SOLUZIONE A+B con commenti

PUNTI 10 + 10 + 10 = 30/30

Università di Trieste A.A. ~~2019/2020~~ 2020/2021 Lauree Triennali in Ingegneria A

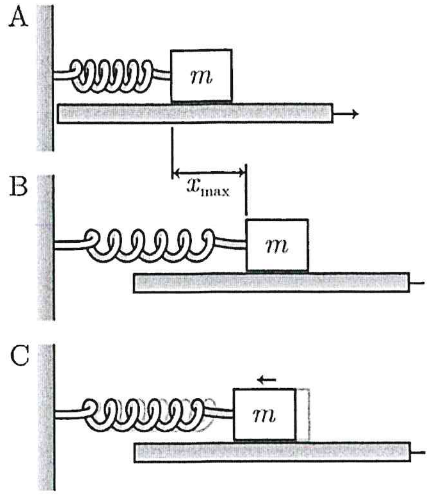
FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 28.06.2021

Cognome ....VITALE.......... **Nome** ....LORENZO........ **CdS:** ....IND-NAV........

Istruzioni:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Fare attenzione ai segni nelle risposte numeriche.

Problema 1. Un blocco di massa m è appoggiato su un piano orizzontale. Il blocco è attaccato a una parete verticale con una molla orizzontale di costante elastica α, come mostrato in figura A coefficienti di attrito statico e cinetico tra il blocco ed il piano sono μ_s e μ_k. Inizialmente blocco, piano e parete sono fermi.
Il piano è spostato molto lentamente in direzione orizzontale, portando inizialmente con sé il blocco. Dopo uno spostamento x_{max}, figura B, il blocco inizia improvvisamente a scivolare sul piano, sotto l'effetto della forza di richiamo della molla, figura C.



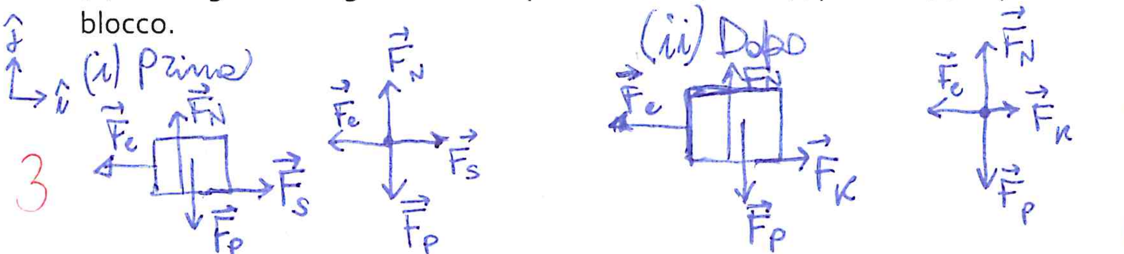
3 (a) Qual è lo spostamento x_{max}?

$\alpha x_{max} = \mu_s N$, $N = mg$

$x_{max} = \mu_s \frac{mg}{\alpha}$ (A) $\mu_s \frac{mg}{\beta}$ (B)

(b) Si disegnino i diagrammi di corpi liberi del sistema (i) prima e (ii) dopo l'inizio dello scivolamento del blocco.

3



$$\begin{cases} \vec{F}_e = -\alpha x \hat{i} \\ \vec{F}_g = -mg\hat{j} \\ \vec{F}_N = -\vec{F}_p = mg\hat{j} \\ \vec{F}_s = -\vec{F}_e \quad F_{s\,max} = \mu_s mg \\ \vec{F}_K = \mu_K mg \hat{i} \end{cases}$$

(c) Dal momento in cui inizia a scivolare il blocco, esso accelera a causa della forza di richiamo. Qual è la distanza d percorsa dal blocco prima di avere di nuovo una velocità nulla (i) nel caso speciale $\mu_k = 0$ e (ii) nel caso generale $\mu_k > 0$. Suggerimento: usare il teorema lavoro-energia cinetica e si trascuri ogni caso il moto del piano.

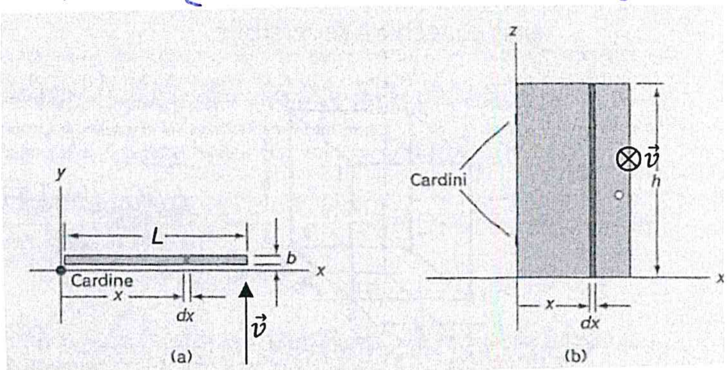
2 (i) $d' = 2x_{max}$

2 (ii) $d'' = x_{max} - x_f = 2x_{max} - 2\mu_K \frac{mg}{\alpha} = 2\frac{mg}{\alpha}(\mu_s - \mu_K)$

$$\underbrace{\frac{1}{2}m(v_f^2 - v_i^2)}_{0} = W_{tot} = \int_{x_{max}}^{x_f} \vec{F}\cdot d\vec{x} = \int_{x_{max}}^{x_F} (-\alpha x + \mu_K mg)\,dx = \ldots$$

vedi prox foglio

Problema 2. Una porta ha densità uniforme ρ, massa M, larghezza L, spessore b e altezza h.
(a) Trovare l'espressione algebrica del momento di inerzia della porta I_0 rispetto all'asse z passante per i cardini assumendo $b \ll L$. Verificare che la porta con M = 27.3 kg e L = 0.95 m, ha I_0= 8.2 kg·m².



4 $I_0 = \int_V \rho x^2 dV = \rho h b \int_0^l x^2 dx = \rho h b \frac{l^3}{3} = \frac{Ml^2}{3}$

$I_0 = \frac{27.3\,kg \cdot (0.95\,m)^2}{3} = 8.21\,kg\,m^2 \approx 8.2\,kg\,m^2$ 2 cifre significative

(b) La porta, inizialmente ferma, può ruotare senza attrito attorno ad un asse verticale passante per i suoi cardini (asse z). Un blocco di plastilina di massa m = 0.50 kg e di dimensioni trascurabili rispetto a L, si muove in orizzontale con velocità $\vec{v}$ = 12 m/s $\hat{\jmath}$. Il blocco colpisce la porta all'estremo opposto ai cardini, rimanendovi attaccato. Calcolare, rispetto all'asse passante per i cardini, il momento di inerzia del sistema porta-blocco conficcato.

3 $I_{sist} = I_0 + m\ell^2 = 8.66 \sim 8.7\ Kg\,m^2$ (A)

$8.89 \sim 8.9\ kg\,m^2$ (B)

(c) Calcolare il vettore velocità angolare con cui il sistema porta-blocco si mette in rotazione dopo l'urto.

Nell'urto si conserva L_z componente z del momento angolare rispetto z

3 $\vec{\omega} = \dfrac{m\ell v}{I_{sist}}\hat{k} = 0{,}66\ s^{-1}\ \hat{k}$ (A)

$0.96\ s^{-1}\ \hat{k}$ (B)

Problema 3. Una macchina termica funziona tra due sorgenti di calore, costituite rispettivamente da una massa m_2 di vapore acqueo a $T_2 = 100\ °C$ e da una massa $m_1 = 1.00\ kg$ di ghiaccio alla temperatura $T_1 = 0.0\ °C$. Il calore latente di fusione dell'acqua è $L_f = 3.35 \cdot 10^5\ Jkg^{-1}$, mentre quello di vaporizzazione è $L_v = 2.26 \cdot 10^6\ Jkg^{-1}$. La macchina preleva calore dalla sorgente calda e viene fatta funzionare finché tutto il ghiaccio si è fuso o il vapore si è liquefatto.

(a) Qual è il rendimento η nel caso si tratti di una macchina reversibile?

3 $\eta = 1 - \dfrac{T_1}{T_2} = 1 - \dfrac{273}{373} = 0.268$ 3 cifre, per T_1 espresso in Kelvin 4 cifre (vedi propagazione incertezze).

(b) Si consideri una macchina irreversibile, con rendimento $\eta^* = 0.200$. Quanto calore deve essere fornito dalla sorgente a temperatura maggiore per sciogliere tutto il ghiaccio? Qual è la massa di vapore minima m_2^{MIN} necessaria per raggiungere questo scopo?

2 $\eta^* = 1 - \dfrac{|Q_F|}{Q_c} \Rightarrow Q_c = \dfrac{|Q_F|}{1-\eta^*} = \dfrac{L_f m_1}{1-\eta^*} = \dfrac{3.35 \cdot 10^5\ J\cancel{kg^{-1}} \cdot 1.00\cancel{kg}}{1 - 0.200} = 4.19 \cdot 10^5\ J$ (A) $7.88 \cdot 10^5\ J$ (B)

2 $Q_c = L_v m_2^{min} \Rightarrow m_2^{min} = \dfrac{Q_c}{L_v} = 0.185\ Kg$ (A)

$0.349\ kg$ (B)

(c) Si dimostri che

- la macchina in grado di fondere tutto il ghiaccio facendo condensare la massa *minima* di vapore ha rendimento nullo;
- la macchina in grado di fondere tutto il ghiaccio facendo condensare la massa *massima* di vapore è una macchina reversibile.

3 MINIMA MASSA DI VAPORE → Q_c viene convertito unicamente in $|Q_F|$ con $W = 0$. È il processo meno efficiente come macchina termica $\eta = \frac{W}{Q_c} = 0$ (ed è il più efficiente per sciogliere unicamente il ghiaccio)

MASSIMA MASSA → Q_c deve essere trasformato quanto più possibile in lavoro, in modo che la differenza fra Q_c e $|Q_F|$ aumenti (e sia necessaria una massa maggiore di vapore per fondere il ghiaccio) $W_{max} \Rightarrow \eta_{max} = \eta_{rev}$

SOLUZIONE LV

ulteriori commenti

Università di Trieste A.A. 2020/2021 Lauree Triennali in Ingegneria **A**

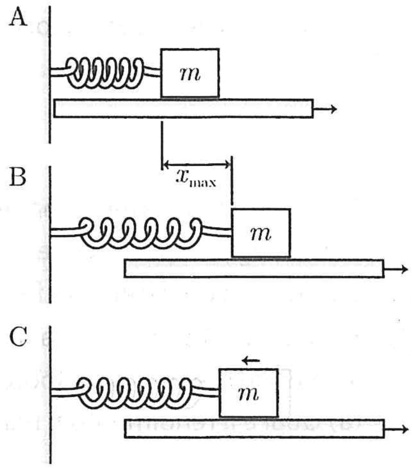
FISICA GENERALE 1, Prova Scritta, 28.06.2021

Cognome ....Nome .... CdS: ....

Istruzioni:

Per ciascuna domanda rispondere fornendo solo il risultato finale: la grandezza incognita espressa simbolicamente in funzione delle grandezze date, e poi il corrispondente risultato numerico, con il corretto numero di cifre significative e con le unità di misura appropriate. Fare attenzione ai segni nelle risposte numeriche.

Problema 1. Un blocco di massa m è appoggiato su un piano orizzontale. Il blocco è attaccato a una parete verticale con una molla orizzontale di costante elastica α, come mostrato in figura A. I coefficienti di attrito statico e cinetico tra il blocco ed il piano sono μ_s e μ_k. Inizialmente blocco, piano e parete sono fermi.
Il piano è spostato molto lentamente in direzione orizzontale, portando inizialmente con sé il blocco. Dopo uno spostamento x_{max}, figura B, il blocco inizia improvvisamente a scivolare sul piano, sotto l'effetto della forza di richiamo della molla, figura C.



(a) Qual è lo spostamento x_{max}?

x_{max} =

(b) Si disegnino i diagrammi di corpi liberi del sistema (i) prima e (ii) dopo l'inizio dello scivolamento del blocco.

Attenzione

(c) Dal momento in cui inizia a scivolare il blocco, esso accelera a causa della forza di richiamo. Qual è la distanza d percorsa dal blocco prima di avere di nuovo una velocità nulla (i) nel caso speciale $\mu_k = 0$ e (ii) nel caso generale $\mu_k > 0$. Suggerimento: usare il teorema lavoro-energia cinetica e si trascuri ogni caso il moto del piano.

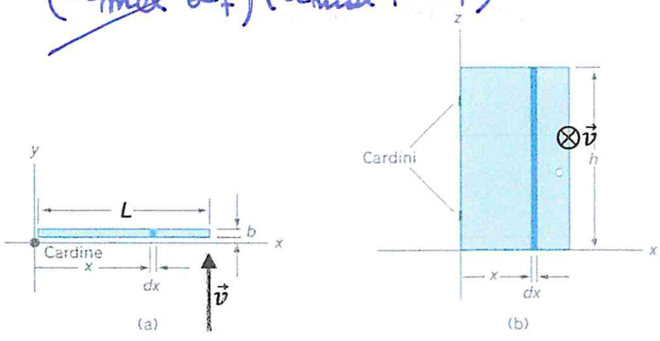
$$0 = \int_{x_{max}}^{x_f} \vec{F}\cdot d\vec{x} = \int (-\alpha x \hat{i} + \mu_k mg\,\hat{i})\cdot(dx\,\hat{i}) = \int(-\alpha x + \mu_k mg)\,dx =$$

(i) d' =

(ii) d'' =

$$= \left[-\frac{\alpha}{2}x^2 + \mu_k mg\right]_{x_{max}}^{x_f} = -\frac{\alpha}{2}\underbrace{(x_{max}^2 - x_f^2)}_{(\cancel{x_{max}-x_f})(x_{max}+x_f)} + \mu_k mg(\cancel{x_{max}-x_f}) = 0 \quad *$$

Problema 2. Una porta ha densità uniforme ρ, massa M, larghezza L, spessore b e altezza h.
(a) Trovare l'espressione algebrica del momento di inerzia della porta I_0 rispetto all'asse z passante per i cardini assumendo $b \ll L$. Verificare che la porta con M = 27.3 kg e L = 0.95 m, ha I_0= 8.2 kg·m^2.



I_0 =

$$* \quad \frac{\alpha}{2}(x_{max} + x_f) = \mu_k mg$$

$$x_f = \frac{2}{\alpha}\mu_k mg - x_{max} \longrightarrow d'' = x_{max} - x_f = \dots$$

(b) La porta, inizialmente ferma, può ruotare senza attrito attorno ad un asse verticale passante per i suoi cardini (asse z). Un blocco di plastilina di massa m = 0.50 kg e di dimensioni trascurabili rispetto a L, si muove in orizzontale con velocità $\vec{v}$ = 12 m/s $\hat{\jmath}$. Il blocco colpisce la porta all'estremo opposto ai cardini, rimanendovi attaccato. Calcolare, rispetto all'asse passante per i cardini, il momento di inerzia del sistema porta-blocco conficcato.

I_{sist} =

(c) Calcolare il vettore velocità angolare con cui il sistema porta-blocco si mette in rotazione dopo l'urto.

Attenzione 1) bisogna indicare modulo, direzione e verso di $\vec{\omega}$
va bene un versore o anche un disegno
2) non si conservano energia e quantità di moto
3) come unità per ω vanno bene sia rad/s sia s^{-1}

$\vec{\omega}$ =

Problema 3. Una macchina termica funziona tra due sorgenti di calore, costituite rispettivamente da una massa m_2 di vapore acqueo a $T_2 = 100\ °C$ e da una massa $m_1 = 1.00\ kg$ di ghiaccio alla temperatura $T_1 = 0.0\ °C$. Il calore latente di fusione dell'acqua è $L_f = 3.35 \cdot 10^5\ Jkg^{-1}$, mentre quello di vaporizzazione è $L_v = 2.26 \cdot 10^6\ Jkg^{-1}$. La macchina preleva calore dalla sorgente calda e viene fatta funzionare finché tutto il ghiaccio si è fuso o il vapore si è liquefatto.

(a) Qual è il rendimento η nel caso si tratti di una macchina reversibile?

$\eta =$

(b) Si consideri una macchina irreversibile, con rendimento $\eta^* = 0.200$. Quanto calore deve essere fornito dalla sorgente a temperatura maggiore per sciogliere tutto il ghiaccio? Qual è la massa di vapore minima m_2^{MIN} necessaria per raggiungere questo scopo?

Dato che è una macchina termica, i calori scambiati devono rispettare la condizione $\eta^* = \frac{W}{Q_C} = 1 - \frac{|Q_F|}{Q_C}$

Molti hanno invece scritto $Q_C = |Q_F|$

(c) Si dimostri che

- la macchina in grado di fondere tutto il ghiaccio facendo condensare la massa <u>minima</u> di vapore ha rendimento nullo;
- la macchina in grado di fondere tutto il ghiaccio facendo condensare la massa <u>massima</u> di vapore è una macchina reversibile.