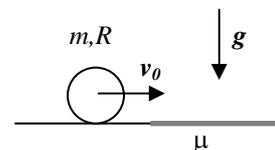


# Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 - 20/4/2010

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 pieno e omogeneo di massa  $m = 3.0$  kg e raggio  $R = 20$  cm si trova su un piano orizzontale; una parte del piano è lucidata a specchio e presenta attrito trascurabile, l'altra parte presenta invece attrito sia dinamico che statico, con coefficienti  $\mu_S = \mu_D = \mu = 0.50$ . A un dato istante il cilindro, che inizialmente si muoveva di pura **traslazione** (senza ruotare) con velocità di modulo  $v_0 = 3.0$  m/s trovandosi nella parte senza attrito, incontra la parte con attrito: si osserva che il cilindro si mette in rotazione e che, passato un certo intervallo di tempo, esso comincia a muoversi di **rotolamento puro** (senza strisciamento).



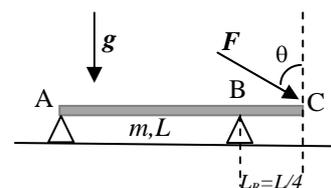
- a) Quanto vale la velocità angolare  $\omega'$  che il cilindro possiede nell'istante in cui inizia il moto di rotolamento puro?

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

- b) Quanto vale il lavoro  $L_A$  fatto dalla forza di attrito?

$$L_A = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ J}$$

2. Una sottile trave **omogenea** di massa  $m = 3.0$  kg e lunghezza  $L = 2.0$  m si trova in equilibrio in direzione orizzontale essendo sostenuta da due appoggi **puntiformi** A e B; come rappresentato in figura, l'appoggio A corrisponde a un estremo della trave, mentre l'appoggio B si trova a distanza  $L_B = L/4$  dall'altro estremo della trave. [Usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità]



- a) Quanto valgono, in **modulo**, le forze  $F_A$  e  $F_B$  che gli appoggi esercitano sulla trave?

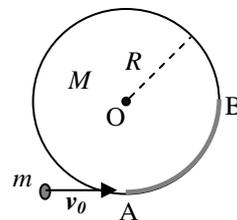
$$F_A = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N}$$

$$F_B = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N}$$

- b) Ad un certo istante sull'estremo C della trave (vedi figura) viene applicata una forza esterna di modulo  $F = 80$  N orientata come in figura (l'angolo indicato, misurato rispetto alla verticale, vale  $\theta = \pi/3$ ). Quanto vale, in modulo, l'accelerazione angolare  $\alpha$  con cui la trave **inizia** a ruotare sull'appoggio B? [Ricordate che  $\cos(\pi/3) = 1/2$  e  $\sin(\pi/3) = \sqrt{3}/2$ , con  $\sqrt{3} \sim 1.7$ ; può anche esservi utile il cosiddetto teorema degli assi paralleli, che recita  $I = I_{CM} + md^2$ , con  $d$  distanza fra gli assi paralleli e  $I_{CM}$  momento di inerzia per una rotazione attorno a un asse passante per il centro di massa]

$$\alpha = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ rad/s}^2$$

3. Una piattaforma ruotante è costituita da un disco omogeneo di massa  $M = 3.0$  kg e raggio  $R = 50$  cm disposto su un piano **orizzontale** e tale da poter ruotare **con attrito trascurabile** attorno al proprio asse geometrico. La piattaforma è inizialmente **ferma**. Sul bordo del disco, per un tratto pari a  $1/4$  del perimetro, è presente un bordo a rilievo: il materiale di cui è costituito questo bordo ha massa trascurabile rispetto a quella del disco, che dunque mantiene caratteristiche **omogenee** (simmetria circolare); inoltre anche lo spessore (in direzione radiale) del rilievo è trascurabile. Un proiettile (puntiforme) di massa  $m = M/6 = 0.50$  kg viene "sparato" verso l'estremo A di questo rilievo (vedi figura) avendo inizialmente una velocità orizzontale di modulo  $v_0 = 9.0$  m/s. Il rilievo si comporta di fatto come una guida per il moto del proiettile che, alla fine, fuoriesce dall'estremo B. Nel suo moto il proiettile incontra **attrito trascurabile**, sia rispetto alla guida che rispetto alla superficie del disco.



- a) Discutete per benino, in brutta, quali tra le grandezze del sistema (disco+proiettile), energia cinetica, quantità di moto, momento angolare assiale, si conservano nel processo e perché.

Discussione: .....

- b) Quanto vale la velocità angolare  $\omega$  acquistata dal disco nell'istante in cui il proiettile raggiunge e lascia l'estremo B della guida?

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

4. Una quantità  $n = 0.200$  moli di elio, un gas monoatomico che si può considerare perfetto, compie un ciclo termico consistente della seguente successione di quattro trasformazioni **reversibili**: espansione isoterma  $A \rightarrow B$ , espansione adiabatica  $B \rightarrow C$ , compressione isobara  $C \rightarrow D$ , compressione adiabatica  $D \rightarrow A$  a chiudere il ciclo. Nel punto A del ciclo il gas ha pressione  $P_A = 8.31 \times 10^5$  Pa e volume  $V_A = 2.00 \times 10^{-3}$  m<sup>3</sup>. Si sa inoltre che  $V_B = 2V_A$  e che  $V_C = 16V_A$ . [Usate  $R = 8.31$  J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

- a) In quale punto del ciclo il gas raggiunge la temperatura minore e quanto vale questa temperatura  $T_{MIN}$ ? [Può farvi comodo notare che  $2^{2/5} \sim 1.32$ ]

$$T_{MIN} = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ K}$$

- b) Quanto vale l'efficienza  $\eta$  della macchina termica che funziona con questo ciclo? [Può farvi comodo ricordare che  $\ln 2 \sim 0.693$ ]

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

- c) Supponendo che la trasformazione isoterma  $A \rightarrow B$  sia compiuta mantenendo il gas a contatto termico con una quantità  $m = 100$  kg di un metallo con alto punto di fusione che si trova alla temperatura  $T_A$ , quanto vale la variazione di temperatura  $\Delta T_M$  che il metallo subisce in seguito alla trasformazione a cui è sottoposto il gas? [Usate  $c = 1.00 \times 10^3$  J/kg per il calore specifico del metallo; notate che la variazione di temperatura richiesta dovrebbe venirvi molto piccola, praticamente trascurabile. Tuttavia esprimetene il valore!]

$$\Delta T_M = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ K}$$

**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, 20/04/2010

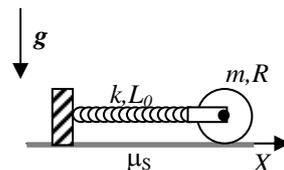
Firma:

# Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 3 - 20/4/2010

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 pieno e **omogeneo** di massa  $m = 3.0$  kg e raggio  $R = 20$  cm è attaccato, tramite un giogo di massa trascurabile, all'estremità di una molla di massa trascurabile, costante elastica  $k = 60$  N/m e lunghezza di riposo  $L_0 = 1.0$  m. L'altra estremità della molla è vincolata a un muretto rigido verticale, come rappresentato in figura: l'asse della molla mantiene una direzione orizzontale. Il cilindro si trova su un piano orizzontale scabro che presenta un coefficiente di **attrito statico**  $\mu_s = 0.50$ ; ogni altra forma di attrito nel problema è **trascurabile**. Eseguite su questo sistema un esperimento, consistente nell'elongare di un certo tratto  $\Delta$  la molla e nel lasciar andare il cilindro con velocità iniziale nulla. [Si ricorda che l'elongazione di una molla è la differenza tra la sua lunghezza attuale e la lunghezza di riposo]



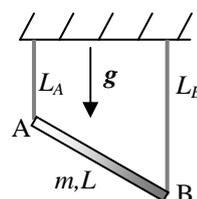
- a) Nell'esperimento si osserva che il cilindro si muove di **rotolamento puro** (senza strisciare) solo se l'elongazione è minore di un certo valore  $\Delta_{MAX}$ . Quanto vale  $\Delta_{MAX}$ ?

$$\Delta_{MAX} = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ m}$$

- b) Quanto vale il periodo di oscillazione  $T$  del centro di massa del cilindro nelle condizioni di cui al quesito precedente (rotolamento puro, elongazione iniziale  $\Delta_{MAX}$ )?

$$T = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ s}$$

2. Una sottile trave di lunghezza  $L = 3.0$  m, sezione di area  $S = 20$  cm<sup>2</sup> e massa  $m = 9.0$  kg è realizzata con un materiale la cui densità di massa  $\rho_M$  è **disomogenea**, e aumenta **linearmente** con la distanza da un estremo (l'estremo A di figura). La trave è in equilibrio nella configurazione di figura, essendo sospesa a un solaio rigido e indeformabile tramite due funi, inestensibili e di massa trascurabile, che hanno lunghezza rispettivamente  $L_A = 5.0$  m e  $L_B = L_A + L/2 = 6.5$  m e che hanno direzione verticale. [Usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'acc. di gravità]



- a) A quale distanza  $L_{CM}$  dall'estremo A si trova il centro di massa della trave? [Spiegate per bene in brutta il procedimento usato]

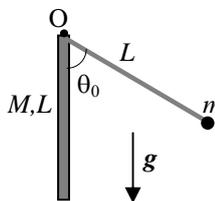
$$L_{CM} = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ m}$$

- b) Quanto valgono, in modulo, le tensioni  $T_A$  e  $T_B$  delle due funi?

$$T_A = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N.}$$

$$T_B = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N.}$$

3. Considerate un sistema costituito da un pendolo e da una sottile sbarra **omogenea**, come rappresentato in figura. Il pendolo è realizzato con una massa puntiforme  $m = 0.50$  kg legata alla fine di un filo inestensibile e di massa trascurabile, che ha lunghezza  $L = 1.0$  m, inchiodato nel punto O e tale da consentire al pendolo di muoversi su un piano verticale. La sbarra, che ha anch'essa lunghezza  $L = 1.0$  m e massa  $M = 6m = 3.0$  kg, è impernata ad un suo estremo nello stesso punto O. Tutti i movimenti avvengono con **attrito trascurabile**. Inizialmente la sbarra è nella sua posizione di equilibrio, e la massa puntiforme parte da ferma da una posizione iniziale tale che l'angolo del suo filo rispetto alla verticale, rappresentato in figura, vale  $\theta_0 = \pi/3$ . Nel suo movimento, la massa puntiforme urta la sbarra in modo **elastico** e di conseguenza la sbarra inizia a ruotare. [Usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che  $\cos(\pi/3) = 1/2$  e  $\sin(\pi/3) = \sqrt{3}/2$ , con  $\sqrt{3} \sim 1.7$ ]



- a) Discutete per benino, in brutta, quali tra queste grandezze del sistema (massa puntiforme+sbarra), quantità di moto e momento angolare assiale, si conservano nel processo e perché.

Discussione: .....

- b) Quanto vale, **subito dopo l'urto**, la velocità angolare  $\omega$  della sbarra?

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

4. Una quantità  $n = 1.00$  moli di elio, un gas monoatomico che si può considerare perfetto, compie un ciclo termico consistente della seguente successione di quattro trasformazioni **reversibili**: espansione adiabatica  $A \rightarrow B$ , espansione isoterma  $B \rightarrow C$ , trasformazione isocora (a volume costante)  $C \rightarrow D$ , compressione adiabatica  $D \rightarrow A$  a chiudere il ciclo. Nel punto A del ciclo il gas ha pressione  $P_A = 8.31 \times 10^5$  Pa e temperatura  $T_A = 500$  K. Si sa inoltre che  $V_B = 8V_A$  e che  $V_C = 16V_A$ ; inoltre si sa che  $P_D < P_C$ . [Usate  $R = 8.31$  J/(K mole) per la costante dei gas perfetti]

- a) In quale punto del ciclo il gas raggiunge la temperatura minore e quanto vale questa temperatura  $T_{MIN}$ ? [Può esservi utile notare che  $2^{2/3} \sim 1.59$ ]

$$T_{MIN} = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ K}$$

- b) Quanto vale l'efficienza  $\eta$  della macchina termica che funziona con questo ciclo? [Può farvi comodo ricordare che  $\ln 2 \sim 0.693$ ]

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

- c) Supponendo che la trasformazione isoterma  $B \rightarrow C$  sia compiuta mantenendo il gas a contatto termico con una quantità  $m = 100$  kg di un metallo con alto punto di fusione che si trova alla temperatura  $T_B$ , quanto vale la variazione di temperatura  $\Delta T_M$  che il metallo subisce in seguito alla trasformazione a cui è sottoposto il gas? [Usate  $c = 1.00 \times 10^3$  J/kg per il calore specifico del metallo; notate che la variazione di temperatura richiesta dovrebbe venirvi molto piccola, praticamente trascurabile. Tuttavia esprimetene il valore!]

$$\Delta T_M = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ K}$$

**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, 20/04/2010

Firma: