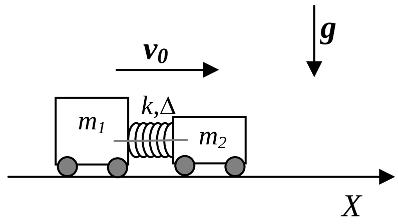
Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 2 - 13/4/2007

Nome e cognome: ………………………………………………………   Matricola: ……………

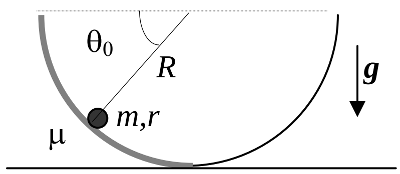
Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegate "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. ***Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione***

1. Un "trenino", composto da due carrelli di massa $m_1 = 2m_2 = 2m$, con $m = 0.20$ kg, si muove con **attrito trascurabile** lungo un binario piano e rettilineo disposto in direzione dell'asse X di un sistema di riferimento; la velocità iniziale del "trenino" è $v_0 = 0.10$ m/s. Una molla di massa trascurabile e costante elastica $k = 1.2$ N/m è frapposta tra i due carrelli in modo che il suo asse sia parallelo all'asse X. Inizialmente la molla è mantenuta compressa per un tratto $\Delta = 5.0$ cm da una corda di massa trascurabile che lega i due carrelli, come rappresentato schematicamente in figura



   a) All'istante $t_0 = 0$ la corda viene tagliata e la molla diventa libera di estendersi. Quanto valgono le velocità v_1 e v_2 dei due carrelli quando essi si sono separati completamente? [Per la soluzione può farvi comodo sapere che la velocità v_2 risulta aumentata rispetto a v_0, e la velocità v_1 risulta diminuita; inoltre trascurate ogni effetto dissipativo eventualmente presente]
   v_1 = …………………………………… = ………… m/s
   v_2 =…………………………………… = ………… m/s
   b) Sapendo che all'istante $t_0 = 0$ il centro di massa del "trenino" si trova a passare per l'origine del sistema di riferimento, cioè che $x_{CM,0} = 0$, e che all'istante t' il carrello 1 si trova nella posizione x_1, come si esprime la coordinata x_2 occupata dal carrello 2 nello stesso istante t'? [Considerate i carrelli come puntiformi e **non date una risposta numerica a questo quesito**]
   x_2 = ……………………………………

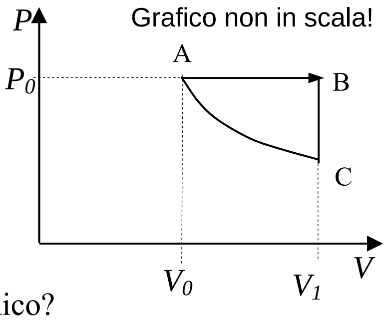
2. Un piccolo cilindro omogeneo di massa $m = 0.50$ kg e raggio $r = 4.0$ cm si trova su una guida semicircolare di raggio $R = 30$ cm disposta su un piano verticale come rappresentato in figura: inizialmente il cilindro si trova **fermo** nella posizione $\theta_0 = \pi/4$, con θ angolo rispetto alla direzione **orizzontale**. Il materiale di cui è fatta la superficie della guida è disomogeneo; in particolare, esso presenta un certo coefficiente di attrito μ nel tratto $0 < \theta < \pi/2$, mentre l'attrito è trascurabile per $\pi/2 \le \theta < \pi$ (in pratica la guida è scabra per "metà" e liscia per l'altra "metà"). Ad un dato istante si lascia andare **liberamente** il cilindro a partire dalla posizione iniziale θ_0: nella prima "metà" della guida si osserva che esso si muove di **rotolamento puro**. [Per la soluzione usate il valore $g = 9.8$ m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $\sin(\pi/4) = \cos(\pi/4) \sim 0.71$]



Disegno non in scala!

   a) Qual è il valore **minimo** μ_{min} del coefficiente di attrito nella prima "metà" della guida che permette di ottenere la situazione descritta, cioè la condizione di rotolamento puro?
   μ_{min} = …………………………….. = ...
   b) Nella situazione descritta, cioè in condizioni di rotolamento puro, quanto vale la velocità angolare ω del cilindro quando questo si trova a passare per la posizione $\theta' = \pi/2$ (il "fondo" della guida)?
   ω = …………………………….. ~ .... rad/s
   c) Quanto vale la quota massima h_{MAX} che il cilindro raggiunge viaggiando nella "metà" liscia della guida? [Considerate questa quota come la differenza di altezza tra centro del cilindro e "fondo" della guida e fate **attenzione** a cosa si conserva nella transizione fra zona scabra e zona liscia!]
   h_{MAX} = …………………………….. ~ .... m

3. Una quantità n = 1.00 moli di gas perfetto **monoatomico** compie il ciclo termico rappresentato in figura, costituito dalla successione delle seguenti trasformazioni **reversibili**: espansione isobara A→B, isocora B→C, compressione isoterma C→A. I dati noti del ciclo sono: $P_A = P_0 = 2.73\text{x}10^5$ Pa, $V_A = V_0 = 8.31$ litri, $V_B = V_C = V_1 = 2V_0$. [Nella soluzione usate il valore R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti e ricordate che per un gas perfetto monoat. è $c_V = (3/2)R$; può farvi comodo sapere che $ln(1/2) \sim -0.693$]



   a) Quanto vale l'efficienza η di una macchina che usa questo ciclo termico?
   η = ... ~ ....

   b) Sapendo che la sorgente termica a **temperatura minore** nel ciclo è costituita da una massa M = 10 kg di ghiaccio fondente, che si trova alla temperatura T_G = 273 K ed ha un calore latente di fusione $\lambda = 3.35\text{x}10^5$ J/kg, quanto lavoro meccanico L potrà essere ottenuto dalla macchina fino alla **completa fusione** del ghiaccio?
   L= .... ~ .... J

   c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS per la **successione** di trasformazioni A→B→C?
   ΔS= .... ~ .... J/K

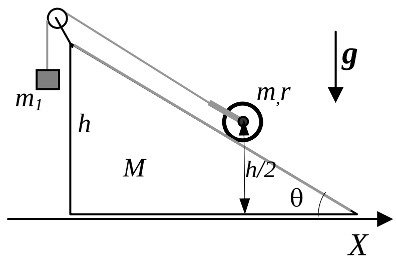
Nota: acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, http://www.df.unipi.it/~fuso/dida, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | | (4 caratteri alfanumerici).
Pisa, 13/4/2007 Firma:

Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 2 - 13/4/2007

Nome e cognome: ………………………………………………………… Matricola: ……………

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

1. Una ruota di bicicletta (cioè un cerchione omogeneo di massa m = 0.10 kg e raggio r = 10 cm, munito di "razzi" di massa trascurabile) si trova a "metà strada" su un piano inclinato di altezza h = 3.5 m ed angolo $\theta = \pi/6$ rispetto all'orizzontale. Il piano è realizzato con un blocco di materiale di massa $M = 50m$ = 5.0 kg che può scivolare con **attrito trascurabile** su un piano orizzontale liscio lungo la direzione X di un sistema di riferimento. Inoltre la ruota può ruotare con **attrito trascurabile** attorno al proprio asse, che è montato su un giogo a cui si trova agganciata una fune inestensibile; giogo e fune hanno massa trascurabile. Dopo essere passata per la gola di una puleggia di **massa e raggio trascurabili**, la fune termina con un corpo di massa $m_1 = 5m$ = 0.50 kg. La figura rappresenta uno schema del sistema nella sua configurazione iniziale, in cui, come detto, la ruota si trova **ferma** alla quota $h/2$ per una qualche causa esterna.

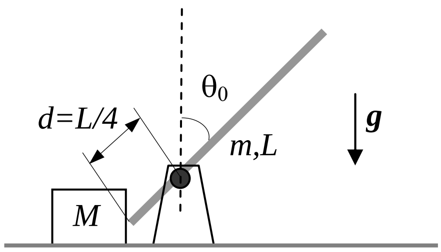


Disegno non in scala!

   a) Ad un dato istante la causa esterna che blocca la ruota viene rimossa e la ruota comincia a risalire lungo il piano inclinato con un moto di **rotolamento puro** mentre il corpo di massa m_1 scende verso il basso (supponete che il suo movimento avvenga **solo** in **direzione verticale**). Quanto vale, in modulo, la velocità V del blocco che costituisce il **piano inclinato** quando la ruota raggiunge la sommità del piano stesso? [Usate il valore g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; notate che, ovviamente, la velocità del blocco può essere solo orizzontale; può servirvi ricordare che $\cos(\pi/6) \sim 0.87$ e $\sin(\pi/6) = 1/2$]
   V = ………………………………… ~ ………… m/s

   b) Quanto vale lo spostamento orizzontale ΔX del blocco in seguito alla risalita della ruota fino alla sommità del piano?
   ΔX = …………………………………… ~ .... m

2. Una sottile asta **omogenea** di massa m = 10 kg e lunghezza L = 4.9 m è imperniata in modo da poter ruotare con **attrito trascurabile** su un piano verticale attorno ad un asse passante per un punto che si trova a distanza $d = L/4$ da un suo estremo. Volete fare in modo che l'asta stia in equilibrio formando un angolo $\theta_0 = \pi/4$ rispetto alla verticale, come indicato in figura. A questo scopo mettete un suo estremo a contatto con una cassa rigida di massa $M = 2m$ = 20 kg poggiata su un pavimento **scabro**. La configurazione è tale che la cassa non si "ribalta" e rimane poggiata sul pavimento. [Per la soluzione usate il valore g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $\sin(\pi/4) = \cos(\pi/4) \sim 0.71$]

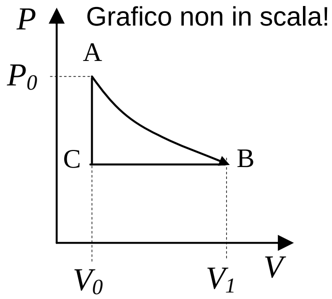


   a) Qual è il valore minimo μ_{min} del coefficiente di attrito statico tra cassa e pavimento che garantisce l'equilibrio nelle condizioni di figura?
   μ_{min} = …………………………….. = ...

   b) Arriva il Mago Silvan e improvvisamente la cassa sparisce (in modo istantaneo): l'asta comincia quindi a ruotare attorno al perno. Quanto vale la sua accelerazione angolare α **subito dopo** la sparizione della cassa?
   α = …………………………….. ~ .... rad/s^2

   c) Quanto vale la velocità angolare ω di rotazione dell'asta nell'istante in cui essa si trova in posizione orizzontale (cioè quando l'angolo indicato in figura vale $\theta = \pi/2$)?
   ω = …………………………….. ~.......... rad/s

3. Una quantità n = 1.0x10^{-1} moli di gas perfetto **monoatomico** compie il ciclo termico rappresentato in figura, costituito dalla successione delle seguenti trasformazioni **reversibili**: espansione adiabatica A→B, compressione isobara B→C, isocora C→A. I dati noti del ciclo sono: $P_A = P_0$ = 8.3x10^5 Pa, $V_A = V_C = V_0$ = 1.0 litri, $V_B = V_1 = 8V_0$ = 8.0 litri. [Nella soluzione usate il valore R = 8.3 J/(K mole) e ricordate che per un gas perfetto monoat. è $c_V = (3/2)R$]



a) Quanto vale la minima temperatura T_{min} raggiunta dal gas nel ciclo?
T_{min} = …………………………….. = ... K

b) Quanto vale l'efficienza η di una macchina che usa questo ciclo termico?
η = ... = ...

c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS per la **successione** di trasformazioni B→C→A?
ΔS= .... = ... J/K

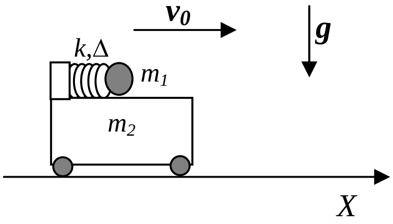
Nota: acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, http://www.df.unipi.it/~fuso/dida, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | | (4 caratteri alfanumerici).
Pisa, 13/4/2007 Firma:

Corso di Laurea Ing. EA – PROVA DI VERIFICA n. 2 - 13/4/2007

Nome e cognome: ……………………………………………………… Matricola: ……………

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

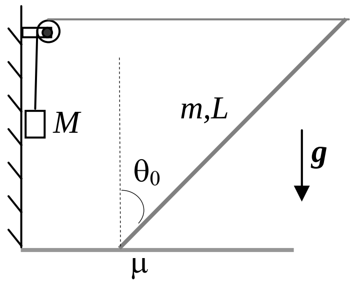
1. Un "cannoncino a molla" (tipo flipper, per intenderci) è montato sopra un piccolo carrello in modo da avere il suo asse (e quindi la direzione di sparo) in direzione orizzontale; il cannoncino è costituito da una molla di massa trascurabile e costante elastica k = 6.0 N/m che inizialmente è mantenuta compressa per un tratto Δ = 20 cm da un fermo. Il proiettile che il cannoncino spara ha massa $m_1 = m$ = 1.0 kg; il carrello ha massa $m_2 = 2m$ = 2.0 kg e si muove con **attrito trascurabile** lungo un binario piano e rettilineo disposto in direzione dell'asse X di un sistema di riferimento, con una velocità **iniziale** v_0 = 0.50 m/s. Il sistema nelle sue condizioni iniziali (cioè quando la sua massa complessiva è $m_1+m_2=3m$) è rappresentato schematicamente in figura.



   a) Ad un certo istante il fermo che tiene compressa la molla viene rimosso ed il proiettile viene sparato in direzione orizzontale. Quanto vale la velocità V del carrello subito dopo il lancio del proiettile? [Può farvi comodo notare che il proiettile viene lanciato nello stesso verso di $\boldsymbol{v_0}$]
   V = …………………………………… = ………… m/s

   b) Sapendo che lo sparo del proiettile viene effettuato in un intervallo di tempo Δt = 1.0x10^{-2} s, quanto vale, in modulo, la forza **media** F che il cannoncino esercita sul carrello?
   F = …………………………………… = ... N

2. Una sottile asta omogenea di massa m = 5.0 kg e lunghezza L = 4.9 m è poggiata su un pavimento **scabro** e mantenuta in una posizione tale che il suo asse forma un angolo $\theta_0 = \pi/4$ rispetto alla verticale. A tale scopo provvede il sistema rappresentato in figura, che risulta composto da: una fune (inestensibile e di massa trascurabile, agganciata alla sommità dell'asta), una puleggia (ancorata ad una parete verticale ed in grado di ruotare con attrito trascurabile attorno al proprio asse), un corpo di massa M (incognita) appeso alla fune. Nel tratto di collegamento tra puleggia e sommità dell'asta la fune è orizzontale. [Per la soluzione usate il valore g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $sin(\pi/4) = cos(\pi/4) \sim 0.71$]



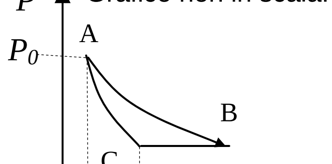
   a) Qual è il valore minimo μ_{min} del coefficiente di attrito statico tra base dell'asta e pavimento scabro affinché il sistema sia in equilibrio?
   μ_{min} = …………………………….. = ...

   b) Supponendo che ad un dato istante la fune venga tagliata, quanto vale l'accelerazione angolare α con cui l'asta **comincia** a ruotare attorno ad un asse passante per il "punto" di contatto con il pavimento (ed ortogonale al foglio)?
   α = …………………………….. ~ .... rad/s^2

   c) Quanto vale la velocità angolare ω con cui l'asta sta ruotando quando essa raggiunge il suolo, cioè quando l'angolo θ di figura "tende" a $\pi/2$?
   ω = …………………………….. ~ .... rad/s

3. Una quantità n = 1.0x10^{-1} moli di gas perfetto **monoatomico** compie il ciclo termico rappresentato in figura, costituito dalla successione delle

Grafico non in scala!



seguenti trasformazioni **reversibili**: espansione isoterma A→B, compressione isobara B→C, compressione adiabatica C→A. I dati noti del ciclo sono: $P_A = P_0 = 8.3 \times 10^5$ Pa, $V_A = V_0 = 1.0$ litri, $V_C = V_1 = 8V_0 = 8.0$ litri. [Nella soluzione usate il valore $R = 8.3$ J/(K mole) per la costante dei gas perfetti e ricordate che per un gas perfetto monoatomico è $c_V = (3/2)R$]

a) Quanto vale il volume V_B del gas al punto B del ciclo?
   V_B = …………………………….. = ... litri

b) Quanto vale l'efficienza η di una macchina che usa questo ciclo termico? [Per la soluzione può farvi comodo sapere che $ln(8) \sim 2.1$]
   η = ... ~ ....

c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS per la **successione** di trasformazioni A→B→C?
   ΔS= .... = ... J/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, 13/4/2007 Firma: