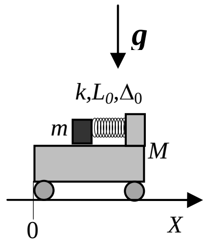
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE - 12/1/2009

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

Istruzioni: ***riportate 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 carrello di massa M = 5.0 kg, che può scorrere con **attrito trascurabile** lungo una strada orizzontale, è dotato di una sponda verticale rigida a cui è vincolata una molla, di massa trascurabile, costante elastica k = 3.0×10^3 N/m e lunghezza di riposo L_0 = 80 cm. Alla molla, che è disposta con il suo asse in direzione orizzontale, è attaccato un piccolo oggetto di massa m = $M/5$ = 1.0 kg, che può scorrere con **attrito trascurabile** sulla superficie del carrello. Inizialmente tutto il sistema (carrello e oggetto) è fermo e la molla si trova compressa per un tratto Δ_0 = 50 cm a causa di una fune. La posizione del carrello è tale che la sua estremità indicata in figura ha coordinata X_0 = 0 (rispetto ad un asse X orizzontale). All'istante t_0=0 la fune viene improvvisamente tagliata ed il **sistema** si mette in movimento.

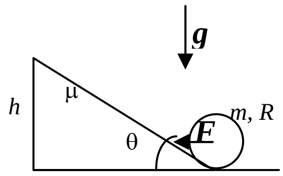


   a) Quanto vale la velocità V' del **carrello** nell'istante in cui la molla si trova a passare per la sua lunghezza di riposo?
   V' = …………………………………… = …….. m/s

   b) Quanto vale la coordinata X' dell'estremo del carrello nell'istante considerato alla domanda precedente? [In pratica vi si chiede di individuare lo spostamento del carrello a quel dato istante]
   X' = …………………………………… = ……… m

   c) Quanto vale l'istante t' in cui si verifica la situazione di cui alle domande precedenti? [Considerate il "primo" di una serie di istanti: infatti il moto **relativo** dell'oggetto è ovviamente **periodico**, e dunque la situazione considerata si ripete periodicamente nel tempo…]
   t'= …………………………………… ~ ……… s

2. Un cerchione di bicicletta di massa m = 1.0 kg e raggio R = 20 cm si trova a salire lungo un piano inclinato (fisso ed indeformabile), che forma un angolo $\theta = \pi/6$ rispetto all'orizzontale, a causa di una forza **costante ed uniforme** di modulo F = 20 N e direzione orizzontale, applicata al suo asse come rappresentato schematicamente in figura. Il piano inclinato è scabro e presenta un coefficiente di attrito statico μ = 0.80; si osserva che il moto del cerchione è di **rotolamento puro**,cioè la sua superficie non slitta sul piano. Tutte le altre possibili forme di attrito sono trascurabili. [Per la soluzione, modellate il cerchione come un anello molto sottile dotato di raggi di massa trascurabile (tutta la massa m si trova alla stessa distanza R rispetto all'asse di rotazione). Nella risposta numerica usate il valore g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $sin(\pi/6)$ = ½, $cos(\pi/6)$ ~ 0.87]



   a) Quanto vale, in modulo, la forza di attrito statico F_A che permette il rotolamento puro nelle condizioni del problema? Sulla base della descrizione del problema e dei valori numerici forniti, la situazione considerata è fisicamente possibile? Discutete!
   F_A = …………………………………… ~ …….. N
   Discussione: ……………………………………

   b) Supponendo che inizialmente il cerchione si trovi fermo alla base del piano inclinato e che quindi esso venga istantaneamente interessato dalla forza $\boldsymbol{F}$ di cui sopra e sapendo che l'altezza del piano inclinato vale h = 10 m, quanto vale la velocità v'_{CM} del centro di massa con cui esso raggiunge la sommità del piano inclinato? [Ovviamente la forza esterna $\boldsymbol{F}$ si mantiene **costante** durante l'intera salita]
   v'_{CM} = …………………………………… ~ ……… m/s

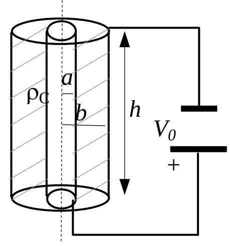
3. Una quantità n di moli di Elio, un gas monoatomico che può essere considerato perfetto, partecipa ad un ciclo termico composto dalla sequenza delle seguenti tre trasformazioni **reversibili**: espansione adiabatica A → B, compressione isobara (a pressione costante) B → C, trasformazione isocora (a volume costante) C → A. Si sa che nell'espansione adiabatica A → B il gas dimezza la sua pressione, cioè $p_B=p_A/2$. [Ricordate che, per un gas perfetto monoatomico, è $\gamma=c_P/c_V=5/3$; può farvi comodo sapere che $2^{3/5}\sim1.52$]

   a) Sapendo che V_A = 5.0 litri, quanto vale il volume V_B che il gas occupa nel punto B del ciclo?
   V_B = …………………………………… ~ …….. m^3

   b) Quanto vale l'efficienza η del ciclo?
   η= …………………………………… ~ ……..

4. Una sottile e lunga bacchetta cilindrica di materiale **perfettamente conduttore** ha raggio a = 1.0 mm ed altezza h = 2.0 cm. La bacchetta è circondata da un sottile guscio cilindrico di materiale **perfettamente conduttore**, coassiale alla bacchetta e della stessa altezza di questa; il raggio del guscio è b = 5.0 mm. Lo spazio tra i due conduttori è riempito da un materiale **omogeneo debolmente conduttore**, dotato di resistività ρ_C = 1.0×10^3 ohm m. La bacchetta ed il guscio conduttore esterno possono essere collegati ai poli di un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 come rappresentato in figura. [Usate il valore ε_0 = 8.8×10^{-12} F/m per la costante dielettrica del materiale; supponete di poter trascurare gli "effetti ai bordi" grazie alle dimensioni del sistema]

Disegno non in scala!



a) Indicando con Q_0 la carica accumulata sulla bacchetta (l'armatura interna) in **condizioni stazionarie** e con r la distanza dall'asse di bacchetta e guscio, come si esprime il modulo del campo elettrico $E(r)$ tra le due armature, cioè per $a<r<b$? [Per rispondere a questa domanda dovete scrivere la **funzione** che determina il campo elettrico all'interno del sistema; **non** usate valori numerici per la risposta, ma impiegate le espressioni letterali dei dati del problema]
$E(r)$ = ……………………………………

b) Quanto vale la capacità C del sistema? [Discutete per benino, in brutta, la soluzione; può farvi comodo sapere che, numericamente, $ln(5) \sim 1.6$]
C = …………………………………… ~ …….. F

c) Quanto vale la resistenza elettrica R del sistema? [Suggerimento: ricordate il legame microscopico tra corrente e campo elettrico]
R = …………………………………… ~ …….. ohm

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, 12/1/2009 Firma: