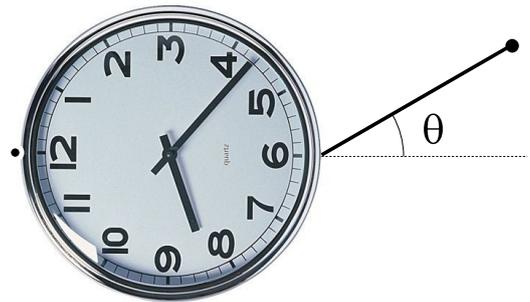




Ingegneria Civile e Ambiente & Territorio
17 marzo 2018 - prova scritta di Fisica Generale

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 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:

- contro il vuoto;
- contro una pressione esterna costante di 1.0 atm;
- reversibilmente.

4) Un tubo metallico, da considerarsi infinitamente lungo con raggio interno R_{int} ed esterno R_{est} , viene caricato con una carica che si dispone con densità per unità di lunghezza uniforme pari a λ . Scrivete le espressioni sia del campo elettrico, sia del potenziale elettrostatico in funzione della distanza r dall'asse del tubo per $0 < r < \infty$.

5) Un condensatore di capacità $C_1=100$ pF con carica $Q= 50$ nC sulle armature viene chiuso in circuito con un altro condensatore, inizialmente scarico, di capacità $C_2=150$ pF. Si chiede quanta energia verrà dissipata per effetto Joule nei conduttori di collegamento in seguito a tale operazione.

6) Sull'asse di un solenoide, da considerarsi infinitamente lungo, di $N=100$ spire avvolte su un tratto cilindrico di lunghezza $L= 10$ cm, è posta una piccola spira di raggio $r=0,5$ mm, molto minore del raggio del solenoide, giacente su un piano ortogonale all'asse di questo e percorsa da una corrente elettrica variabile nel tempo di intensità $i=i_0 \cos\omega t$, con $i_0=0,5$ A e $\omega=105$ s⁻¹. Si trovi il valore dell'ampiezza della forza elettromotrice sinusoidale indotta nel solenoide.



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 uguali 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:

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

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° ma nel secondo quadrante.

B) Poiché non ci sono attriti è conservata la quantità di moto totale:

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

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

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

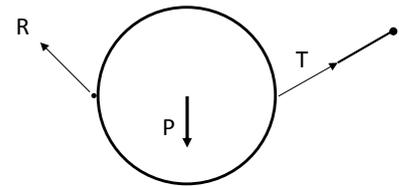
Svolgendo i calcoli:

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

3)

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

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





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

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

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

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

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

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

4) La carica sul tubo si dispone sulla sola superficie esterna con densità per unità di lunghezza pari a q . Dal teorema di Gauss applicato a un cilindro di raggio r coassiale col tubo, di lunghezza L si ha:

$$\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0} \quad \text{e quindi} \quad E = \frac{Q_{enc}}{2\pi r L \epsilon_0}$$

Da cui

$$\text{per } r > R_{est}: \quad E(r) = \frac{qL}{2\pi r \epsilon_0} \quad \text{e} \quad V(r) = - \int_{\infty}^r \frac{qL}{2\pi r' \epsilon_0} dr' + \pi \epsilon_0$$

$$\text{per } r < R_{est}: \quad E(r) = \frac{qLr}{2\pi \epsilon_0} \quad \text{e} \quad V(r) = \frac{qL}{4\pi \epsilon_0} \left(\frac{r^2}{R_{est}^2} + 2R_{est} \right)$$

5)

L'energia dissipata si trova per differenza tra quella immagazzinata elettrostaticamente prima e dopo l'operazione:

$$\Delta E = \frac{Q^2}{2C_1} - \left(\frac{Q_1^2}{2C_1} + \frac{Q_2^2}{2C_2} \right)$$

Per trovare Q_1 e Q_2 ricordiamo che: $Q_1 + Q_2 = Q$ e $V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = V_2 = \frac{Q_2}{C_2}$

$$\text{Da cui:} \quad \Delta E = \frac{Q^2}{2} \left(\frac{1}{C_1} - \frac{C_1}{(C_1 + C_2)^2} - \frac{C_2}{(C_1 + C_2)^2} \right) = 7,510^{-6} \text{ J}$$

6)

$$|f_{em}| = \frac{d\Phi_{(B)}}{dt} = \mu \frac{di_{spira}}{dt} \quad \text{in cui} \quad M = \frac{\Phi_{spira}}{i_{spira}} = \frac{\Phi_{spira}}{i_{sol}} = \frac{\tau^2 \mu n_{sol} i_{sol}}{i_{sol}} = \tau^2 \mu \frac{N}{L}$$

Quindi:

$$|f_{em}| = \pi^2 \mu \frac{N}{L} \omega = 4,93 \cdot 10^{-5} \text{ V}$$