

## Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

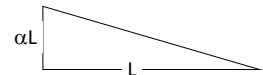
### Appello straordinario del 2 aprile 2022 – prova scritta di Fisica 1

1) Un motociclista percorre una strada alla velocità costante  $v_0 = 60 \text{ km/h}$ , quando incontra un fosso largo  $D=2\text{m}$ ; dopo il fosso la strada continua ad un livello più basso di  $h = 20 \text{ cm}$ ;

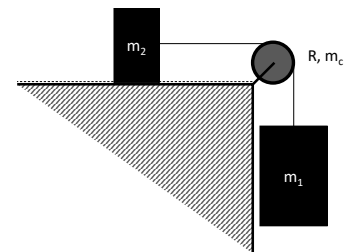
- verificare che il motociclista riesca a saltare il fosso;
- determinare a che distanza dal bordo del fosso il motociclista atterra;
- determinare la velocità minima che il motociclista deve avere per riuscire a saltare il fosso.

2) L'autista di un'automobile di massa  $m=725 \text{ kg}$  in moto ad una velocità di modulo  $v = 32 \text{ m/s}$  frena improvvisamente facendo slittare le ruote; sapendo che l'automobile si ferma dopo aver percorso lo spazio  $s_1 = 80 \text{ m}$ :

- determinare il coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d$  presente fra pneumatico e asfalto;
- determinare lo spazio  $s_2$  di frenata nel caso la strada sia in discesa con una pendenza  $\alpha$  ( $\alpha=18\%$ ).



3) Un sistema meccanico è formato da due masse,  $m_1=3\text{kg}$  e  $m_2=1\text{kg}$ , collegate insieme da un filo inestensibile di massa trascurabile che passa su una carrucola di massa  $m_c=1\text{kg}$  e raggio  $R=20 \text{ cm}$ , libera di ruotare senza attrito (come in figura). Il piano orizzontale su cui poggia  $m_2$  ha invece un attrito di coefficiente  $\mu_d=0,3$ . Calcolare l'accelerazione con cui si muovono le masse e le tensioni  $T_1$  e  $T_2$  del filo che agiscono su di esse rispettivamente.



4) Un blocco di alluminio a  $700\text{K}$  viene immerso in  $3 \text{ kg}$  di acqua alla temperatura di  $20^\circ\text{C}$ . Il sistema raggiunge l'equilibrio termico a  $100^\circ\text{C}$  dopo che  $50\text{g}$  di acqua sono evaporati. Immaginando che lo scambio di calore avvenga in un recipiente adiabatico, calcolare la massa dell'alluminio ( $c_{AL}=880 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$ ,  $c_{ACQUA}=4187 \text{ J/Kg}^\circ\text{C}$ ,  $c_{ACQUA}=2272 \text{ kJ/Kg}$ ).

5) Un gas perfetto monoatomico si trova inizialmente nello stato A descritto dalle condizioni termodinamiche  $V_A=V$ ,  $p_A=4p$ . Mediante una trasformazione adiabatica si porta nello stato B caratterizzato da un volume  $V_B=2V$ . Quindi la sua pressione si porta, mediante una trasformazione isocora, fino al punto C di valore  $p_C=p$ . Mediante una compressione isoterma il sistema raggiunge il punto D caratterizzato dai valori  $V_D=V$ ,  $p_D=2p$ ; il ciclo quindi si chiude mediante un'ultima trasformazione isocora che riporta il gas dallo stato D allo stato A. Disegnare il ciclo termodinamico in un piano  $pV$  e calcolarne il rendimento.



## Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

### 02 aprile 2022 – Soluzioni dello scritto di Fisica 1

**1a)** di quanto è sceso il motociclista dopo un salto di 2m?

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \leq h \quad ; \quad D = v_0t$$

$$y = \frac{1}{2}g\left(\frac{D}{v_0}\right)^2 = 7,1cm < 20cm \quad OK$$

**1b)** dove atterrerà:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad ; \quad x = v_0t$$

Quindi la distanza dal bordo sarà:

$$Attarraggio = x - D = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} - D = 1,36m$$

**1c)** velocità minima per saltare il fosso:

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad ; \quad D = v_x t$$

$$h = \frac{1}{2}g\frac{D^2}{v_x^2} \quad v_x = D\sqrt{\frac{g}{2h}} = 9,9 \frac{m}{s}$$

**2a)** Applicando il bilancio energetico:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \mu_d mgs_1$$

$$\mu_d = \frac{v_1^2}{2gs_1} = 0,652$$

**2b)** in presenza di una pendenza del 18%:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mg\alpha L = \mu_d mg L\sqrt{1 + \alpha^2}$$

$$L = \frac{v_1^2}{2g(\mu_d\sqrt{1 + \alpha^2} - \alpha)}$$

Spazio di frenata:

$$L_{frenata} = L\sqrt{1 + \alpha^2} = \frac{v_1^2\sqrt{1 + \alpha^2}}{2g(\mu_d\sqrt{1 + \alpha^2} - \alpha)} = 110m$$

**3)** Le equazioni della dinamica per la massa 1, la massa 2 e la carrucola sono:

$$m_1a = m_1g - T_1$$

$$m_2 a = T_2 - \mu_d m_2 g$$

$$I \Omega = (T_1 - T_2) R$$

dove

$$I = \frac{1}{2} m_c R^2$$

e la condizione di rotolamento puro sulla carrucola è  $a = \Omega R$

Risolvendo il sistema si ottiene

$$a = \frac{m_1 - \mu_d m_2}{\frac{1}{2} m_c + m_1 + m_2} g = 5,9 \frac{m}{s^2}$$

$$T_1 = m_1 g \left( 1 - \frac{m_1 - \mu_d m_2}{\frac{1}{2} m_c + m_1 + m_2} \right) = 11,8 \text{ N}$$

$$T_2 = m_2 g \left( \frac{m_1 - \mu_d m_2}{\frac{1}{2} m_c + m_1 + m_2} - \mu_d \right) = 2,9 \text{ N}$$

4) I calori scambiati sono:

$$m_{Al} c_{Al} (T_{100} - T_{Al}) + m_{H_2O} c_{H_2O} (T_{100} - T_{H_2O}) + \delta m_{H_2O} \lambda = 0$$

da cui possiamo calcolare la massa dell'alluminio:

$$m_{Al} = \frac{m_{H_2O} c_{H_2O} (T_{100} - T_{H_2O}) + \delta m_{H_2O} \lambda}{c_{Al} (T_{Al} - T_{100})} = 3,9 \text{ kg}$$

$$5) \eta = \frac{L}{|Q_{assorb}|} = \frac{L_{AB} - L_{CD}}{|Q_{DA}|}$$

Calcoliamo gli stati termodinamici dei punti:

$$p_A = 4p; V_A = V; T_A = \frac{4pV}{nR}$$

$$p_B = 2^{2-\gamma} p; V_B = 2V; T_B = \frac{2^{3-\gamma} pV}{nR}$$

$$p_C = p; V_C = 2V; T_C = \frac{2pV}{nR}$$

$$p_D = 2p; V_D = V; T_D = \frac{2pV}{nR}$$

$$L_{AB} = -\Delta U_{AB} = n c_V (T_A - T_B) = \frac{3}{2} pV (4 - 2^{3-\gamma}) = 3pV (2 - 2^{2-\gamma})$$

$$L_{CD} = nRT_C \ln \left( \frac{V_D}{V_C} \right) = -2pV \ln 2$$

$$Q_{DA} = n c_p (T_A - T_D) = 5pV$$

$$\eta = \frac{L}{|Q_{assorb}|} = \frac{L_{AB} - L_{CD}}{|Q_{DA}|} = \frac{3(2 - 2^{2-\gamma}) - 2 \ln 2}{5} = 0,17$$

