

Esercizio n. 1

Un recipiente cilindrico chiuso contiene 10 kg di acqua in transizione di fase alle condizioni di pressione di 10bar. Del liquido si conosce lo stato iniziale della trasformazione (corrispondente ad un titolo di 0,2) e lo stato finale (corrispondente ad un titolo di 0,8). Sul recipiente opera un agitatore ad elica che trasferisce al fluido l'intera potenza assorbita pari a 5kW. Sapendo che il recipiente scambia anche calore con un serbatoio avente temperatura di 179,88°C in condizioni ideali (ipotizzando quindi uno scambio termico reversibile), si definisca:

- 1) la potenza termica trasferita sapendo che tra istante iniziale e finale della trasformazione intercorrono 5 minuti di tempo
- 2) l'entropia specifica generata per irreversibilità

P	T	h_s	h_{vs}	u_s	u_{vs}	v_s	v_{vs}
(bar)	(°C)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(kJ/kg)	(m³/kgK)	(m³/kg)
1,0132	100,0	419,1	2676,	419,0	2506,	0,001043	1,6730
5	0		0		5		
10	179,8	762,6	2776,	761,5	2581,	0,001127	0,19430
	8		2		9	4	
55	269,9	1184,	2789,	1177,	2594,	0,001302	0,03562
	4	9	9	7	0	3	4

Esercizio n. 2

Un'automobile di massa m che si muove su una strada orizzontale e rettilinea. Oltre alla spinta F del motore, la cui direzione è quella del moto, sull'automobile agisce una forza resistente R dovuta all'attrito con l'asfalto e alla resistenza dell'aria, la cui direzione è opposta a quella del moto e il cui modulo R dipende dalla velocità istantanea secondo la relazione $R = R_0 + kv^2$.

- a) determinare la potenza sviluppata dal motore nel caso in cui il veicolo si muova di moto uniforme con velocità v_0 .
- b) determinare la velocità finale raggiunta dal veicolo, la distanza percorsa e il valore finale del modulo della spinta del motore nel caso in cui il veicolo, partendo da fermo, si muova di moto

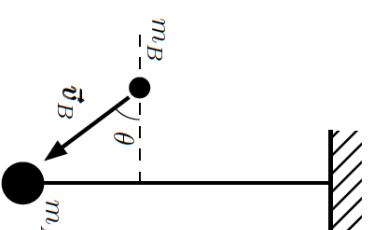
uniformemente accelerato con accelerazione a per un intervallo di tempo t_a ;

c) l'espressione della potenza sviluppata dal motore in funzione del tempo per il caso b);

d) il lavoro compiuto dal motore durante tutta la fase di accelerazione.

[Valori numerici: $m = 500$ kg, $R_0 = 150$ N e $k = 1.50$ Ns²/m², $v_0 = 100$ km/h, $a = 5.00$ m/s², $t_a = 10.0$ s]

Esercizio n. 3



Un corpo di massa m_A appeso al soffitto tramite un filo inestensibile di massa trascurabile e lunghezza l si trova inizialmente in quiete nella configurazione di equilibrio in cui il filo è verticale. Ad un certo istante il corpo è urtato o da un secondo corpo di massa m_B proveniente dall'alto da una direzione che forma un angolo θ con l'orizzontale. L'urto è completamente anelastico. Dopo l'urto i due corpi

rimangono fissati al filo che ruota di un angolo φ rispetto alla verticale, per poi tornare indietro. Calcolare:

- a) l'energia cinetica del sistema subito dopo l'urto;
 - b) il modulo della velocità di B immediatamente prima dell'urto e la percentuale di energia cinetica dissipata durante l'urto;
 - c) l'impulso della reazione vincolare tra il filo e il supporto fisso durante l'urto e il valore medio della tensione del filo durante l'urto, supponendo che esso si sviluppi in un tempo Δt_u ;
 - d) la tensione del filo nell'istante in cui il sistema, durante l'oscillazione conseguente all'urto, ripassa dalla configurazione in cui il filo è verticale.
- [$m_A = 5.00$ kg, $m_B = 3.00$ kg, $\theta = 60^\circ$, $\varphi = 60^\circ$, $l = 60$ cm, $\Delta t_u = 0.05$ s]

SVOLGIMENTO DELLA PROVA SCRITTA DI
FISICA 1 DEL TRIANGOLO * MECCANICA *
ESERCIZIO n° 2



Approssimiamo l'auto come un punto materiale che si muove lungo una direzione x orizzontale. Applichiamo la seconda legge di Newton al veicolo, prendendo i vettori forza e accelerazione in direzione x .

$$ma = F - R \quad (F \text{ forza generata dal motore})$$

(a ha il primo decimale)

a) Nelle prime fasi a velocità variabile
 $a = 0$ (velocità costante $\rightarrow$ accelerazione nulla)
quindi

$F = R \rightarrow F = R_0 + kv$
La potenza erogata dal motore, nella fase a velocità costante, sarà

quindi

$$P = F \Delta v_0 = (R_0 + kv_0) \Delta v_0 \\ \approx R_0 \Delta v_0 + k \Delta v_0^2$$

b) Moto uniformemente accelerato
 $a = 5 \text{ m/s}^2$

$$v = \int_0^t a \, dt = at \quad (\text{ricordiamo che il veicolo parte da fermo in questo caso})$$

$$v(t_0) = at_0 = 50 \text{ m/s}$$

$$x(t) = x(0) + v(0)t + \frac{1}{2}at^2 \\ = \frac{1}{2}at^2$$

$$x(t_0) = \frac{1}{2}at_0^2 = 250 \text{ m}$$

In queste fasi la forza di trazione sviluppata dal motore sarà

$$F = ma + R = ma + R_0 + kv(t)$$

$$F(t) = ma + R_0 + kv(t)$$

Al tempo t_0 risulta quindi

$$F(t_0) = R_0 + ma + k a t_0 = 3400 \text{ N}$$

③ Nel moto uniformemente accelerato nei punti precedenti abbiamo visto che

$$F(t) = R_0 + ma + k a t$$

$$v(t) = at$$

La potenza viene in funzione del tempo secondo la legge seguente

$$\begin{aligned} P(t) &= F(t)v(t) = (R_0 + ma + k a t)at \\ &= (R_0 + ma)at + k a^2 t^2 \end{aligned}$$

④ Il lavoro compiuto dal motore nella fase di accelerazione

Ricordiamo che la potenza è data anche da

$$P = \frac{dW}{dt}$$

nel punto precedente abbiamo calcolato

la potenza, possiamo quindi calcolare il lavoro come

$$\begin{aligned} W(t) &= \int_0^t P(t) dt = \\ &= \int_0^t [(R_0 + ma)at + k a^2 t^2] dt = \\ &= (R_0 + ma) a \frac{t^2}{2} + k \frac{a^2 t^3}{3} \end{aligned}$$

In particolare, al tempo t_a risulta

$$W(t_a) = (R_0 + ma) a \frac{t_a^2}{2} + k \frac{a^2 t_a^3}{3}$$

ESERCIZIO n° 3

① Dopo l'urto, i due corpi vanno insieme uniti tra loro (urto perfettamente anelastico) e collegati al filo inestensibile, che viene fino ad aggiungere un angolo α rispetto alla verticale.

Possiamo studiare il moto del sistema in questi casi come un pendolo semplice di lunghezza l e massa $(m_A + m_B)$.

In particolare, se consideriamo l'energia meccanica nelle configurazioni di massima ampiezza di rotazione del filo e immediatamente dopo l'urto abbiamo

$$\begin{aligned} \rightarrow \text{quando il filo raggiunge il} \\ \text{massimo angolo di rotazione} \\ E_m = E_p + E_k = \quad \text{(quando la rotazione} \\ \text{è massima la velocità è nulla)} \\ = (m_A + m_B) g l (1 - \cos \alpha) \end{aligned}$$

$\rightarrow$ immediatamente dopo l'urto abbiamo invece

$$E_m = E_p + E_k = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_{AB}^2$$

L'energia cinetica del sistema dopo l'urto risulta quindi

$$E_k = \frac{1}{2} (m_A + m_B) v_{AB}^2 = (1) \\ = (m_A + m_B) g l (1 - \cos \alpha)$$

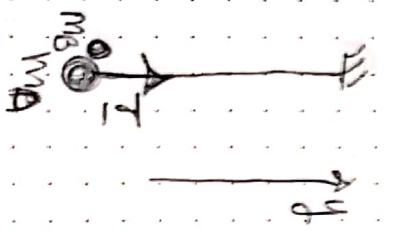
② Analizziamo l'urto

- l'urto è perfettamente anelastico, quindi l'energia cinetica non si conserva

- le masse m_A e m_B sono collegate e un filo che esercita una tensione

I (incognite più il momento), quindi il risultato di moto Totale

? Non si conserva me...



So che nell'istante in cui avviene l'urto il filo è in posizione verticale, quindi $\vec{T}$ sarà diretta come l'asse y (verticale). Quindi l'eventuale variazione dello quantità di moto sarà in direzione y .

$$\Delta \vec{P} \neq 0 \quad \Delta \vec{P} = \vec{T} \cdot \text{impulso delle forze esterne durante l'urto}$$

$$\Delta \vec{P} = \Delta P_x \hat{i} + \Delta P_y \hat{j}$$

$$\rightarrow \Delta P_x = 0$$

$$\Delta P_y = \vec{T} \rightarrow \text{impulso di } \vec{T} \text{ durante l'urto}$$

lungo x la quantità di moto si conserva.

$$\underbrace{m_B v_B \cos \theta}_{P_{ix}} = \underbrace{(m_A + m_B) v_{AB}}_{P_{fx}} \quad (2)$$

Di trovare v_{AB} possiamo calcolarlo grazie alle considerazioni fatte nello svolgimento di questo (1).

In particolare dall'equazione (1) delle pagine precedenti abbiamo

$$\frac{1}{2} (m_A + m_B) v_{AB}^2 = (m_A + m_B) g l (1 - \cos \theta)$$

$$\rightarrow v_{AB} = \sqrt{2 g l (1 - \cos \theta)}$$

Sostituendo nell'equazione (2) possiamo calcolare la velocità v_B (in modulo)

$$m_B v_B \cos \theta = (m_A + m_B) \sqrt{2 g l (1 - \cos \theta)}$$

$$v_B = \frac{(m_A + m_B)}{m_B \cos \theta} \sqrt{2 g l (1 - \cos \theta)}$$

possiamo calcolare quindi la variazione di energia cinetica durante l'atto

- Dopo l'atto

$$E_{\text{kin}} = (m_A + m_B) g \ell (1 - \cos \theta)$$

- Prima dell'atto

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} m_B v_B^2 =$$

$$= \frac{1}{2} m_B (m_A + m_B)^2 \cdot 2 g \ell (1 - \cos \theta)$$

Variazione

$$\Delta E_{\text{kin}} = E_{\text{kin}} - E_{\text{kin}} \cdot 100 =$$

$$= \frac{E_{\text{kin}}}{(m_A + m_B) g \ell (1 - \cos \theta)} - \frac{(m_A + m_B)^2 g \ell (1 - \cos \theta)}{m_B \cos^2 \theta} =$$

③ Nel punto B abbiamo però un'atto

che $\Delta p_y \neq 0$

$$\Delta p_y = 0 - (-m_B v_B \sin \theta)$$

$$\rightarrow \underline{J} = \underline{J}_y \underline{j}$$

$$\text{con } J_y = m_B v_B \sin \theta$$

Se l'atto avviene in un tempo $\Delta t_u = 0.05 \text{ s}$, il valore medio della tensione T durante l'atto vale

$$\overline{T} = \frac{J_y}{\Delta t_u} = \frac{m_B v_B \sin \theta}{\Delta t_u}$$

④ durante il moto oscillatorio, quando le masse ripassano alla configurazione in cui il filo è verticale, abbiamo

$$(m_A + m_B) a = T - (m_A + m_B) g$$

$$\rightarrow T = (m_A + m_B) (a + g) =$$

$$= (m_A + m_B) \left(\frac{v_A^2}{\ell} + g \right)$$