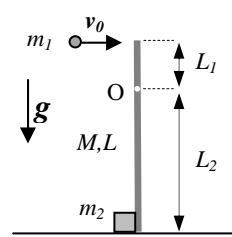


Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 - 7/4/2009

Nome e cognome: ..... Matricola: .....

Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Un'asta sottile omogenea, di lunghezza  $L=20$  cm e massa  $M=0.90$  kg, è imperniata nel punto O che dista  $L_1=L/4$  da un suo estremo in modo da poter ruotare con attrito trascurabile su un piano verticale. Inizialmente l'asta si trova in equilibrio in direzione verticale e, come rappresentato in figura, il suo estremo "inferiore", che si trova a distanza  $L_2=3L/4$  dal perno, è a contatto con un oggetto puntiforme di massa  $m_2=0.10$  kg. Ad un certo istante, un proiettile puntiforme di massa  $m_1=90$  g incide sull'estremo "superiore" dell'asta con velocità di direzione orizzontale e modulo  $v_0=1.0 \times 10^2$  m/s, rimanendovi conficcato. In seguito all'urto con il proiettile, l'asta comincia a ruotare e l'oggetto  $m_2$ , spinto dall'estremo dell'asta, prende a muoversi con attrito trascurabile lungo la direzione orizzontale. [Suggerimento: tenete conto che, subito dopo l'urto, l'oggetto  $m_2$  inizia a muoversi con la stessa velocità tangenziale dell'estremo "inferiore" dell'asta, essendo a contatto con questa; per il calcolo, può farvi comodo ricordare il "teorema degli assi paralleli", che recita:  $I=I_{CM}+md^2$ , dove  $I_{CM}$  è il momento di inerzia rispetto al CM,  $m$  è la massa del corpo rigido e  $d$  la distanza tra l'asse considerato ed il CM (gli assi devono essere paralleli)]

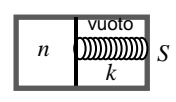


- a) Discutete in modo chiaro, in brutta, quali grandezze del sistema si conservano nel processo di urto tra: quantità di moto, energia cinetica, momento angolare; spiegate bene il perché!  
 Discussione e spiegazione: .....
- b) Quanto vale il modulo della velocità  $v_2$  con cui l'oggetto di massa  $m_2$  comincia a muoversi subito dopo l'urto fra proiettile e asta?  
 $v_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots$  m/s

2. Una quantità  $n = 0.200$  moli di gas perfetto monoatomico compie un ciclo costituito dalla sequenza delle seguenti trasformazioni che si possono considerare reversibili: espansione adiabatica  $A \rightarrow B$ , isocora  $B \rightarrow C$ , compressione adiabatica  $C \rightarrow D$ , isocora  $D \rightarrow A$ . Si sa che  $P_A=2P_D$  e  $P_B=2P_C$ . [Usate il valore  $R = 8.31$  J/(K mole) per la costante dei gas perfetti; disegnatene per benino, in brutta, il ciclo descritto sul piano  $VP$ , stando attenti a considerare i rapporti tra le pressioni dati nel testo]

- a) Quanto valgono le variazioni di entropia  $\Delta S_{BC}$  e  $\Delta S_{DA}$ ? [Può farvi comodo sapere che  $\ln(2) \sim 0.693$ ]  
 $\Delta S_{BC} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$  J/K  
 $\Delta S_{DA} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots$  J/K
- b) Sapendo anche che  $V_B=4V_A$ , quanto vale l'efficienza  $\eta$  del ciclo?  
 $\eta = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$

3. Una quantità  $n = 500$  moli di gas perfetto monoatomico è contenuta in un recipiente separato in due camere da un setto a tenuta, scorrevole senza attrito (in una camera si trova il gas, nell'altra è fatto il vuoto pneumatico). Il setto, che ha massa trascurabile, è collegato tramite una molla di massa trascurabile e costante elastica  $k = 2.00 \times 10^5$  N/m ad una parete (rigida e indeformabile) del recipiente, come rappresentato schematicamente in figura. Inizialmente il gas si trova a temperatura  $T_0 = 350$  K e la molla è compressa per un tratto  $\Delta_0 = 50.0$  cm (la condizione è di equilibrio). [Usate il valore  $R = 8.31$  J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]



- a) Sapendo che l'area della sezione del contenitore è  $S = 100$  cm<sup>2</sup>, quanto vale la pressione iniziale  $P_0$  del gas?  
 $P_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots$  Pa
- b) Supponete ora che il recipiente, che ha pareti permeabili al calore, venga tuffato in una tinozza contenente una massa  $M=5.00$  kg di acqua alla temperatura  $T_{A0}=300$  K [considerate per l'acqua un calore specifico costante  $c_A=4.18 \times 10^3$  J/(kg K)]. Sapendo che la tinozza è chiusa da un involucro di materiale isolante termico, supponendo trascurabile la capacità termica del contenitore del gas e dei suoi componenti (gas escluso!) e osservando che, al termine del processo di termalizzazione, cioè ad equilibrio termico raggiunto, la molla viene ad assumere la compressione  $\Delta = 40.0$  cm (cioè essa si è espansa e il gas si è compresso), quanto vale la temperatura finale di equilibrio  $T$  del sistema? [Trascurate ogni scambio di calore eccetto quello che avviene tra gas e acqua]  
 $T = \dots\dots\dots = \dots\dots$  K

4. Un tubo orizzontale con sezione di area  $S = 5.0$  cm<sup>2</sup> è interessato da un flusso stazionario ed omogeneo di acqua (da considerare come un fluido ideale non viscoso). Questo tubo viene usato per riempire un secchio di volume  $V = 20$  litri.

- a) Sapendo che per riempire il secchio occorre un tempo  $\Delta t = 10$  s, quanto vale la velocità  $v$  dell'acqua nel tubo? [Nella zona di tubo considerata non si trovano ovviamente né pozzi né sorgenti]  
 $v = \dots\dots\dots = \dots\dots$  m/s

Nota: acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
 Pisa, 7/4/2009

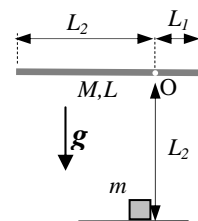
Firma:

## Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 - 7/4/2009

Nome e cognome: ..... Matricola: .....

Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Un'asta **sottile** omogenea, di lunghezza  $L=98$  cm e massa  $M=0.27$  kg, è impernata nel punto O che dista  $L_1=L/4$  da un estremo in modo da poter ruotare **con attrito trascurabile** su un piano verticale. Inizialmente l'asta è mantenuta in direzione orizzontale, come rappresentato in figura, da una forza esterna, che ad un dato istante viene improvvisamente rimossa: l'asta comincia allora a ruotare in verso antiorario (rispetto alla figura) partendo da ferma. Quando si trova in direzione verticale, essa **urta** in modo **completamente elastico** un oggetto puntiforme di massa  $m=70$  g, che si trovava inizialmente fermo a distanza  $L_2$  "sotto" il punto O; tale oggetto è libero di scivolare senza attrito lungo la direzione orizzontale. [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità; per il calcolo, può farvi comodo ricordare il "teorema degli assi paralleli", che recita:  $I=I_{CM}+md^2$ , dove  $I_{CM}$  è il momento di inerzia rispetto al CM,  $m$  è la massa del corpo rigido e  $d$  la distanza tra l'asse considerato ed il CM (gli assi devono essere paralleli)]



- a) Quanto vale la velocità angolare  $\omega_0$  che l'asta possiede quando si trova in direzione verticale, cioè **subito prima** dell'urto con l'oggetto puntiforme? [Ricordate che la rotazione dell'asta avviene con attrito trascurabile!]

$$\omega_0 = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ rad/s}$$

- b) Quanto vale la velocità angolare  $\omega$  dell'asta **subito dopo** l'urto con l'oggetto puntiforme? [Suggerimento: considerate attentamente tutte le conservazioni di grandezze rilevanti. **Nota bene:** la soluzione numerica completa può rivelarsi difficoltosa: se non ci riuscite, lasciate chiaramente indicate le equazioni che vanno risolte usando le espressioni letterali dei dati noti del problema, senza ostinarsi nella soluzione!]

$$\omega = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ rad/s}$$

2. Una quantità  $n = 0.200$  moli di gas perfetto monoatomico compie un ciclo costituito dalla sequenza delle seguenti trasformazioni che si possono considerare **reversibili**: espansione adiabatica  $A \rightarrow B$ , compressione isobara  $B \rightarrow C$ , compressione adiabatica  $C \rightarrow D$ , espansione isobara  $D \rightarrow A$ . Si sa che  $V_A=2V_D$  e  $V_B=2V_C$ . [Usate il valore  $R = 8.31$  J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

- a) Quanto valgono le variazioni di entropia  $\Delta S_{BC}$  e  $\Delta S_{DA}$ ? [Può farvi comodo sapere che  $\ln(2) \sim 0.693$ ; disegnate per benino, in brutta, il ciclo descritto sul piano  $VP$ ]

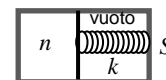
$$\Delta S_{BC} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ J/K}$$

$$\Delta S_{DA} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ J/K}$$

- b) Sapendo anche che  $V_B=4V_A$ , quanto vale l'efficienza  $\eta$  del ciclo?

$$\eta = \dots\dots\dots = \dots\dots$$

3. Una quantità  $n = 500$  moli di gas perfetto monoatomico è contenuta in un recipiente separato in due camere da un setto a tenuta, scorrevole senza attrito (in una camera si trova il gas, nell'altra è fatto il vuoto pneumatico). Il setto, che ha **massa trascurabile**, è collegato tramite una molla di massa trascurabile e costante elastica  $k = 2.00 \times 10^6$  N/m ad una parete (rigida e indeformabile) del recipiente, come rappresentato schematicamente in figura. Inizialmente il gas si trova a temperatura  $T_0 = 313$  K e la molla è compressa per un tratto  $\Delta_0 = 50.0$  cm (la condizione è di **equilibrio**). [Usate il valore  $R = 8.31$  J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]



- a) Sapendo che l'area della sezione del contenitore è  $S = 0.100$  m<sup>2</sup>, quanto vale la pressione iniziale  $P_0$  del gas?

$$P_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ Pa}$$

- b) Supponete ora che il recipiente, che ha pareti permeabili al calore, venga messo in una tinozza contenente un'enorme quantità di ghiaccio fondente, cioè una miscela di ghiaccio ed acqua che si trovano alla temperatura di fusione del ghiaccio ( $0^\circ\text{C}$ ), il cui calore latente di fusione vale  $\lambda_F = 3.33 \times 10^5$  J/kg. Sapendo che la tinozza è chiusa da un involucro di materiale **isolante termico**, supponendo trascurabile la capacità termica del contenitore del gas e dei suoi componenti (gas escluso!) e osservando che, al termine del processo di termalizzazione, cioè ad equilibrio termico raggiunto, la molla viene ad assumere la compressione  $\Delta = 40.0$  cm (cioè essa si è espansa e il gas si è compresso rispetto alla situazione iniziale), quanto vale la massa di ghiaccio  $\Delta m$  che si è sciolta? [Trascurate ogni scambio di calore eccetto quello che avviene tra gas e acqua e supponete che  $\Delta m$  sia molto minore della massa iniziale del ghiaccio presente nella tinozza]

$$\Delta m = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ kg}$$

4. Un tubo orizzontale con sezione circolare di area  $S = 5.0$  cm<sup>2</sup> è interessato da un flusso stazionario ed omogeneo di acqua che si muove alla velocità  $v = 2.0$  m/s. [Considerate l'acqua come un fluido ideale **non viscoso**; nella zona di tubo considerata non si trovano né pozzi né sorgenti]

- a) Quanto vale il flusso del vettore velocità del fluido  $\Phi_S(\mathbf{v})$  calcolato su una superficie  $S'$  di forma circolare, area  $S' = 50$  cm<sup>2</sup>, posta in direzione ortogonale all'asse del tubo e concentrica con questo?

$$\Phi_S(\mathbf{v}) = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ m}^3/\text{s}$$

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).

Pisa, 7/4/2009

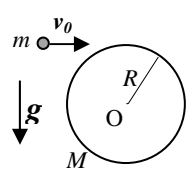
Firma:

Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 - 7/4/2009

Nome e cognome: ..... Matricola: .....

Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione

1. Un cilindro omogeneo di massa M = 1.0 kg e raggio R = 10 cm è imperniato sul suo asse (punto O) in modo da poter ruotare con attrito trascurabile su un piano verticale. Inizialmente il cilindro è fermo; ad un dato istante un piccolo oggetto di massa m = M/20 = 50 g incide sulla superficie laterale del cilindro avendo una velocità diretta orizzontalmente di modulo v\_0 = 10 m/s. La figura rappresenta una schematizzazione del problema prima dell'impatto tra oggetto e cilindro: si noti che la traiettoria dell'oggetto è tangente alla superficie laterale, in modo che l'oggetto "sfiora" il cilindro. La superficie laterale del cilindro è scabra (presenta un certo attrito): in seguito all'impatto con l'oggetto, si osserva che il cilindro si mette in rotazione con velocità angolare ω e che l'oggetto prosegue il suo movimento con una velocità che, subito dopo l'impatto, è sempre orizzontale ed ha modulo v' = v\_0/4.



a) Quanto vale, in modulo, la velocità angolare ω del cilindro subito dopo l'impatto? [Fate attenzione a considerare quali grandezze si conservano nel processo, tenendo anche conto della domanda successiva; spiegate bene, in brutta, le motivazioni che sono dietro alla vostra soluzione]

ω = ..... = ..... rad/s

b) L'impatto, che sicuramente non può essere considerato alla stregua di un urto anelastico, può essere considerato completamente elastico? Date una risposta convincente, calcolando il valore della differenza di energia cinetica ΔE\_K.

Carattere puramente elastico (scrivete sì o no): .....  
ΔE\_K = ..... ~ ..... J

2. Una quantità n = 0.200 moli di gas perfetto monoatomico compie un ciclo costituito dalla sequenza delle seguenti trasformazioni che si possono considerare reversibili: espansione adiabatica A→B, isocora B→C, compressione adiabatica C→D, espansione isobara D→A. Si sa che V\_A=2V\_D e P\_B=2P\_C. [Usate il valore R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti; disegnatte per benino, in brutta, il ciclo descritto sul piano VP, considerando il rapporto tra le pressioni dell'isocora dato nel testo]

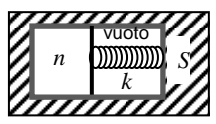
a) Quanto valgono le variazioni di entropia ΔS\_BC e ΔS\_DA? [Può farvi comodo sapere che ln(2)~0.693]

ΔS\_BC = ..... ~ ..... J/K  
ΔS\_DA = ..... ~ ..... J/K

b) Sapendo anche che V\_B=4V\_A, quanto vale l'efficienza η del ciclo?

η = ..... = .....

3. Una quantità n = 50.0 moli di gas monoatomico che può essere considerato perfetto, è contenuta in un recipiente separato in due camere da un setto a tenuta, scorrevole senza attrito (in una camera si trova il gas, nell'altra è fatto il vuoto pneumatico). Il setto, che ha massa trascurabile, è collegato tramite una molla di massa trascurabile e costante elastica k = 2.00x10^5 N/m ad una parete (rigida e indeformabile) del contenitore, come rappresentato schematicamente in figura. Il contenitore ha pareti fatte di isolante termico; la capacità termica sua e di quanto vi è contenuto, gas a parte, può essere considerata trascurabile. Inizialmente il gas si trova alla temperatura T\_0 = 300 K; in queste condizioni la molla è compressa per un tratto Δ\_0 = 40.0 cm (la condizione è di equilibrio). [Usate il valore R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]



a) Sapendo che l'area della sezione (interna) del contenitore è S = 10 cm^2, quanto vale la pressione iniziale P\_0 del gas?

P\_0 = ..... = ..... Pa

b) Ad un dato istante, per una qualche ragione, il gas esplose e al suo interno si libera improvvisamente una certa quantità q = 2.00x10^4 J di energia. In seguito all'esplosione, dopo aver aspettato il raggiungimento di una nuova condizione di equilibrio, si osserva che il setto si è spostato in modo che la molla sia compressa per un tratto Δ = 50 cm (la molla si è compressa ed il gas si è espanso). Quanto vale la nuova temperatura di equilibrio T del gas? [Tenete conto che l'energia liberata dall'esplosione viene assorbita dal gas sotto forma di calore]

T = ..... = ..... K

4. Un tubo orizzontale con sezione di area S = 5.0 cm^2 è interessato da un flusso stazionario ed omogeneo di acqua che si muove alla velocità v = 2.0 m/s. [Considerate l'acqua come un fluido ideale non viscoso; nella zona di tubo considerata non si trovano né pozzi né sorgenti]

a) Quanto vale il flusso del vettore velocità del fluido Φ\_S(v) calcolato su una superficie S' che taglia per intero il tubo come una fetta di salame (inclinata di θ = π/4 rispetto all'orizzontale)? [Spiegate bene, in brutta, la soluzione]

Φ\_S(v) = ..... = ..... m^3/s

Nota: acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
Pisa, 7/4/2009

Firma: