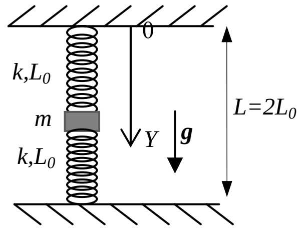
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE – 23/7/2009

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*

-- **PARTE 1,2**

1. Una massa **puntiforme** m = 0.40 kg è vincolata agli estremi di due molle, identiche fra loro e aventi costante elastica k = 9.8 N/m e lunghezza di riposo L_0 = 50 cm. Gli altri estremi delle due molle sono vincolati rispettivamente a un solaio e a un pavimento rigidi e indeformabili, come rappresentato schematicamente in figura. La distanza tra pavimento e solaio è $L = 2L_0$. Il movimento della massa, che avviene con **attrito trascurabile**, è **solo in direzione verticale**;. [Indicate tale direzione come Y e **usate un asse centrato sul solaio e orientato verso il basso, come in figura**. Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]

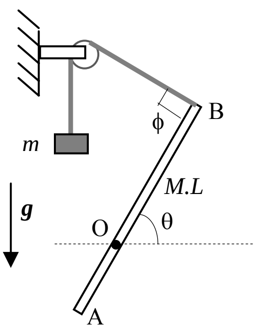


   a) Usando l'asse di riferimento Y indicato in figura, quanto vale la posizione di **equilibrio** y_{EQ}? [Ricordate che la massa è **puntiforme**, anche se, per esigenze tipografiche, essa appare in figura come un oggetto dotato di dimensioni non nulle; sfruttate in modo opportuno la semplice geometria del sistema!]
   y_{EQ} = …………………………………… = ... m $(L+mg/k)/2 = L_0 + mg/(2k)$ = 0.70 m [all'equilibrio la sommatoria delle forze agenti sulla massa deve essere nulla. Quindi, usando il riferimento indicato: $0 = mg - k\Delta y_1 + k\Delta y_2$, dove Δy_1 e Δy_2 sono le elongazioni o compressioni della molla "superiore" e "inferiore", rispettivamente. Si ha subito $\Delta y_1 = y - L_0$, mentre $\Delta y_2 = L - y - L_0$, come suggerito dalla geometria (attenti ai segni!). Da qui si ottiene la soluzione]

   b) Supponete ora che la massa venga spostata, a causa di una forza esterna, nella posizione $y_0 = 3L_0/5$ = 30 cm (fate sempre riferimento all'asse Y di figura) e quindi venga istantaneamente lasciata libera di muoversi con velocità iniziale nulla. La massa inizierà un movimento di tipo oscillatorio e, ad un certo istante, passerà per la posizione $y' = L_0$ (a metà strada). Quanto vale la sua velocità v' in questo istante? [Suggerimento: nella posizione y' entrambi le molle hanno lunghezza pari alla propria lunghezza di riposo…]
   v' = …………………………………… = ... m/s $((2L_0/m)(4kL_0/25+2mg/5))^{1/2}$ ~ 4.6 m/s [il moto avviene in assenza di forze dissipative e dunque si conserva l'energia meccanica del sistema. Deve quindi essere: $0 = \Delta U_G + \Delta U_{ELA} + \Delta E_K$. La variazione di energia potenziale gravitazionale si scrive $\Delta U_G = mg(y_0 - L_0) = mgL_0(3/5-1) = -2mgL_0/5$ [fate attenzione ai segni! Chiaramente l'energia gravitazionale aumenta nel processo!] mentre la variazione di energia cinetica è $(m/2)v'^2$ [la massa parte con velocità iniziale nulla]. Per la variazione dell'energia elastica, occorre notare che, all'istante considerato, le molle assumono entrambi la loro posizione di riposo. Pertanto è $\Delta U_{ELA} = -(k/2)(y_0-L_0)^2 - (k/2)(L-y_0-L_0)^2 = -(k/2)L_0^2((3/5-1)^2+(1-3/5)^2) = -4kL_0^2/25$. In sostanza si ottiene quindi: $0 = 2mgL_0/5 - 9kL_0^2/25 + (m/2)v'^2$, da cui la soluzione]

   c) Quanto vale la pulsazione ω del moto oscillatorio della massa? Come si scrive la legge oraria del moto $y(t)$? [Fate finta che il moto oscillatorio proposto sia realmente possibile a prescindere dalle condizioni iniziali date. Nello scrivere la legge oraria, specificate tutti i parametri che possono essere conosciuti sulla base delle condizioni iniziali]
   ω = …………………………………… = ... rad/s $(2k/m)^{1/2}$ = 7.0 rad/s [riprendendo quanto affermato nella risposta al quesito a), si ha che l'equazione del moto della massa si può scrivere, rispetto all'asse Y di figura: $a = g - (2k/m)y - L_0$. La soluzione di questa equazione differenziale rappresenta un moto armonico con pulsazione $\omega = (2k/m)^{1/2}$ da cui la soluzione. Notate che, in realtà, il moto non è periodico, dato che nel suo moto di discesa la massa urta contro il pavimento, ma questo è irrilevante considerato il testo dell'esercizio]
   $y(t)$ = …………………………………… $A\cos(\omega t)+y_{EQ}$, con ω determinato sopra e $A = y_0 - y_{EQ} = -2L_0/5 - mg/(2k)$ = -0.40 m
   [la soluzione dell'equazione del moto è del tipo, generico, $A\cos(\omega t+\phi)+y_{EQ}$. I parametri A e ϕ si ottengono dalle condizioni iniziali. In particolare, essendo nulla la velocità iniziale, deve essere $\phi = 0$, mentre il valore di A si ottiene ponendo $y(t=0)=y_0$]

2. Una sottile sbarra **omogenea** di lunghezza L = 1.0 m e massa M = 2.0 kg è imperniata in modo da poter ruotare con attrito trascurabile attorno a un perno che la attraversa a tre quarti della sua lunghezza: facendo riferimento alla figura, questo significa che le lunghezze dei segmenti indicati sono OA = $L/4$ e OB = $3L/4$. All'estremo B della sbarra è legata una fune inestensibile di massa trascurabile che, dopo essere passata per la gola di una puleggia **di massa trascurabile**, termina con un peso di massa m (incognita). Tutto il sistema è **in equilibrio** con gli angoli rappresentati in figura che valgono $\theta = \pi/3$ e $\phi = \pi/2$. [Usate g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità e ricordate che $\cos(\pi/3) = ½$ e $\sin(\pi/3) = 3^{1/2}/2$, con $3^{1/2}$ ~ 1.7]



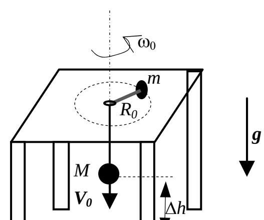
   a) Quanto valgono, **in modulo**, la tensione T della fune e la forza F che il perno esercita sull'asta nel punto O?
   T = …………………………………… = ………… N $mg = Mg\cos\theta/3$ = 3.3 N [la tensione della fune deve essere uguale a mg per grantire l'equilibrio traslazionale del peso di massa m. Inoltre per l'equilibrio rotazionale della sbarra deve essere, calcolando i momenti rispetto ad O, $T3L/4 = Mg(L/4)\cos\theta$, da cui la soluzione]
   F = …………………………………… ~ ………… N $((Mg\sin\theta\cos\theta/3)^2+((-Mg\cos\theta/3+Mg)^2)^{1/2} = Mg(31/12)^{1/2}$ ~ 31 N [per l'equilibrio traslazionale il perno deve esercitare forze che bilanciano la forza peso $\boldsymbol{Mg}$ e la tensione della fune $\boldsymbol{T}$ **.** La componente orizzontale della forza $\boldsymbol{F}$ è uguale e opposta alla componente orizzontale della tensione della fune, che vale, per la geometria del sistema, $T\sin\theta = Mg\sin\theta\cos\theta/3$. La componente verticale è invece data dalla somma algebrica della componente verticale di $\boldsymbol{T}$, che vale $T\cos\theta = Mg\cos^2\theta/3$, e della forza peso Mg, che punta in direzione opposta e quindi avrà un segno opposto. Ricordando che il modulo di di un vettore si trova come radice quadrata della somma dei quadrati delle sue componenti si ha la soluzione]

   b) Supponete ora che, ad un dato istante, la fune venga improvvisamente tagliata; subito dopo il taglio si osserva che la sbarra comincia a ruotare attorno all'asse passante per il perno. Nella sua rotazione la sbarra assume ad un dato istante una direzione verticale (cioè l'angolo θ di figura vale $-\pi/2$, intendendo con il segno negativo che, in questo istante, l'estremo A si trova più in alto dell'estremo B). Quanto vale la velocità angolare ω della sbarra in tale istante? [Trascurate ogni forma di attrito]
   ω = …………………………………… ~ ………… rad/s $(2Mg(L/4)(\sin\theta+1)/I)^{1/2} = (96Mg(L/4)(\sin\theta+1)/(7ML^2))^{1/2} = (24g(\sin\theta+1)/(7L))^{1/2}$ ~ 7.9 rad/s [nella rotazione della sbarra non intervengono forze dissipative e dunque l'energia meccanica si conserva: $0 = \Delta E_K + \Delta U_G$. La variazione di energia cinetica, supponendo ragionevolmente nulla la velocità iniziale, è $\Delta E_K = (I/2)\omega^2$, mentre la variazione di energia potenziale gravitazionale è dovuta alla variazione di quota del centro di massa della sbarra, e quindi è $\Delta U_G = Mg(L/4)(\sin\theta+1)$ (la sbarra è omogenea e quindi il centro di massa i trova a metà della sua lunghezza). Per la soluzione, occorre calcolare il momento di inerzia I: si può o eseguire il calcolo diretto (per integrazione) oppure sfruttare il teorema degli assi paralleli. Essendo, per una sbarra sottile omogenea, $I_{CM} = ML^2/12$ ed avendosi $d = L/4$, è $I = ML^2(1/12+1/16) = (ML^2/48)(4+3) = (7/48)ML^2$, da cui la soluzione]

   c) Quanto vale l'accelerazione angolare α della sbarra nell'istante considerato sopra, cioè quando la sbarra passa per la verticale?
   α = …………………………………… ~ ………… rad/s^2 0 [nell'istante considerato non ci sono forze che esercitino momento sulla sbarra (rispetto al polo considerato). Infatti la forza peso, che è l'unica forza esterna applicata fuori dal perno, ha braccio nullo in questo istante. Dunque non c'è accelerazione angolare]

-- **PARTE 3**

3. Due masse puntiformi, m e M, sono legate fra di loro da una fune inestensibile di massa trascurabile. La massa m ruota, con attrito trascurabile, sul piano di un tavolino, mentre la massa M è libera di muoversi in direzione verticale. La situazione è descritta schematicamente in figura: un buco sul tavolino consente alla fune di passare attraverso il piano. Ad un dato istante si osserva che: la massa m ruota con velocità angolare ω_0; il raggio



dell'orbita vale R_0 (tale raggio è evidentemente pari alla distanza tra la massa m e il buco del tavolino, che si può supporre praticamente puntiforme); la massa M si muove verso il basso con velocità di modulo V_0 (notate che la situazione considerata **non è** stazionaria, nel senso che tutte e due le masse si stanno muovendo). [Trascurate **ogni** forma di attrito]

a) Discutete per benino, in brutta, quali grandezze meccaniche del **sistema** costituito dalle due masse unite dalla fune si conservano nel problema considerato, tra energia meccanica e momento angolare.

Discussione: ……………………………. L'energia mecccnica si conserva, essendo trascurabili gli attriti. La quantità di moto non si conserva, perlomeno in tutte le direzioni, essendo il sistema non isolato (su di esso agiscono la forza peso e anche la reazione vincolare che il piano esercita sulla massa m, pur essendo quest'ultima compensata dalla forza peso mg), Il momento angolare calcolato rispetto al buco del tavolo, considerato puntiforme, si conserva, dato che la forza esterna (forza peso) ha ovviamente braccio nullo rispetto a tale polo.

b) Vi chiedete ora quanto vale la velocità angolare ω quando la massa M si è abbassata di un tratto Δh rispetto alla situazione descritta nel testo. Per semplificare l'algebra della soluzione, supponete $m=M/2$. Notate che, con i dati del problema, è molto complicato rispondere. Ai fini del compito è sufficiente sfruttare le condizioni di conservazione che avete individuato in precedenza e scrivere delle equazioni "sensate" che vi permettano di mettere in relazione le varie grandezze incognite. Discutete per benino in brutta! [Non utilizzate valori numerici, che non sono forniti, in questa risposta, ma limitatevi ad esprimere le equazioni in funzione dei dati letterali noti del problema; indicate con g il modulo dell'accelerazione di gravità. State bene attenti a considerare nel modo corretto la velocità della massa m che, mentre ruota, si avvicina anche verso il buco per effetto della discesa della massa M]

