito dinamico tra il piano e la massa..

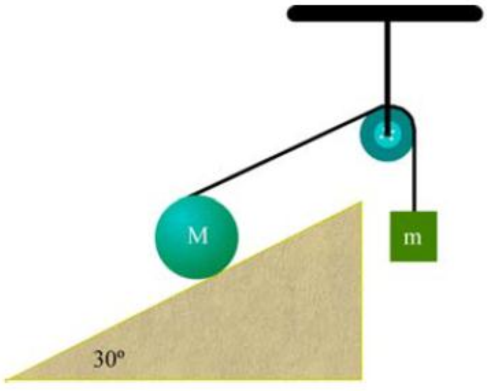
ESERCIZIO N°3

200 g di una sostanza di calore specifico 110 J/kg·°C e calore latente di fusione 25 kJ/kg sono posti in una camera da 4.5 l insieme a 0.7 moli di un gas perfetto. Il sistema è inizialmente in equilibrio alla temperatura di 25 °C, e viene lentamente riscaldato fino a fondere tutta la sostanza. Nel momento in cui si è ultimata la fusione, il calore ceduto al sistema è stato di 11.3 kJ, e la pressione del gas risulta essere aumentata di 2.5 atm. Si calcolino la temperatura di fusione della sostanza e il calore specifico a pressione costante del gas. Si trascurino il volume occupato dalla sostanza, il calore assorbito dalla camera e quello disperso verso l'esterno (costante dei gas perfetti: R = 0.082 l·atm/mol·K = 8.314 J/mole·K)

ESERCIZIO N°4

Un cilindro omogeneo di massa M=4 Kg e raggio R=0,05 m sta su un piano inclinato scabro ed è collegato, mediante una fune, ad una carrucola la cui puleggia ha massa trascurabile e che tiene sospeso un corpo di massa m=5 Kg. Sapendo che l'angolo di inclinazione del piano inclinato è 30° e che il cilindro rotola senza strisciare, si calcoli:

a) l'accelerazione del centro di massa del cilindro e l'accelerazione angolare del cilindro;
b) la tensione della fune;
c) l'energia cinetica del sistema al tempo t=2 s, sapendo che al tempo t=0 s il sistema è a riposo.



Soluzioni

ES. 1

Il problema va diviso in tre parti:
1) per 30 s, un'automobile (chiamiamola A) è in moto accelerato, l'altra (B) no;
2) è partita anche B, con accelerazione $a_B = 3a_A$; entrambe si muovono di moto accelerato;
3) A e B cessano di accelerare (nello stesso istante), e si muovono a velocità costante.

1) La velocità v_{A1} dopo $t_1 = 30$ s è $v_{A1} = 54$ km/h $= 15$ m/s ; si ha $v_{A1} = a_A \cdot t_1 \implies a_A = v_{A1}/t_1 = 0.5$ m/s^2 ;
Da cui, anche, $a_B = 3 \cdot a_A = 1.5$ m/s^2. All'istante t_1, A si trova in posizione $x_{A1} = a_A \cdot \frac{t_1^2}{2} = 225$ m .

2) Leggi del moto:

$$x_A(t) = x_{A1} + v_{A1} \cdot t + \frac{1}{2} a_A t_2^2;$$

$x_B(t) = \frac{1}{2} a_B t_2^2$ (si noti che si riazzera l'origine dei tempi)
Dopo un tempo t_2, $x_{A2} - x_{B2} = \Delta x_2 = 97$ m $\implies x_{A1} + v_{A1} \cdot t_2 + \frac{1}{2}(a_A - a_B) \cdot t_2^2 = \Delta x_2$
Risolvendo l'equazione di 2° grado in t_2, si ottiene $t_2 = 36.93$ s (l'altra radice è negativa);
Si ottiene anche $x_{A2} = 1120$ m , $x_{B2} = 1023$ m , $v_{A2} = v_{A1} + a_A \cdot t_2 = 33.47$ m/s , $v_{B2} = a_B \cdot t_2 = 55.40$ m/s

3) Leggi del moto: $x_A(t) = x_{A2} + v_{A2} \cdot t$; $x_B(t) = x_{B2} + v_{B2} \cdot t$
Dopo un tempo t_3,

$$x_{B3} = x_{A3} \implies (x_{B2} - x_{A2}) + (v_{B2} - v_{A2}) \cdot t_3 = 0 \implies t_3 = (x_{A2} - x_{B2}) / (v_{B2} - v_{A2}) = 4.42\ s$$

Risolvendo l'equazione di 2° grado in t_3, si ottiene $t_2 = 36.93$ s (l'altra radice è negativa);
Si ottiene anche $x_{A3} = x_{B3} = 1268$ m
Questa è già la posizione in cui B raggiunge A a partire dalla posizione di partenza;
per avere l'istante a partire dall'istante di partenza, invece, bisogna sommare t_1, t_2, t_3, ottenendo 71.35 s.

ES. 2

Equazione dell'energia meccanica: $W_a = \Delta E$, considerando come posizione iniziale quella di partenza (molla compressa da m di un tratto d) e come posizione finale quella di arresto della massa.
Wa = lavoro dell'attrito dinamico = $\mu_d \cdot N \cdot L = -\mu_d \cdot mg \cdot L$
$\Delta E = \Delta U$ (l'energia cinetica è zero sia alla fine che all'inizio) = $0 - -\frac{1}{2}kd^2 \implies \Delta E = -\frac{1}{2}kd^2$
Si ottiene:

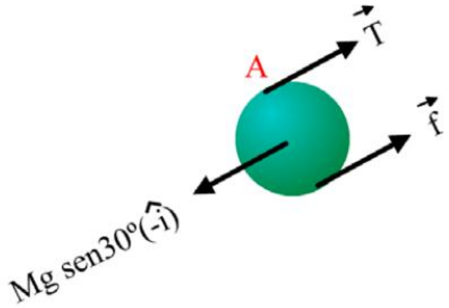
$$\boldsymbol{\mu_d = \frac{kd^2}{2mgL} = 0.68}$$

ES. 3

Siano c_s e λ_s il calore specifico e quello latente di fusione della sostanza, m_S la sua massa, T_F la sua temperatura di fusione (incognita).
Nel processo, si parte da $T_1 = 25$°C = 298 K, si arriva a T_F, e la sostanza fonde tutta rimanendo a T_F.
Stato 1 del gas: $P_1 \cdot V = n \cdot R \cdot T_1 \implies P_1 = n \cdot R \cdot T_1/V = 3.8$ atm
Stato 2 del gas: $P_2 = P_1 + 2.5$ atm = 6.3 atm ; $P_2 \cdot V = n \cdot R \cdot T_F \implies T_F = P_2 \cdot V/ n \cdot R = 494$ K

Bilancio del calore: $Q_{fornito} = Q_{Gas} + Q_S$
$Q_{Gas} = n \cdot c_V \cdot (T_F - T_1)$ (c_V = calore specifico molare a volume costante: il gas è a volume costante)
$Q_S = c_S \cdot m \cdot (T_F - T_1) + \lambda_s \cdot m = 9312$ J (calore per arrivare a T_F più il calore per fondere tutto)
$n \cdot c_V \cdot (T_F - T_1) \equiv Q_{Gas} = Q_{fornito} - Q_S = 11300$ J – 9312 J = 1988 J $\implies c_V = 14.5$ J/mole·K
$c_P = c_V + R = 22.8$ J/mole·K

ES 4



Cilindro:

$$\sum F_x = T + f - Mgsin30° = Ma_{CM}$$
$$\sum M_x = -TR + fR = -I\alpha$$

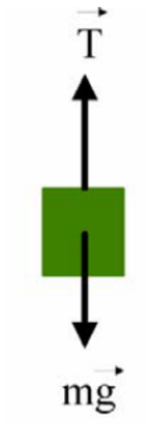
Si tenga presente che:

$$I_{CM} = \frac{1}{2}MR^2, \quad e \quad a_{CM} = \alpha R$$

Allora:

$$TR - fR = \left(\frac{1}{2}MR^2\right)\left(\frac{a_{CM}}{R}\right) \quad \Rightarrow \quad T - f = \frac{1}{2}Ma_{CM}$$

Blocco:



$$\sum F = mg - T = ma$$

Tenendo conto che l'accelerazione del blocco è uguale all'accelerazione di un punto che si trova sulla superficie esterna del cilindro e che, pertanto, è il doppio dell'accelerazione del centro di massa, si ha:

$$mg - T = m(2a_{CM})$$

Dal sistema delle due equazioni si ottiene:

$$a)\ a_{CM} = 3{,}08\frac{m}{s^2}, \alpha = \frac{61{,}6rad}{s^2} \quad b)\ T = 19{,}2N, \ \ c) f = 13{,}04N$$

L'energia cinetica totale del sistema è data dalla somma delle energie cinetiche di ogni costituente del sistema:

$$K = \frac{1}{2}I_{CM}\omega^2 + \frac{1}{2}Mv_{CM}^2 + \frac{1}{2}mv_b^2 = 493{,}3J$$