

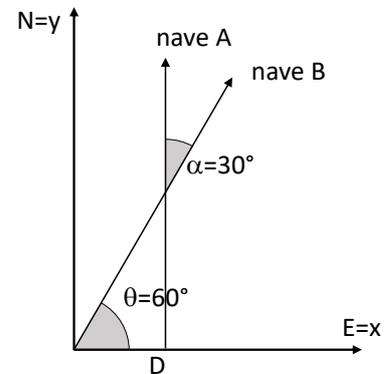
**Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio**  
**22 gennaio 2024 – prova scritta di Fisica Generale**

- 1)** La nave A viaggia verso Nord alla velocità costante  $v_A$  (30 km/h). La nave B si trova alla distanza  $D$  (10 km), in direzione Ovest, rispetto alla nave A, e viaggia verso Nord-Est, alla velocità  $v_B$  costante (20 km/h), seguendo una traiettoria lineare che forma un angolo di  $30^\circ$  rispetto al Nord. Nel punto di maggior avvicinamento, a che distanza relativa si troveranno le due imbarcazioni?
- 2)** Un proiettile di 20 gr viene sparato orizzontalmente in un blocco di legno di 2kg, che giace su un tavolo orizzontale. Il proiettile si conficca nel blocco che si sposta di 2m. Se il coefficiente di attrito dinamico tra blocco e piano è 0,2, calcolare la velocità iniziale del proiettile.
- 3)** Una macchina termica reversibile ha un rendimento di  $1/6$ . Quando la temperatura del dissipatore viene diminuita di  $62^\circ\text{C}$ , il rendimento raddoppia. Determinare le temperature della sorgente calda e del dissipatore.
- 4)** Una sfera di raggio  $r=1\text{m}$  ha densità superficiale di carica  $\sigma=10^{-10}\text{C/m}^2$  e massa  $m=10^{-9}\text{kg}$ . La sfera si muove inizialmente con velocità  $v_0=1\text{m/s}$  in una regione dove è presente un campo elettrostatico uniforme  $E=300\text{V/m}$ . Determinare il tempo che impiega a fermarsi (si trascuri l'attrito e si consideri il campo nella direzione opposta alla velocità).
- 5)** Un generatore di resistenza interna  $r=5\Omega$  è collegato, mediante un circuito di resistenza trascurabile, ad un resistore di resistenza  $R=100\Omega$ . Se l'energia dissipata nel resistore in un tempo  $\Delta t=1\text{ms}$  è  $10^{-3}\text{J}$ , determinare la forza elettromotrice del generatore e la corrente che circola nel circuito.
- 6)** Una spira conduttrice a forma di esagono regolare di lato  $2L=20\text{cm}$ , è percorsa da una corrente  $i=12\text{A}$ . Determinare il campo di induzione magnetica  $B$  generato al centro della spira.

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

22 gennaio 2024 – Soluzioni dello scritto di Fisica Generale

1) Fissando un riferimento XY solidale dalle direzioni EST-NORD e ponendo il riferimento degli assi nella posizione iniziale della nave B, si ha il grafico delle traiettorie in figura.



La posizione della nave A nel tempo sarà:

$$(x, y)_A = (D, v_A t)$$

mentre la posizione della nave B sarà:

$$(x, y)_B = (v_{Bx} t, v_{By} t) = (v_B \cos \theta t, v_B \sin \theta t)$$

Al generico tempo  $t$  la distanza tra le navi sarà:

$$dist = \sqrt{(x_A - x_B)^2 + (y_A - y_B)^2} = \sqrt{(D - v_{Bx} t)^2 + (v_A - v_{By})^2 t^2}$$

La distanza minima si ha per

$$\frac{\partial dist}{\partial t} = 0$$

cioè per

$$\frac{-2v_{Bx}(D - v_{Bx}t) + 2t(v_A - v_{By})}{2\sqrt{(D - v_{Bx}t)^2 + (v_A - v_{By})^2 t^2}} = 0$$

da cui possiamo calcolare il tempo a cui avviene la minima distanza:

$$t_{MinDist} = \frac{v_{Bx} D}{v_{Bx}^2 + (v_A - v_{By})^2} = \frac{v_B \cos \theta D}{(v_B \cos \theta)^2 + (v_A - v_B \sin \theta)^2} = 0,38 \text{ h}$$

$$dist_{Min} = \sqrt{(D - v_{Bx} t_{MinDist})^2 + (v_A - v_{By})^2 t_{MinDist}^2} = 7,85 \text{ km}$$

2) Nell'urto perfettamente anelastico si conserva la quantità di moto:

$$mv = (m + M)V$$

Dopo l'urto il blocco di legno con il proiettile conficcato si sposta di  $L$ . Per cui il lavoro dell'attrito sarà:

$$\frac{1}{2}(m + M)V^2 = \mu_d(m + M)gL$$

Risolvendo per la velocità del proiettile si ottiene:

$$\frac{1}{2}\left(\frac{m}{m + M}v\right)^2 = \mu_d gL \quad v = \frac{m + M}{m} \sqrt{2\mu_d gL} \cong 283 \frac{m}{s}$$

3) Il rendimento di una macchina reversibile è uguale al rendimento dell'equivalente macchina di Carnot che lavora tra le stesse temperature. Pertanto possiamo scrivere:

$$\eta = 1 - \frac{T_{diss}}{T_{calda}} = \frac{T_{calda} - T_{diss}}{T_{calda}} = \frac{1}{6}$$

da cui ricaviamo la relazione:

$$5 T_{calda} - 6 T_{diss} = 0 \quad (1)$$

Riducendo la temperatura del dissipatore:

$$\eta' = 1 - \frac{T_{diss} - \delta T}{T_{calda}} = \frac{T_{calda} - T_{diss} + \delta T}{T_{calda}} = \frac{1}{3}$$

da cui

$$2 T_{calda} - 3 T_{diss} + 3 \delta T = 0 \quad (2)$$

Mettendo a sistema le equazioni (1) e (2) si ricava:

$$T_{calda} = 6 \delta T = 372 \text{ K} = 99^\circ\text{C}$$

$$T_{diss} = \frac{5}{6} T_{calda} = 310 \text{ K} = 37^\circ\text{C}$$

4) Il moto della sfera è uniformemente accelerato con accelerazione negativa

$v = v_0 - a t$  con  $a = \frac{qE}{m}$ . Quindi  $v = 0$  quando  $t = \frac{v_0 m}{qE} = 2,65 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ , avendo posto  $q = \sigma 4\pi r^2$ .

5) L'energia dissipata per effetto Joule è  $\mathcal{E} = Ri^2 \Delta t$  da cui  $i = \sqrt{\frac{\mathcal{E}}{R\Delta t}} = 0,1 \text{ A}$ . La forza elettromotrice vale quindi  $f_{em} = i(r + R) = 10,5 \text{ V}$

6) Il campo magnetico generato da ogni lato al centro si calcola dalla 1° Formula di Laplace:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_{-L}^L \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} = \frac{\mu_0 i L}{2\pi h \sqrt{h^2 + L^2}} \hat{n}$$

dove  $n$  è la direzione normale al piano della spira (verso l'alto se la corrente circola in verso antiorario). Poiché la spira è esagonale, la distanza tra i lati e il centro vale:

$$h = \sqrt{3}L$$

$$B = 6 \frac{\mu_0 i}{4\pi L^2 \sqrt{3}} \cong 4,2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$