Discussione: ……………………………. dalla conservazione dell'energia si ottiene $Mg\Delta h = (m/2)(v^2 - v_0^2) + (M/2)(V^2 - V_0^2)$ con v e V velocità delle due masse (i pedici "0" si riferiscono in modo ovvio alla situazione iniziale). Per la conservazione del momento angolare rispetto al buco si ha $I_0\omega_0=I\omega$, dove $I_0 = mR_0^2$ e $I = mR^2$, con $R=R_0-\Delta h$ (essendo la fune inestensibile, il raggio dell'orbita diminuisce dello stesso tratto di distanza di cui la massa M scende verso il basso). A questo punto occorre notare che, nel problema considerato, la massa m ha velocità con componenti sia tangenziali che radiali, per cui $v^2=v_T^2+v_R^2$ (un'analoga espressione si ha anche all'istante iniziale). Si avrà inoltre $v_T = \omega R$ e $v_T=V$ (anche in questo caso un'analoga equazione si ha anche per l'istante iniziale), dove l'ultima equazione dipende dal fatto che la fune è inestensibile. Tenendo anche conto della relazione tra le masse, si ottengono dunque le seguenti equazioni: $\omega R^2=\omega_0 R_0^2$; $4g\Delta h = v^2 - v_0^2 + 2(V^2-V_0^2) = \omega^2R^2-\omega_0R_0^2+3V^2-3V_0^2$; $R = R_0-\Delta h$

4. Una quantità $n = 1.0\text{x}10^{-1}$ moli di gas perfetto **monoatomico** compie il ciclo termico **reversibile** costituito dalla successione delle seguenti trasformazioni: espansione isoterma A→B, compressione isobara B→C, compressione adiabatica C→A. I dati noti del ciclo sono: $P_A = P_0 = 8.3\text{x}10^5$ 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]

a) Quanto vale il volume V_B del gas al punto B del ciclo?

V_B = …………………………….. = ... litri $P_0V_0/(P_0(V_0/V_1)^\gamma) = V_0(V_1/V_0)^\gamma = V_08^{5/3} = 32V_0 = 32$ litri [per la legge dei gas perfetti deve essere $V_B = nRT_B/P_B = nRT_0/P_B$, con $T_0 = P_0V_0/(nR)$; per l'adiabatica C→A si può scrivere $P_C = P_B = P_0(V_0/V_1)^\gamma$, con $\gamma = c_P/c_V =(c_V+1)/c_V = 5/3$; combinando le due equazioni si ottiene la soluzione]

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

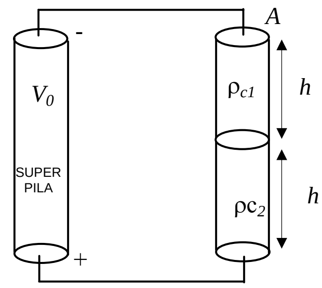
η = ... ~ .... $1+c_P((V_0/V_1)^{\gamma-1}-1)/(R(c_P/c_V)ln(V_1/V_0)) = 1 + (3/2)(1/8^{2/3}-1)/ln(8) = 1 - (3/2)(3/4)/ln(8) \sim 0.46$ [l'efficienza del ciclo è $\eta = L/Q_{ass} = 1 + Q_{ced}/Q_{ass}$. Il calore viene assorbito nella trasformazione A→B e ceduto in quella B→C (la C→A non scambia calore!) e si ha $Q_{ass} = L_{A\to B} = nRT_0ln(V_B/V_0)$ e $Q_{ced} = nc_P(T_C-T_B) = nc_P(T_C-T_0)$. Per determinare la temperatura T_C basta usare la legge delle isobare: $T_C = T_BV_C/V_B = T_0V_1/V_B = T_0V_1/(V_0(V_1/V_0)^\gamma) = T_0(V_0/V_1)^{\gamma-1}$. Usando l'espressione $c_P = R+c_V = (5/2)R$ e sfruttando le note proprietà della funzione logaritmo, si ottiene il risultato]

c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS per la **successione** di trasformazioni A→B→C?

ΔS= .... = ... J/K 0 [la variazione di entropia è una funzione di stato che dipende solo dai punti iniziale e finale della trasformazione; nel caso considerato tali punti sono connessi da una adiabatica reversibile compiuta in senso inverso, e per una adiabatica reversibile si ha $\Delta S = 0$]

-- **PARTE 4**

5. Un circuito elettrico è formato da una pila (un generatore ideale di differenza di potenziale $V_0 = 1.4$ V) collegata ad un resistore elettrico. Il resistore è costituito da una coppia di elettrodi perfettamente conduttori che racchiudono una serie di due bacchette cilindriche **omogenee** (con la stessa area di base $A = 10$ mm^2 e la stessa altezza $h = 2.0$ cm) formate da **due diversi materiali debolmente conduttori** con resistività rispettivamente $\rho_{c1} = 2.0\text{x}10^{-3}$ ohm m e $\rho_{c2} = 5.0\text{x}10^{-3}$ ohm m. La figura rappresenta uno schema del circuito. Supponete che all'interno di ognuno dei due materiali debolmente conduttori il campo elettrico sia **uniforme** e diretto assialmente (verticalmente rispetto alla figura); considerate il sistema in **condizioni stazionarie**.



a) Quanto vale la potenza P erogata dal generatore?

P= …………………………………….. = ……… W $V_0^2/R_{TOT} = 0.14$ W, con $R_{TOT} = (\rho_{C1}+ \rho_{C2})\, h/A$ [dale definizioni di potenza elettrica e di resistenza in un sistema a simmetria piana, come quello considerate, che è costituito dalla serie di due resistori]

b) Quanto vale la densità superficiale di carica elettrica σ che si accumula, in condizioni stazionarie, sulla superficie di interfaccia tra i due conduttori, cioè sulla superficie tra il materiale 1 e il materiale 2? [Usate il valore $\varepsilon_0 = 8.8\text{x}10^{-12}$ F/m come costante dielettrica dei materiali]

σ = ……………………………………. = ……. C/m^2 $\varepsilon_0(E_1 - E_2) = \varepsilon_0(J_1\rho_{C1} - J_2\rho_{C2}) = \varepsilon_0J_1(\rho_{C1} -\rho_{C2}) = \varepsilon_0V_0(\rho_{C1} -\rho_{C2})/(R_{TOT}A) = -2.6\text{x}10^{-10}$ C [per il teorema di Coulomb, ovvero l'applicazione del teorema di Gauss ad una scatola cilindrica con il suo asse parallelo a quello del resistore e con le due superfici di base una nel materiale 2 e l'altra nel materiale 1). Notate che il campo elettrico nei due materiali è proporzionale alla densità di corrente, che è la stessa e si ottiene in modo diretto dalla corrente (i vettori $\boldsymbol{j}$ sono uniformi), e alla resistività, da cui la soluzione]

c) Che direzione, verso e modulo ha il vettore (di Poynting) $\boldsymbol{S}=\boldsymbol{E}\text{x}\boldsymbol{B}/\mu_0$ sulla superficie (laterale) dei cilindri costituiti dai due materiali 1 e 2? E che direzione e verso avrà, ragionevolmente, lo stesso vettore sulla superficie (laterale) della pila? Discutete per benino in brutta. [Per la pila, sfruttate la simmetria cilindrica suggerita dalla figura; notate che, per il calcolo, conviene riferirsi a punti che si trovano subito all'interno dei materiali, in prossimità delle superfici]

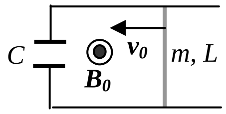
Direzione e verso di $\boldsymbol{S}$ sulla superficie del resistore: ……………………………………………. radiale entrante [il campo elettrico ha direzione assiale e, in tutte e due i conduttori, ha il verso che va dal segno positivo a quello negativo, cioè verso l'alto di figura. Il campo magnetico è tangenziale e il suo verso è dato dalla regola della mano destra, versione "ciao ciao". Applicando la regola della mano destra "standard" ai vettori $\boldsymbol{E}$ e $\boldsymbol{B}$ è immediato trovare questa risposta. Notate che, essendo il vettore di Poynting rappresentativo della potenza trasferita (il suo flusso è proprio pari alla potenza) la risposta è ovvia, dato che sostanzialmente indica che della potenza viene trasferita all'interno del resistore]

S_1 = ………………………………………. = ………. W/m^2 $P(\rho_{C1}/(\rho_{C1} + \rho_{C2})/(2\pi rh) = 1.8\text{x}10^2$ W/m^2, con $r = (A/\pi)^{1/2}$ [i due vettore sono ortogonali tra loro, e dunque il modulo del vettore di Poynting è dato dal prodotto dei moduli del campo elettrico e del campo magnetico. Il campoo elettrico è stato già determinato sopra a partire dalla differenza di potenziale e della resistenza totale del sistema, e vale $E_1 = j_1\rho_{C1} = (V_0/(AR_{TOT}))\rho_{C1}$. Il campo magnetico si determina con il teorema di Ampere, usando un circuito circolare di raggio $r = (A/\pi)^{1/2}$ e notando che la corrente concatenata è tutta la corrente che scorre nel materiale, cioè V_0/R_{TOT}. Si ha dunque: $B_1 = \mu_0V_0/(2\pi rR_{TOT})$, da cui $S_1 = (V_0^2/R_{TOT})(\rho_{C1}/(2\pi rR_{TOT}A)$, da cui, riutilizzando l'espressione di R_{TOT}, e ricordando quella di P, si ottiene la soluzione] la soluzione]

S_2 = ………………………………………. = ………. W/m^2 $P(\rho_{C2}/(\rho_{C1} + \rho_{C2})/(2\pi rh) = 4.5\text{x}10^2$ W/m^2 [vedi sopra]

Direzione e verso di $\boldsymbol{S}$ sulla superficie della pila: ……………………………………………. radiale uscente [si ragiona similmente a sopra. Occorre però notare che, mentre la corrente scorre sempre nello stesso verso (antiorario rispetto alla figura), è necessario ipotizzare che il campo elettrico abbia un verso che è contrario a quello che si ha nel resistore. Infatti in condizioni stazionarie la circuitazione del campo elettrico sull'intero circuito (compreso il tratto interno al generatore) deve fare zero, ed è quindi indispensabile che il campo elettrico nel generatore cambi di segno. In altre parole, dovendo la pila fornire della forza elettromotrice, cioè una certa differenza di potenziale tra i suoi elettrodi, il campo elettrico al suo interno deve puntare verso il basso della figura (ovviamente stiamo utilizzando tutte le ragionevoli assunzioni legate alla geomteria cilindrcia del sistema!). D'altronde la potenza che viene trasferita all'interno del resistore proviene proprio dal generatore, per cui anche con questo tipo di approccio si ottiene che il vettore di poynting deve "uscire" dal generatore per poi poter "rientrare" nel resistore]

6. Una barretta perfettamente conduttrice di lunghezza L e massa m scorre in direzione **orizzontale** sotto l'azione di un operatore esterno, che la mantiene a velocità costante $\boldsymbol{v_0}$ diretta nel verso indicato in figura. La barretta è collegata a due guide conduttrici che formano, assieme alla barretta, una sorta di spira che si chiude su un condensatore di capacità C; come indicato in figura. Lo spazio compreso all'interno di questa sorta di spira è attraversato da un campo magnetico esterno **uniforme e costante** $\boldsymbol{B_0}$ diretto come in figura (esce dal foglio).



a) Qual è, rispetto alla figura, il verso della corrente che il campo magnetico induce nel circuito? Commentate per benino, in brutta, il perché.

☐ Orario X ☐ Antiorario ☐ Indeterminato

Commento: .... La legge di Lenz stabilisce che la corrente indotta tende a "contrastare" la variazione di flusso magnetico attraverso la "spira". Stabilendo come positivo il flusso generato dal campo esterno, si vede che esso tende a diminuire con il tempo a causa della riduzione dell'area della spira. Il campo indotto deve tendere a mantenere costante il flusso e quindi ha **lo stesso verso** della corrente che creerebbe il campo esterno; la regola della mano destra stabilisce che questo verso è quello antiorario. Alla stessa conclusione si giunge anche considerando il verso della forza magnetica che agisce sulle cariche della barretta. Notate che una vera e propria corrente si ha solo all'inizio, nel transiente durante il quale la barretta viene messa in movimento

b) Come si esprime la carica Q accumulata sul condensatore in condizioni stazionarie? [Non ci sono valori numerici per questa risposta: usate le espressioni letterali dei dati noti]

Q = …………………………………... $CV = CB_0Lv_0$ [il campo "impresso" nella barretta produce una differenza di potenziale B_0Lv_0 che è **costante** nel tempo; questa differenza di potenziale è anche quella che si trova ai capi del condensatore, da cui la risposta]

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, 23/7/2009 Firma: