Risultati esame scritto Fisica 1 - 23/06/2014
orali: 27/06/2014 alle ore 9:30 presso aula N

(gli studenti interessati a visionare lo scritto sono pregati di presentarsi il giorno dell'orale)

Nuovo Ordinamento

		voto	
AIELLO	ANTONELLA	nc	
AIELLO	FEDERICA	14	
AMOROSO	RAFFAELE	10	
BARRESI	ROCCO	15	
CARBONE	PASQUALE CARMINE	nc	
CLEMENTE	FILIPPO	13	
CORTESE	GIULIA	12	
DEVONA	LILIANA	18	ammesso
FELICETTA	GIANLUIGI	nc	
GRILLO	TERESA	11	
GRIMALDI	FRANCESCO	nc	
GUARNIERI	MATTIA	nc	
IERACI	WALTER	10	
LIUZZI	SALVATORE	18	ammesso
LOMBARDO	STEFANO	10	
MAMO	LUIGI ANTONIO	nc	
MARINO	FRANCESCA	nc	
MARTINIS	MARIA CHIARA	14	
MASCIARI	MATTEO	17	ammesso
MERCURIO	ILARIA	nc	
MORELLO	MARIA CATERINA	15	
PAONESSA	MARTINA	nc	
PELLEGRINO	ALESSANDRO	nc	
PENNINI	SIMONE	13	
PUPA	PIERPAOLO	nc	
RIZZICA	MAILA	nc	
RUBINO	VINCENZO	nc	
SCUMACI	FRANCESCO	nc	
SERGI	CARLA	nc	
SOLLAZZO	AMALIA	nc	
SPAGNOLO	EMANUELE	14	
TASSONE	ANTONIO	nc	
TAVERNITI	GIULIA	nc	

nc=non classificato

Esame di Fisica 1

Corso Interateneo di Ing. Informatica e Biomedica ï 23/06/2014

Problema 1

Un ballerino su ghiaccio sta roteando su se' stesso tenendo le braccia aperte; il suo momento di inerzia vale I_i=24.0kg·m^2 e possiede velocità angolare costante pari a ω_i=7.0rad/s. Ad un certo punto stringe le braccia al corpo ed il suo momento di inerzia diventa I_f=0.75·I_i. Trascurando qualsiasi forma di attrito, si calcoli la velocità angolare finale, ω_f, posseduta dal ballerino e il lavoro speso dal ballerino per stringere le braccia.

Problema 2

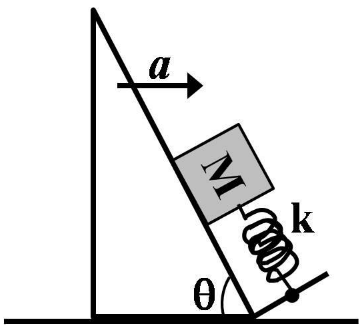
Sia dato un piano inclinato poggiato su un piano orizzontale e che forma un angolo θ=60° col piano orizzontale (vedi figura). All'estremità in basso del piano inclinato è posizionata un'asta a cui è legata una molla di massa trascurabile, costante elastica k=500N/m e lunghezza a riposo l=0.5m. All'altra estremità della molla è legata un corpo di massa M=10.0kg.

1) Determinare la distanza x_0, misurata parallelamente al piano inclinato a partire dall'estremità in basso, a cui si trova il corpo di massa M in condizioni di equilibrio

2) Partendo dalla situazione di equilibrio determinata al punto 1), il piano inclinato viene messo in movimento con accelerazione di modulo a costante, diretta verso destra e parallelamente al piano orizzontale. Trascurando qualsiasi forma di attrito si determini l'accelerazione a del piano inclinato e la nuova posizione di equilibrio, x_1, della massa M lungo il piano inclinato, sapendo che la reazione vincolare del piano inclinato ha modulo N=120.0N

[suggerimento: il vettore forza apparente nel sistema di riferimento solidale col piano inclinato è $\mathbf{F_{app}}$=-M·$\boldsymbol{a}$, dove $\boldsymbol{a}$ è il vettore accelerazione]

3) Passando da x_0 a x_1 la massa M non si ferma in quest'ultima posizione di equilibrio, bensì oscilla intorno ad essa; determinare la velocità massima che possiede M nel sistema di riferimento solidale col piano inclinato.



