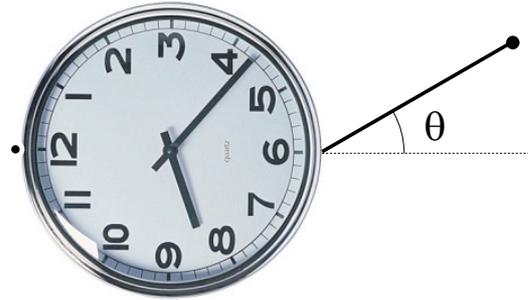




**Ingegneria Civile e Ambiente & Territorio**  
**17 marzo 2018 - prova scritta di Fisica 1**

**1)** Il nastro di un tapis-roulant lungo 125m si muove alla velocità costante di 1,20 m/s. Una persona che cammina speditamente ha rispetto al suolo una velocità di circa 2,00 m/s. In queste ipotesi quanto impiega la persona ad arrivare in fondo al percorso coperto dal tapis-roulant e tornare indietro?

**2)** Un orologio da cucina di massa  $m=1,0$  kg e raggio  $r=30$  cm, è appeso al muro mediante un chiodo. L'orologio è tenuto orizzontale grazie ad un filo collegato come in figura. Il filo forma un angolo  $\theta=30^\circ$  con l'orizzontale. A) Determinare il vettore reazione vincolare del chiodo e la tensione del filo. B) Ad un certo istante il filo si spezza. Calcolare il valore della velocità angolare dell'orologio quando passa per la direzione verticale. Trascurare gli attriti e considerare l'orologio omogeneo.



**3)** Un piano inclinato forma un angolo  $\theta=40^\circ$  con l'orizzontale e termina su un piano orizzontale. Un corpo di massa  $m$  è inizialmente fermo sul piano inclinato ad una altezza  $h=1,5$  m rispetto al piano orizzontale. Ad un certo istante viene lasciato scivolare. Calcolare la distanza dal piano inclinato cui il corpo si ferma se lungo tutto il percorso il coefficiente di attrito dinamico tra il corpo ed i piani di appoggio vale  $\mu_d=0,5$ .

**4)** Un campione di 0.85 moli di un gas ideale:  $P_i = 15.0$  atm,  $T_i = 300$ K, si espande isotermicamente fino alla pressione finale di  $P_f = 1.0$  atm. Calcolare il lavoro compiuto se l'espansione è condotta:  
a) contro il vuoto;  
b) contro una pressione esterna costante di 1.0 atm;  
c) reversibilmente.

**5)** Un termometro di massa 0.055 kg e capacità termica 46,1 J/K segna  $15,0^\circ\text{C}$ . Il termometro viene quindi immerso in 0,300 kg di acqua e raggiunge l'equilibrio termico con temperatura finale uguale a quella dell'acqua. Si determini la temperatura iniziale dell'acqua sapendo che nello stato finale il termometro indica una temperatura di  $44,4^\circ\text{C}$ . Si trascurino le perdite di calore dal sistema.

(calore specifico dell'acqua: 4190 J/(kg K) )



Ingegneria Civile e Ambiente & Territorio  
13 giugno 2017 - prova scritta di Fisica 1  
SOLUZIONI

1) Chiamiamo  $v_n$  la velocità del nastro e  $v_p$  quella della persona rispetto al nastro. La velocità  $v_t$  della persona rispetto a terra sarà  $v_1 = v_n + v_p$  nel caso in cui la persona e il nastro viaggiano nello stesso verso, e  $v_2 = v_n - v_p$  in caso contrario. Chiaramente la persona riuscirà a tornare indietro solo se  $v_2$  sarà minore di 0, cioè se  $v_p > v_n$  (la persona deve andare «più forte» del nastro!)

Se  $L$  è la lunghezza del tragitto, il tempo di andata sarà pari a  $t_1 = L/|v_1|$ , mentre quello di ritorno sarà  $t_2 = L/|v_2|$ .

Il tempo di andata-ritorno sarà dunque

$$t = t_1 + t_2 = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} = \frac{L}{v_n + v_p} + \frac{L}{|v_n - v_p|} = \frac{L}{v_p + v_n} + \frac{L}{v_p - v_n} = \frac{2Lv_p}{v_p^2 - v_n^2}$$

$$t = 195 \text{ s}$$

2) A) Il bilancio delle forze (reazione del chiodo, tensione del filo e peso) si può esprimere mediante la prima e la seconda equazione cardinale poste uguale a zero:

$$\vec{R} + \vec{T} + \vec{P} = 0$$

$$\vec{M}_P + \vec{M}_T = 0$$

quest'ultima calcolata rispetto al chiodo. Scomponendo la prima nelle direzioni x,y ed esplicitando la seconda per le rotazioni antiorarie da x verso y:

$$\begin{cases} R_x + T \cos \theta = 0 \\ R_y + T \sin \theta - mg = 0 \\ -mg r + T 2r \sin \theta = 0 \end{cases}$$

Dalla terza ricaviamo la tensione del filo:

$$T = \frac{mg}{2 \sin \theta} = mg = 9,8 \text{ N}$$

La componente x della reazione del chiodo vale:

$$R_x = -T \cos \theta = -mg \cos \theta = -\frac{\sqrt{3}}{2} 9,8 = -8,5 \text{ N}$$

Mentre la componente y vale:

$$R_y = mg - T \sin \theta = mg - mg \frac{1}{2} = \frac{1}{2} mg = mg \sin \theta = \frac{1}{2} 9,8 = 4,9 \text{ N}$$

Come si vede anche la reazione del chiodo vale  $mg$ , è inclinata di  $30^\circ$  ma nel secondo quadrante.

B) Poiché non ci sono attriti è conservata l'energia meccanica totale:

$$mgr = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Dove il momento d'inerzia, calcolato rispetto al chiodo, vale:

$$I = \frac{1}{2} mr^2 + mr^2 = \frac{3}{2} mr^2$$

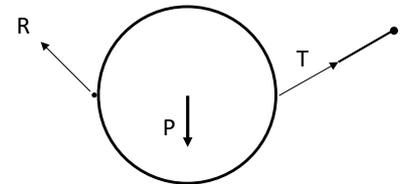
Svolgendo i calcoli:

$$\omega = \sqrt{\frac{4g}{3r}} = 6,6 \frac{\text{rad}}{\text{s}} = 378 \frac{^\circ}{\text{s}}$$

3) L'energia totale a disposizione del corpo è

$$mgh$$

Di questa energia parte viene dissipata durante la discesa sul piano inclinato:





$$A_d \cdot L = -\mu_d mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta}$$

E parte lungo il piano orizzontale per una distanza  $x$  incognita:

$$A'_d \cdot L = -\mu_d mg \cdot x$$

Uguagliando i termini:

$$mgh = \mu_d mg \cos \theta \cdot \frac{h}{\sin \theta} + \mu_d mg \cdot x \quad \rightarrow \quad h = h\mu_d \operatorname{ctg} \theta + \mu_d x$$

Da cui si ricava:

$$x = h \left( \frac{1 - \mu_d \operatorname{ctg} \theta}{\mu_d} \right) = 1,21 \text{ m}$$

4)

a) pressione esterna nulla:  $L = p\Delta V = 0$

b) pressione esterna  $p_{\text{esterna}} = 1.0 \text{ atm}$  &  $p_{\text{finale}} = p_{\text{esterna}}$ :

$$L = p_{\text{esterna}}(V_{\text{finale}} - V_{\text{iniziale}}) = nRT p_{\text{esterna}} \left( \frac{1}{p_{\text{fin}}} - \frac{1}{p_{\text{in}}} \right) = 1.98 \cdot 10^3 \text{ J}$$

c) trasformazione reversibile:  $p_{\text{esterna}} \cong p_{\text{gas}}$

$$L = \int_{V_{\text{in}}}^{V_{\text{fin}}} p dV' = nRT \int_{V_{\text{in}}}^{V_{\text{fin}}} \frac{dV'}{V'} = nRT \ln \frac{V_{\text{fin}}}{V_{\text{in}}}$$

Ricordando che  $p_{\text{in}} V_{\text{in}} = p_{\text{fin}} V_{\text{fin}}$  si ottiene:

$$L = nRT \ln \frac{V_{\text{fin}}}{V_{\text{in}}} = nRT \ln \frac{p_{\text{in}}}{p_{\text{fin}}} = 5.74 \cdot 10^3 \text{ J}$$

NOTA: Questa è la massima quantità di lavoro che il sistema può compiere nell'espansione dallo stato iniziale allo stato finale.

5) Consideriamo con  $T_{\text{ia}}$  la temperatura iniziale dell'acqua, con  $T_{\text{it}}$  la temperatura iniziale del termometro e con  $T_{\text{finale}}$  la temperatura finale di equilibrio. Poiché il sistema è isolato la quantità di calore scambiata tra acqua e termometro è la stessa:

$$Q_t + Q_a = 0 = C(T_{\text{finale}} - T_{\text{it}}) + m_a c_a (T_{\text{finale}} - T_{\text{ia}})$$

Esplicitando per la temperatura iniziale dell'acqua si ottiene:

$$T_{\text{ia}} = T_{\text{finale}} + \frac{C}{m_a c_a} (T_{\text{finale}} - T_{\text{it}}) = 45,5^\circ\text{C} = 318.5\text{K}$$