



**Ingegneria Civile e Ambiente & Territorio**  
**6 febbraio 2018 - prova scritta di Fisica 1**

1) Una macchina che viaggia alla velocità di 100 km/h frena, fino a fermarsi completamente, in 55 m. Calcolare:

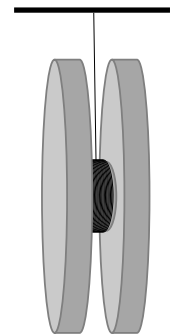
- A) la decelerazione applicata;
- B) la velocità dell'automobile 10 m prima dell'arresto completo.

2) Un'automobile percorre una curva alla velocità costante di  $v = 80$  km/h seguendo una traiettoria circolare di raggio  $R = 80$  m. Su ogni ruota della macchina è scaricato il peso di una massa  $m = 250$  kg. A metà della curva l'autista deve frenare bruscamente richiedendo una decelerazione di  $a = -8$  m/s<sup>2</sup>. Sapendo che il coefficiente di attrito statico vale  $\mu_s = 0,9$  e quello dinamico vale  $\mu_d = 0,7$ , calcolare:

- A) l'attrito sotto i pneumatici prima della frenata (di quale attrito si tratta?);
- B) l'attrito sotto i pneumatici dopo la frenata (di quale attrito si tratta?);
- C) la reale decelerazione dell'automobile nell'istante dell'inizio della frenata.

3) Un rocchetto è costituito da due dischi di massa  $M$  e raggio  $R$  uniti insieme da un cilindro di massa  $2M$  e raggio  $R/2$ , come in figura. Sul cilindro che unisce i dischi è arrotolato un filo inestensibile e di massa trascurabile (la parte di filo arrotolata è lunga  $L = 21/2 R$ ); l'estremità libera del filo è collegata ad un soffitto. Ad un certo istante il rocchetto inizia a cadere (partendo da fermo) per effetto della gravità. Calcolare:

- A) la tensione del filo durante la caduta
- B) la velocità di rotazione del rocchetto quando il filo sarà completamente steso e srotolato

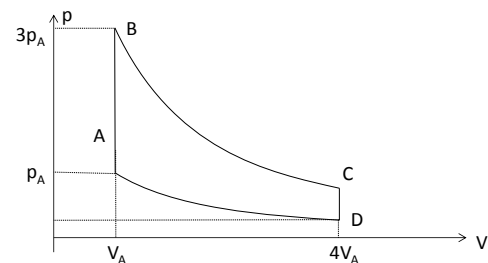


4) Un vaso di rame di  $m = 150$  g contiene 220 g di acqua, entrambi a 20 °C . Un cilindro di rame di 300 g molto caldo viene immerso nell'acqua, facendola bollire, e 5.00 g di acqua vengono trasformati in vapore. La temperatura finale del sistema è 100°C. Calcolare:

- A) il calore trasferito all'acqua e al vaso;
- B) la temperatura iniziale del cilindro.

( $c_{\text{acqua}} = 4186$  J/(kg K);  $\lambda_{\text{evap}} = 4186$  J/kg;  $c_{\text{rame}} = 386$  J/(kg K))

5) Si supponga una macchina termica a combustione interna rappresentata dal ciclo termodinamico in figura costituito da due adiabatiche e due isocore. Si assuma la miscela aria-benzina come un gas ideale e si consideri il rapporto di compressione pari a 4:1 ( $V_D = 4V_A$ ). Supponendo che  $p_B = 3p_A$  si calcoli il rendimento del ciclo.





**Ingegneria Civile e Ambiente & Territorio**  
**06 febbraio 2018 - prova scritta di Fisica 1**  
**SOLUZIONI**

1a) Le leggi orarie per lo spazio e la velocità sono:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v_{fin} = 0 = v_0 + a t$$

Mettendole a sistema si ricava:

$$a = -\frac{v^2}{2s} = -7,0 \frac{m}{s^2}$$

1b) per la velocità residua si può considerare, invertendo il tempo, quale sia la velocità raggiunta dall'automobile dopo 10m di accelerazione partendo da ferma:

$$a = \frac{v_x^2}{2s'} \rightarrow v_x = \sqrt{a 2s'} = \sqrt{\frac{v^2}{2s} 2s'} = v \sqrt{\frac{s'}{s}} = 11,8 \frac{m}{s} = 42,6 \frac{km}{h}$$

2a) Per capire di quale attrito si tratti dobbiamo verificare che la forza centripeta sia inferiore dell'attrito statico massimo:

$$\frac{v^2}{R} < \mu_s g \rightarrow 6,17 < 8,82$$

Sì, siamo in condizioni di attrito statico, quindi il valore sotto i pneumatici è:

$$A_s = m \frac{v^2}{R} = 1543 N$$

2b) quando l'automobilista frena, oltre alla forza centripeta viene richiesta una ulteriore forza di decelerazione. Siamo ancora in condizioni di attrito statico?

$$\sqrt{\left(\frac{v^2}{R}\right)^2 + (a_{DEC})^2} < \mu_s g \rightarrow 10,10 > 8,82$$

No, per cui l'attrito è dinamico e vale:

$$A_d = \mu_d m g = 1715 N$$

2c) La decelerazione reale si può calcolare come la componente tangenziale dell'attrito dinamico:

$$\left(m \frac{v^2}{R}\right)^2 + (m a_{DR})^2 = (\mu_d m g)^2 \rightarrow a_{DR} = \sqrt{(\mu_d g)^2 - \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} = 6,39 \frac{m}{s^2}$$

Cioè molto inferiore a quanto richiesto.

3a) Il momento d'inerzia del rocchetto vale:

$$I = 2 \cdot \frac{1}{2} M R^2 + \frac{1}{2} 2M \left(\frac{R}{2}\right)^2 = \frac{5}{4} M R^2$$

La tensione del filo può essere calcolata applicando la prima e la seconda equazione cardinale della dinamica:

$$4M a = 4M g - T$$

$$I \omega = T R$$

Insieme alla condizione di rotolamento puro:

$$a = \omega R$$



Da cui si ricava:

$$T = \frac{20}{21} Mg$$

3b) La velocità di rotazione può essere calcolata dalla conservazione dell'energia meccanica totale:

$$\frac{1}{2} 4Mv^2 + \frac{1}{2} I\omega^2 = 4MgL$$

Imponendo la condizione di rotolamento puro si ottiene:

$$\frac{1}{2} 4M(\omega R)^2 + \frac{1}{2} \frac{5}{4} MR^2 \omega^2 = 4Mg \frac{21}{2} R$$

Svolgendo i calcoli si ricava:

$$\omega = 4 \sqrt{\frac{g}{R}}$$

4) Nell'immersione l'acqua assorbe il seguente:

$$Q_{acqua} = m_a c_a \Delta T_a + \lambda_{evap} m_a' = 84954 J (\sim 85,0 kJ)$$

Il calore assorbito dal vaso di rame è:

$$Q_{vaso} = m_{vaso} c_r \Delta T_{vaso} = 4632 J (\sim 4,6 kJ)$$

Quindi il calore ceduto dal cilindro di rame sarà la somma di questi due calori:

$$Q_{acqua} + Q_{vaso} + Q_{cilindro} = 0$$

$$-\Delta T_{cilindro} = \frac{Q_{acqua} + Q_{vaso}}{m_{cilindro} c_r} = 773^\circ C$$

Pertanto il cilindro di rame aveva una temperatura iniziale di  $873^\circ C = 1146 K$

5) Il rendimento è dato da:

$$\eta = 1 - \frac{|Q_{ceduto}|}{|Q_{assorb}|} = 1 - \frac{|Q_{CD}|}{|Q_{AB}|}$$

$$Q_{AB} = n c_v (T_B - T_A) = n c_v (3T_A - T_A) = 2n c_v T_A > 0$$

$$Q_{CD} = n c_v (T_D - T_C) = n c_v (T_A 4^{1-\gamma} - 3T_A 4^{1-\gamma}) = -2n c_v T_A 4^{1-\gamma} < 0$$

Dove:

$$T_C = \frac{p_C V_C}{nR} = \frac{4V_A 3p_A}{nR} \left(\frac{1}{4}\right)^\gamma = 3 T_A \left(\frac{1}{4}\right)^{\gamma-1}$$

$$T_D = \frac{p_D V_D}{nR} = \frac{4V_A p_A}{nR} \left(\frac{1}{4}\right)^\gamma = T_A \left(\frac{1}{4}\right)^{\gamma-1}$$

$$\eta = 1 - 4^{1-\gamma}$$