Problema 3

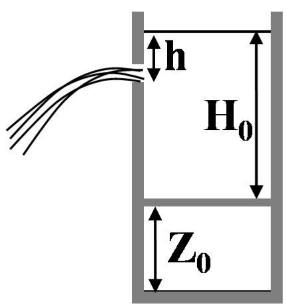
Si consideri un serbatoio cilindrico avente sezione S=2.0m^2 e disposto verticalmente. Il serbatorio è diviso in due parti da un pistone di massa trascurabile e sezione S, che può scorrere senza attrito lungo il serbatoio; la parte superiore è aperta verso l'esterno. La parte inferiore del serbatoio è occupato da un gas ideale monoatomico, mentre la parte superiore contiene acqua (densità dell'acqua ρ=10^{3}kg/m^3) la cui profondità è pari a H_0=2.0m (vedi figura); inizialmente il pistone si trova in equilibrio ad una quota Z_0=0.75m dal fondo del serbatoio. Nella parte superiore del serbatoio, ad una profondità pari ad h rispetto alla superficie dell'acqua, si trova un rubinetto di sezione s=0.02m^2 (quindi s<<S) inizialmente chiuso.

Ad un certo istante il rubinetto viene aperto e l'acqua inizia a fuoriuscire dal serbatoio superiore. Come conseguenza il gas si espande e muove verso l'alto il pistone, ma si espande in modo tale da mantenere costantemente pari a h il dislivello fra la superficie superiore dell'acqua e il rubinetto, e in modo tale che la pressione del gas eguagli sempre la pressione del liquido superiore. Quando il pistone raggiunge la quota del rubinetto, questo risulta tappato e tutto il processo si arresta. Trascurando la pressione esterna al serbatoio, si determini:

1) per quale valore di h la temperatura iniziale del gas, T_0, è uguale a quella finale, T_f

2) se l'espansione del gas è isoterma, nella condizione determinata al punto 1)

3) il calore totale ΔQ fornito al gas nella trasformazione, nella condizione determinata al punto 1)



Soluzione problema 1

Poiché il momento delle forze esterne è pari a zero, si ha la conservazione del momento della quantità di moto, *L*. Imponendo l'uguaglianza del momento della quantità di moto iniziale e finale si ottiene che:

$$I_i \omega_i = L = I_f \omega_f$$

$$\omega_f = \frac{I_i}{I_f}\omega_i = \frac{\omega_i}{0.75} = 9.3\text{rad/s}$$

Il lavoro speso dal ballerino per stringere le braccia è pari alla variazione di energia cinetica rotazionale:

$$K_i^{rot} = \frac{1}{2} I_i \omega_i^2$$

$$K_f^{rot} = \frac{1}{2} I_f \omega_f^2 = \frac{1}{2}(0.75 I_i)\left(\frac{\omega_i}{0.75}\right)^2$$

$$K_f^{rot} = \frac{1}{2}\frac{I_i}{0.75}\omega_i^2$$

$$\Delta W = \Delta K = K_f^{rot} - K_i^{rot} = \left(\frac{1}{0.75} - 1\right)\frac{1}{2} I_i \omega_i^2$$

$$\Delta W = \frac{1}{6} I_i \omega_i^2 = 196\text{J}$$

Soluzione problema 2

Punto 1): Scegliamo un sistema di riferimento che abbia asse *x* parallelo al piano inclinato e diretto verso il basso, e asse *y* perpendicolare al piano inclinato e diretto verso l'alto. Sulla massa *M* agiscono la forza peso **P**, la forza elastica della molla $\mathbf{F_k}$, e la reazione vincolare **N**. Sotto l'azione della forza peso la molla risulta compressa. Scomponendo le forze lungo gli assi appena scelti e considerando le componenti lungo l'asse *x*, si ottiene:

