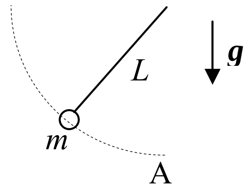
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 17/7/2008

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*

-- **PARTE 1/2**

1. Un piccolo sasso di massa m = 200 g è attaccato all'estremità di una fune inestensibile e di massa trascurabile, la cui lunghezza è L = 1.00 m. L'altro estremo della fune è vincolato ad un perno conficcato in una parete rigida verticale: in questo modo il sasso può compiere un movimento, con **attrito trascurabile**, su un piano verticale, come rappresentato in figura. In particolare, in opportune condizioni la traiettoria compiuta dal sasso è circolare; infatti si osserva che quando il sasso passa per la posizione A indicata in figura (il punto "più basso" della traiettoria) con una velocità angolare $\omega_A \geq \omega_{MIN}$, esso percorre una traiettoria circolare completa (cioè fa un "giro della morte"). [Usate il valore g = 9.80 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità che è, ovviamente, diretta verticalmente verso il basso]



   a) Quanto vale ω_{MIN}?
   ω_{MIN} = …………………………………… = ... rad/s

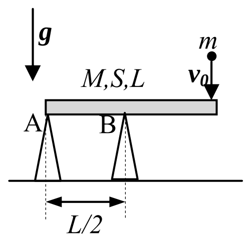
   b) Supponendo ora che il sasso passi per la posizione A con una velocità angolare $\Omega = (4/5)\omega_{MIN}$, con ω_{MIN} determinato nella risposta precedente, si osserva che esso non percorre più per intero una traiettoria circolare. quanto vale l'altezza massima h, misurata rispetto alla quota del punto A, raggiunta dal sasso? Per semplicità, rispondete al quesito supponendo che, nel punto di massima altezza, il sasso sia completamente **fermo**. Spiegate poi, in modo breve ma chiaro, se ritenete ragionevole questa approssimazione.
   h = …………………………………… = ... m
   Spiegazione: ...……………………………………

2. Due piccoli oggetti di massa $m_A = m$ ed $m_B = 3m$, con m nota, sono uniti da una molla di massa trascurabile, costante elastica k (nota) e lunghezza di riposo L_0 (incognita). I due oggetti possono muoversi con **attrito trascurabile** lungo un asse X **orizzontale** X. All'istante t_0 = 0 si osserva che entrambi gli oggetti si muovono con la stessa velocità v_0 (la velocità è la stessa sia in modulo che in verso!), mentre le loro posizioni sono; x_{0A}.= 0; $x_{0B} = d_0$, con d_0 nota. Si osserva poi che ad un certo istante t_1 (incognito) le posizioni dei due oggetti sono tali che la loro distanza è $x_{1B} - x_{1A} = d_0$, valore di distanza iniziale (nota!). [Nessuna forza esterna è applicata al sistema dei due oggetti in direzione orizzontale; inoltre l'istante t_1 è il **primo** di una (infinita) serie di istanti in cui si verifica la condizione considerata]
   a) Come si esprime, in funzione dei parametri letterali noti del problema, l'istante t_1?
   t_1 = ……………………………………

   b) Come si esprime la posizione x_{1A} occupata dall'oggetto di massa m_A all'istante t_1? [Spiegate **bene** in brutta il procedimento impiegato!]
   x_{1A} = ……………………………………

-- **PARTE 3**

3. Una sottile trave **omogenea** di massa M = 10 kg, sezione di area S = 50 cm^2 e lunghezza L = 2.0 m si trova in equilibrio sopra due supporti "puntiformi" (denominati A e B) solidali ad un pavimento rigido e indeformabili; tali supporti sono in grado di generare sulla trave forze di reazione che hanno solo componenti verticali. I due supporti contattano la trave ad una sua estremità ed al punto di mezzo, come rappresentato in figura. Nelle condizioni di equilibrio considerate, la trave ha direzione **orizzontale**. [Usate il valore g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]

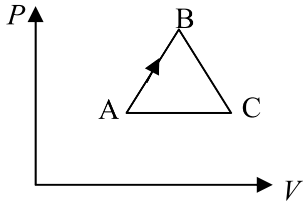


   a) Quanto valgono, in modulo, le forze $\boldsymbol{F_A}$ ed $\boldsymbol{F_B}$ che i due supporti esercitano sulla trave? Spiegate brevemente su quali considerazioni basate il procedimento per la determinazione di queste forze
   F_A = …………………………………… = ………… N
   F_B = …………………………………… = ………… N
   Spiegazione: ……………………………………

   b) Immaginate ora che un chiodo, di massa m = 100 g, venga sparato in direzione verticale sull'estremo "di destra" della trave (vedi figura); sapendo che la velocità del chiodo, subito prima dell'impatto, è diretta verticalmente ed ha modulo v_0 = 50 m/s e che il chiodo rimane conficcato nella trave, quanto vale la velocità angolare ω con cui il sistema trave+chiodo comincia a ruotare **subito dopo** l'arrivo del chiodo?

ω=.......................................~............rad/s

4. Una macchina termica, che lavora con una quantità $n = 2.00\text{x}10^{-2}$ moli di un gas perfetto monoatomico, percorre il ciclo (di forma "triangolare") che è rappresentato nel piano PV come indicato schematicamente in figura: si sa che $V_C = 2V_A$, $P_B = 2P_A$, $V_B = (3/2)V_A$. Inoltre il punto A è completamente determinato, essendo noto che V_A = 2.00 litri e P_A = $8.31\text{x}10^5$ Pa. [Usate R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti; se serve, supponete reversibili le trasformazioni coinvolte]

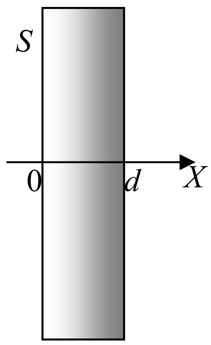


   a) Quanto vale il lavoro L compiuto dal gas in ogni ciclo?
   L = ... = ... J

   b) Quanto vale l'efficienza, o rendimento, η del ciclo?
   η = ... = ...

--- **PARTE 4**

5. Una lastra molto estesa e sottile di materiale non conduttore porta al suo interno una distribuzione di carica volumica **disomogenea**. Come indicato in figura, in cui la lastra è vista "di profilo", le superfici (facce) "di base" della lastra, che hanno area $S = 0.10$ m^2, sono ortogonali rispetto all'asse X. Lo spessore della lastra è d = 1.0 mm (si ha evidentemente $d << S$) e la carica complessiva contenuta nella lastra vale $Q = 1.0\text{x}10^{-5}$ C. Si sa che la densità di carica dipende dalla sola coordinata x, in particolare aumentando linearmente da 0 fino al valore ρ_0 (incognito) quando si passa dalla faccia "di sinistra" in figura, collocata ad x = 0, alla faccia "di destra", che si trova ad $x = d$. Si sa anche che $E(x)$=0 per $x \leq 0$. [Considerate $\varepsilon_0 = 8.8\text{x}10^{-12}$ F/m la costante dielettrica sia all'interno che al di fuori della lastra; supponete **trascurabili gli "effetti ai bordi"**]

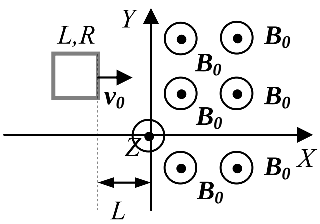


Disegno non in scala!

   a) Come si scrive l'espressione del campo elettrico $\mathbf{E}(x)$ nelle regioni $0 < x < d$ e $x > d$ (cioè dentro la lastra e "alla destra" della lastra stessa)? [**Non** usate alcun valore numerico per questa risposta, che va espressa in funzione dei parametri letterali noti del problema; indicate in brutta direzione e verso del campo, nell'ipotesi che si possano trascurare gli effetti ai bordi]
   $E(x)$ = ... per $0 < x < d$
   $E(x)$ = ... per $x > d$

   b) Quanto vale la differenza di potenziale ΔV tra la faccia "di sinistra" e quella "di destra" in figura? [Per azzeccare il segno giusto, che è richiesto per la soluzione, tenete presente che si intende $\Delta V = V(x=0)-V(x=d)$]
   ΔV = ... = ... V

6. Una spira quadrata di lato L noto, fatta di filo elettrico con resistenza complessiva R (nota), viaggia di **moto rettilineo uniforme** a velocità v_0 nota (diretta nel verso positivo dell'asse X di un certo riferimento) essendo spostata da un operatore esterno. Durante il suo movimento la spira giace sempre sul piano XY del riferimento citato; si sa che nel solo semispazio $x > 0$ è presente un campo magnetico (esterno, cioè generato da cause esterne alla spira) **uniforme e costante** diretto nel verso positivo dell'asse Z e di modulo B_0 noto La figura rappresenta schematicamente la situazione (notate che per $x < 0$ non c'è alcun campo magnetico). All'istante t_0 = 0 la situazione è esattamente quella rappresentata in figura: il lato "di destra" della spira si trova a distanza L dall'asse Y.



   a) Determinate l'andamento dell'intensità di corrente $I(t)$ che fluisce nella spira in tutto l'intervallo compreso tra t_0 = 0 e l'istante $t_{fin} = 4L/v_0$, specificando anche il verso della corrente (orario o antiorario, rispetto alla figura). [State attenti a capire **bene** cosa succede e, se necessario, suddividete l'intero intervallo temporale in diversi sotto-intervalli; esprimete la soluzione in funzione dei parametri letterali noti del problema. Supponete che la velocità con cui si muove la spira sia "ragionevolmente bassa"]
   $I(t)$ = ...
   Verso della corrente: ....

   b) Come si esprime la potenza meccanica P che l'operatore esterno deve applicare alla spira nell'intervallo compreso tra $t' = L/v_0$ e t_{fin}? [Supponete trascurabili gli effetti dell'attrito meccanico]
   P = ...

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, 17/7/2008 Firma: