

Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio
22 gennaio 2024 – prova scritta di Fisica 1

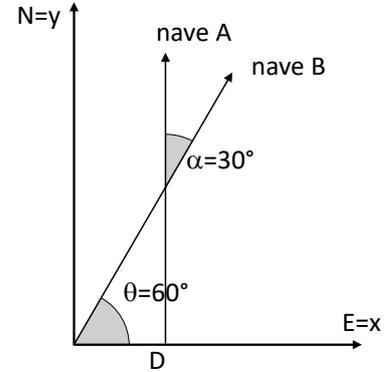
- 1)** La nave A viaggia verso Nord alla velocità costante v_A (30 km/h). La nave B si trova alla distanza D (10 km), in direzione Ovest, rispetto alla nave A, e viaggia verso Nord-Est, alla velocità v_B costante (20 km/h), seguendo una traiettoria lineare che forma un angolo di 30° rispetto al Nord. Nel punto di maggior avvicinamento, a che distanza relativa si troveranno le due imbarcazioni?
- 2)** Un cubo è, a riposo, su un piano orizzontale scabro. Si applichi parallelamente al piano una forza F mediante un filo legato alla sua faccia superiore. Mostrare che il cubo scivolerà o si ribalterà a seconda che il coefficiente di attrito statico sia minore o maggiore di 0,5.
- 3)** 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.
- 4)** Il calore latente di fusione di un materiale è λ ($\lambda=6$ kJ/mol) e il suo calore specifico molare c_m , sia nella fase solida che liquida, non è costante ma è una funzione lineare della temperatura: $c_m = c_{m0} + \alpha T$ (dove $c_{m0} = 30,6 \frac{J}{K mol}$ e $\alpha = 0,0103 \frac{J}{K^2 mol}$). Quanto calore è richiesto per aumentare la temperatura di 1 mole di materiale da 20 a 200°C se la fusione avviene a 80°C?
- 5)** Una macchina termica reversibile ha un rendimento di 1/6. Quando la temperatura del dissipatore viene diminuita di 62°C, il rendimento raddoppia. Determinare le temperature della sorgente calda e del dissipatore.



Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

22 gennaio 2024 – Soluzioni dello scritto di Fisica 1

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

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

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) Il bilancio delle forze e dei momenti per la condizione di staticità è:

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{A} = 0$$

da cui

$$P = R$$

$$A = F$$

Lo scorrimento si avrà se

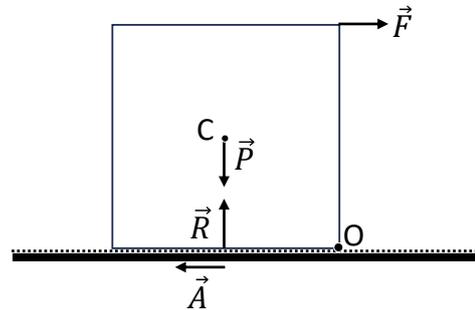
$$F > A_{staticoMAX} = \mu_s P$$

Il ribaltamento (intorno al punto O) si avrà se il momento della forza F supererà il momento raddrizzante del peso:

$$Fl > P \frac{l}{2}$$

Semplificando il lato l si trova:

$$F > P \frac{1}{2}$$



Quindi se $\mu_s > \frac{1}{2}$ si avrà ribaltamento; se $\mu_s < \frac{1}{2}$ non si avrà ribaltamento ma scorrimento.

Si noti che non prendiamo in considerazione il momento della reazione vincolare poiché in caso di ribaltamento il lato di appoggio si solleva, spostando il punto di applicazione dal centro del lato di appoggio al punto O di rotazione e, in questo secondo caso, il momento di R va a zero poiché il braccio risulterà nullo.

3) 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:

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

4) Possiamo dividere il calcolo in 3 fasi: 1) innalzamento da 20 a 80°C del solido, 2) la fusione a 80°C e 3) il successivo riscaldamento del liquido da 80 a 200°C. Poiché l'andamento del calore specifico è uguale sia per la fase solida che liquida, la fase 1 e la fase 3 possono essere accorpate in un'unica fase di riscaldamento da 20 a 200°C. Pertanto si ottiene:

$$Q = \int_{T_{20}}^{T_{80}} nc_m dT' + \lambda n + \int_{T_{80}}^{T_{200}} nc_m dT' = \int_{T_{20}}^{T_{200}} n(c_{m0} + \alpha T') dT' + \lambda n = \left(nc_{m0}T' + \frac{1}{2}n\alpha T'^2 \right)_{T_{20}}^{T_{200}} + \lambda n$$

$$Q = c_{m0}(T_{200} - T_{20}) + \frac{1}{2}\alpha(T_{200}^2 - T_{20}^2) + \lambda = 11710 J$$

avendo posto $n = 1$.

5) 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:

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

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