$$M\frac{d^2x}{dt^2} = Mg\sin(\theta) - k(l - x)$$

Imponendo la condizione di equilibrio, ovvero $d^2x/dt^2=0$, si ottiene la posizione x_0:

$$Mg\sin(\theta) - k(l - x_0) = 0$$

$$x_0 = l - \frac{Mg\sin(\theta)}{k} = 0.33\text{m}$$

Punto 2): Nel momento in cui il piano inclinato si muove con accelerazione costante *a* verso destra, nel sistema di riferimento solidale col piano inclinato bisogna introdurre la forza apparente $\mathbf{F_{app}}=-M\cdot\mathbf{a}$. Quindi sulla massa *M* agiscono la forza peso **P**, la forza elastica della molla $\mathbf{F_k}$, la reazione vincolare **N**, e la forza apparente $\mathbf{F_{app}}$.

Scomponendo le forze lungo gli assi cartesiani scelti precedentemente e imponendo le condizioni di equilibrio ($d^2x/dt^2=0$ e $d^2y/dt^2=0$) si ottiene che:

$$\begin{cases} Mg\sin(\theta) - k(l - x_1) - Ma\cos(\theta) = 0 \\ N - Mg\cos(\theta) - Ma\sin(\theta) = 0 \end{cases}$$

Essendo nota la reazione vincolare N=120N, dall'ultima equazione è possibile determinare l'accelerazione *a* del piano inclinato:

$$Ma\sin(\theta) = N - Mg\cos(\theta)$$

$$a = \frac{N}{M\sin(\theta)} - g\frac{\cos(\theta)}{\sin(\theta)} = 8.2\mathrm{m/s^2}$$

Nota l'accelerazione del piano inclinato si può calcolare la nuova posizione di equilibrio x_1 dalla prima equazione:

$$k(l - x_1) = Mg\sin(\theta) - Ma\cos(\theta)$$

$$x_1 = l + \frac{M}{k}\left[a\cos(\theta) - g\sin(\theta)\right] = 0.41\mathrm{m}$$

Punto 3): Nel sistema di riferimento solidale col piano inclinato la massa M oscilla intorno alla posizione x_1 partendo dalla precedente posizione di equilibrio, x_0. L'ampiezza di oscillazione è data allora da x_1-x_0. Quando la massa M è nella posizione x_0 possiede tutta energia potenziale elastica, mentre quando è in posizione x_1 tale energia potenziale è stata convertita in energia cinetica e la velocità è massima (nel sistema di riferimento solidale col piano inclinato):

$$\frac{1}{2}k(x_1 - x_0)^2 = \frac{1}{2}Mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{k}{M}}(x_1 - x_0) = 0.57\mathrm{m/s}$$

Soluzione problema 3

Punto 1): Dato che il pistone è inizialmente in equilibrio, la pressione idrostatica dell'acqua nella parte superiore del serbatoio deve essere uguale alla pressione iniziale del gas, p_0, nella parte inferiore del serbatoio:

$$p_0 = \rho g H_0$$

Dato che inizialmente il volume del gas è pari a $V_0 = S \cdot Z_0$, possiamo scrivere come segue l'equazione di stato dei gas perfetti:

$$p_0 V_0 = nRT_0$$

$$\rho g S H_0 Z_0 = nRT_0$$

dove n è il numero di moli del gas e T_0 la sua temperatura iniziale. Durante tutto il moto del pistone si ha che la pressione idrostatica superiore eguaglia la pressione del gas; quindi alla fine si avrà che:

$$p_f = \rho g h$$

$$V_f = S(Z_0 + H_0 - h)$$

Scirvendo l'equazione di stato del gas per la situazione finale si ottiene che:

$$p_f V_f = nRT_f$$

$$\rho g S h(Z_0 + H_0 - h) = nRT_f$$

Imponendo che $nRT_0 = nRT_f$ si ottiene la seguente equazione con incognita h:

$$h(Z_0 + H_0 - h) = H_0 Z_0$$

le cui soluzioni sono $h=H_0$ e $h=Z_0$; la prima non ha per noi significato fisico (rappresenta il rubinetto già inizialmente alla quota del pistone e quindi non si avrebbe alcun movimento), mentre la seconda è la soluzione cercata: $\boldsymbol{h=Z_0=0.75\mathrm{m}}$.

Punto 2): Per verificare che la trasformazione sia isoterma bisogna avere non solo che $T_0=T_f$, ma che durante tutta la trasformazione la temperatura sia costante. Siccome il pistone durante la trasforazione si muove verso l'alto, indichiamo con z lo spazio percorso a partire da Z_0. Allora istante per istante si hanno le seguenti espressioni per pressione e volume del gas:

$$p = \rho g\left(H_0 - z\right)$$

$$V = S\left(Z_0 + z\right)$$

Scriviamo l'equazione di stato dei gas perfetti istante per istante:

$$nRT = pV = \rho g\left(H_0 - z\right)\cdot S\left(Z_0 + z\right)$$

$$nRT = \rho g S\left(H_0 Z_0 + H_0 z - Z_0 z - z^2\right)$$

$$nRT = \rho g S H_0 Z_0 + \rho g S\left(H_0 z - Z_0 z - z^2\right)$$

$$nRT = nRT_0 + \rho g S z\left(H_0 - Z_0 - z\right)$$

Affinché la temperatura sia costante lungo tutta la trasformazione, bisogna avere che T=T_0 per ogni valore di 0 Òz Òh. Ma come si vede dall'ultima espressione scritta, affinché questo sia vero è necessario che:

$$z\left(H_0 - Z_0 - z\right) \equiv 0$$

per ogni valore di z, che NON è vero. Quindi la trasformazione NON è isoterma.

Punto 3): Per determinare il calore ΔQ scambiato con l'esterno durante la trasformazione, applichiamo il I principio della termodinamica fra lo stato iniziale e finale:

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$$

dove ΔU e ΔW sono rispettivamente la variazione di energia interna e il lavoro fatto dal gas. Poiché temperatura iniziale e finale sono uguali nelle condizioni del punto 1), $T_0 = T_f$, ne segue che ΔU=0. Rimane allora da calcolare il lavoro fatto dal gas: ΔW=pdV.
Per pressione p e volume V abbiamo le espressioni determinate in precedenza al variare di z:

$$p = \rho g\left(H_0 - z\right)$$

$$V = S\left(Z_0 + z\right) \rightarrow dV = Sdz$$

Per il lavoro totale ΔW svolto durante la trasformazione si ha allora che:

$$\Delta W = \int p dV = \int_0^{H_0 - h} \rho g S\left(H_0 - z\right)dz$$

dove gli estremi di integrazione rappresentano i valori iniziali e finali di z (si ricordi che z è lo spazio percorso dal pistone a partire da Z_0). Svolgendo i calcoli si ottiene che:

$$\Delta W = \rho g S\left[H_0 z\Big|_0^{H_0 - h} - \frac{z^2}{2}\Big|_0^{H_0 - h} \right]$$

$$\Delta W = \rho g S\left[H_0\left(H_0 - h\right) - \frac{\left(H_0 - h\right)^2}{2} \right]$$

$$\Delta W = \frac{\rho g S}{2}\left(H_0^2 - h^2\right)$$

Sostituendo il valore di h trovato al punto 1), h=Z_0, si ottiene che:

$$\Delta W = \frac{\rho g S}{2}\left(H_0^2 - Z_0^2\right)$$

$$\Delta Q = \Delta W = \frac{\rho g S}{2}\left(H_0^2 - Z_0^2\right) = 33.7\text{kJ}$$