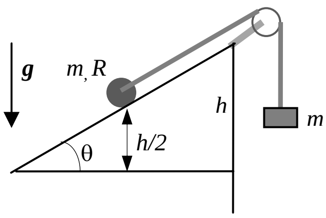
Corso di Laurea Ing. EA – ESAME DI FISICA GENERALE - 16/6/2009

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. Un cilindro pieno e omogeneo di massa m = 1.0 kg e raggio R = 10 cm **rotola senza strisciare** su un piano inclinato di altezza h = 5.0 m che forma un angolo $\theta = \pi/6$ rispetto all'orizzontale. Un giogo di massa trascurabile è collegato all'asse del cilindro in modo tale che questo possa ruotare con attrito trascurabile attorno al suo asse geometrico; al giogo è attaccata una fune inestensibile e di massa trascurabile che, dopo essere passata per la gola di una puleggia di **massa trascurabile** che può ruotare con attrito trascurabile, termina con una massa m = 1.0 kg. Nel suo tratto dal cilindro alla puleggia, la fune è parallela al piano inclinato; la figura rappresenta una visione schematica del sistema. Come già affermato, il cilindro si muove di **rotolamento puro** (il piano presenta un coefficiente di attrito sufficiente perché questo si verifichi), mentre la massa si muove in direzione verticale. La puleggia, avendo massa trascurabile, non partecipa alla dinamica del sistema. [Usate il valore g = 9.8 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che $sin(\pi/6)$ = ½ e $cos(\pi/6)$ = $3^{1/2}/2$, con $3^{1/2} \sim 1.7$; trascurate ogni forma di attrito eccetto quello necessario al rotolamento puro]



a) Inizialmente il cilindro è mantenuto "a metà strada" lungo il piano inclinato da una forza esterna ("a metà strada" significa che il punto più basso del cilindro si trova ad altezza $h'=h/2$ rispetto all'orizzontale). Ad un certo istante questa forza viene rimossa istantaneamente, senza fornire alcuna velocità al cilindro. Discutete per bene in brutta se il sistema cilindro+massa rimane fermo o si muove, e specificate in che verso si ha (l'eventuale) movimento. Inoltre, nel caso ci sia movimento, quanto vale, in modulo, la forza di attrito statico F_A tra cilindro e piano? [Ricordate che il moto del cilindro è di rotolamento puro, cioè esso rotola e trasla, e con esso si muove anche la massa m!]

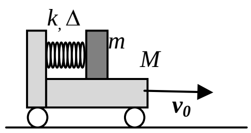
Discussione: ………………………… quando il cilindro si muove (di moto traslatorio del centro di massa e di rotazione attorno al centro di massa) si muove anche la massa (ovviamente di moto traslatorio verticale). Si hanno dunque tre equazioni del moto per a_{CM}, α, a (rispettivamente accelerazione del centro di massa, accelerazione angolare del cilindro, accelerazione della massa). Visto che la fune è inestensibile, è $a_{CM} = a$ e, a causa del rotolamento puro, $\alpha = a/R$. Sulla massa agisce la forza peso $m\mathbf{g}$ (verso il basso) e la tensione della fune $\mathbf{T}$ (verso l'alto): scegliendo come positiva la direzione verticale verso il basso, si ha quindi $a = a_{CM} = g - T/m$. Sul cilindro agiscono la forza peso $m\mathbf{g}$, la reazione del piano $\mathbf{N}$ (ortogonale al piano), la tensione $\mathbf{T}$ della fune (diretta parallelamente al piano, verso l'alto) e la forza di attrito $\mathbf{F_A}$ (anch'essa diretta parallelamente al piano e di verso opposto a quello del moto incipiente del cilindro). Prendendo la direzione del piano, che è quella lungo la quale può avvenire il moto, e scegliendo come positivo il verso diretto verso l'alto (in accordo con la scelta dei segni fatta prima per il moto della massa m, infatti se il cilindro sale la massa scende), si ha $a_{CM} = T/m - g sin\theta \pm F_A/m$, dove il segno davanti alla forza di attrito è negativo se il cilindro scende e positivo se sale. Notate che la tensione T della fune è la stessa ai suoi due estremi, dato che la puleggia ha massa trascurabile. Infine per il moto di rotazione si ha $\alpha = a_{CM}/R = F_A R/I = 2F_A/(mR)$, avendo notato che la forza di attrito è l'unica ad avere momento non nullo rispetto all'asse del cilindro e che il momento di inerzia vale $I = mR^2/2$, essendo il cilindro omogeneo. Verifichiamo prima di tutto se c'è movimento. In condizioni di equilibrio la forza di attrito sarebbe ovviamente nulla (si ha attrito solo se c'è movimento incipiente) e quindi per l'equilibrio dovrebbe essere $T = mg sin\theta$. D'altra parte dovrebbe anche essere $T = mg$ per garantire l'equilibrio della massa. Dunque l'equilibrio non c'è. Per studiare il movimento occorre risolvere il sistema delle tre equazioni sopra scritte (che hanno tre incognite, a_{CM}, T, F_A). Si ottiene $a_{CM} = 2g(1-sin\theta)/5 = g/5 > 0$. Dunque il cilindro si muove verso l'alto

F_A = …………………………………… = ……….. N $mg/10$ = 0.98 N [dalla soluzione del quesito precedente si ha $F_A = ma_{CM}/2$, da cui, tenendo conto di quanto già trovato, la soluzione]

b) Quanto vale la velocità v_{CM} del centro di massa del cilindro nell'istante in cui questo raggiunge la sommità , o la base (a seconda che esso si muova verso l'alto o verso il basso), del piano inclinato?

v_{CM} = …………………………………… ~ ……….. m/s $(2gh(1/sin\theta -1)/5)^{1/2} = (4gh/5)^{1/2} \sim 6.3$ m/s [la forza di attrito F_a non compie lavoro e, supponendo come ragionevole che gli altri attriti siano trascurabili, si conserva l'energia meccanica. Dalla soluzione del quesito precedente sappiamo che il cilindro si muove verso l'alto; quando esso raggiunge la sommità del cilindro la sua energia potenziale gravitazionale varia della quantità $\Delta U_{G1} = mgh/2$. Contemporaneamente la massa scende per un tratto pari a $h/sin\theta$, e la sua energia potenziale gravitazionale varia della quantità $\Delta U_{G2} = -mgh/sin\theta$. Inoltre la variazione di energia cinetica si scrive $\Delta E_K = (m/2)v_{CM}^2 + (I/2)\omega^2 + (m/2)v^2$. Notando che, per il rotolamento puro, $\omega = v_{CM}/R$ e che $v = v_{CM}$ (essendo la fune inestensibile la massa si muove alla stessa velocità del centro i massa del cilindro), e usando $I = mR^2/2$, si ha $\Delta E_K = (m/2)v_{CM}^2(1+1+1/2) = 5mv_{CM}^2/2$. Infine, imponendo la conservazione dell'energia meccanica, cioè $0 = \Delta E_K + \Delta U_{G1} + \Delta U_{G2}$, si ottiene la soluzione]

2. Una molla di massa trascurabile e costante elastica $k = 1.0\times10^3$ N/m è montata su un carrellino di massa M = 1.1 kg che può scorrere con attrito trascurabile lungo un binario orizzontale. Inizialmente la molla si trova compressa per un tratto **incognito** Δ a causa di un filo che ne collega gli estremi e un proiettile di massa $m = M/10$ = 0.11 kg si trova appoggiato ad un estremo della molla (l'altro estremo è solidale ad una sponda, rigida, del carrellino), come rappresentato in figura. In queste condizioni iniziali, **l'intero sistema** (carrellino+proiettile) si muove con velocità $\mathbf{v}_0$ di modulo 1.0 m/s e direzione orizzontale. Ad un dato istante, il filo viene tagliato e il proiettile viene "sparato" via. In seguito a questo evento, si osserva che il carrellino rallento **fino a fermarsi** completamente. [Trascurate completamente gli attriti sul moto e trascurate gli effetti della **forza peso** sul moto del proiettile, che quindi avviene in direzione orizzontale]



a) Quanto vale la velocità v del proiettile nell'istante in cui il carrello si ferma? [Considerate bene le grandezze che si conservano nel processo!]

v = ……………………………………= ……… m/s $(M+m)v_0/m = 11\ v_0$ = 11 m/s [il sistema è isolato lungo l'asse orizzontale, per cui in questa direzione si ha $(m+M)v_0 = mv$; potendo trascurare il moto del proiettile in direzione verticale, affermazione conseguente alla circostanza che forza peso e attriti sono trascurabili, si ha che questa è la velocità chiesta nella domanda]

b) Quanto vale la compressione iniziale Δ della molla? [Notate che, quando il carrello si ferma, la molla si trova alla sua lunghezza di riposo]

Δ = ……………………………………~ ……… m $(((M/m)(M+m)v_0^2)/k)^{1/2} = 11\times10^{-2}$ m [non essendoci forze dissipative, nel processo si conserva l'energia meccanica. Pertanto si ha $0 = \Delta E_K + \Delta U$ dove $\Delta E_K = (m/2)v^2 - (M+m)v_0^2/2 = (M/m)(M+m)v_0^2/2$. La variazione di energia, potendosi trascurare ogni effetto legato alla forza peso, è dovuta alla sola energi elastica : $\Delta U = -(k/2)\Delta^2$, da cui la soluzione]

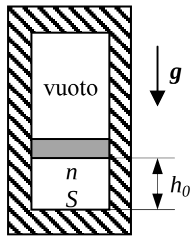
-- **PARTE 3**

3. Un disco omogeneo di massa M = 1.0 kg e raggio R = 10 cm si trova a ruotare velocità angolare ω_0 = 27 rad/s attorno ad un perno che passa per il proprio asse geometrico. La rotazione avviene con **attrito trascurabile** (potete supporre che tra perno e disco ci sia un cuscinetto a sfera di dimensioni trascurabili e di attrito altrettanto trascurabile); il perno, che è vincolato ad un pavimento rigido e indeformabile, ha direzione verticale. Quindi il disco si trova a ruotare su un piano orizzontale. Ad un dato istante, un chiodo (praticamente puntiforme) di massa $m = M/4$ = 0.25 kg viene sparato sulla superficie del disco dove **rimane conficcato** in un punto che dista $R' = R/2$ = 5.0 cm dall'asse del disco. Subito prima dell'impatto, il chiodo ha una velocità diretta **verticalmente** (verso il basso) di modulo v_0 = 20 m/s. Si osserva che, durante e dopo l'impatto, il disco (ovvero il sistema disco+chiodo) ruota sempre su un piano orizzontale.

a) Quanto vale la velocità angolare ω che il **sistema** disco+chiodo assume subito dopo l'urto? [Spiegate bene, in brutta, quali grandezze meccaniche del sistema si conservano]

ω = …………………………………… = ... rad/s $(MR^2/(MR^2+mR^2/2))\omega_0 = (1/(1+m/(2M)))\omega_0 = 8\omega_0/9$ = 24 rad/s [le forze (presumibilmente impulsive) di interazione tra proiettile e disco sono ovviamente interne al sistema e quindi non vanno valutate nelle conservazioni. Sicuramente, essendo l'urto anelastico, non si conserva l'energia cinetica del sistema. Inoltre non si conserva neanche la quantità di moto del sistema; essa, infatti, è non nulla prima dell'urto, mentre dopo l'urto il disco rimane sullo stesso piano orizzontale in cui si trovava prima dell'urto, e con esso rimane il proiettile. Dunque non c'è movimento traslatorio, cioè la quantità di moto si annulla. Responsabile della mancata conservazione è la forza (impulsiva ed esterna al sistema) che il perno esercita sul sistema. Tale forza, però, ha momento nullo rispetto all'asse (il suo braccio è nullo), per cui si conserva il momento angolare assiale. Prima dell'urto, il momento angolare è $L_0 = I\omega_0$ con $I = MR^2/2$, dato che il proiettile, che si muove in direzione verticale (ovvero parallela all'asse) non dà contributo alla componente assiale del momento angolare. Dopo l'urto, invece, il momento angolare assiale è $L = I'\omega$, con $I' = I+m(R/2)^2 = (R^2/2)(M+m)$ momento di inerzia complessivo del sistema rispetto all'asse di rotazione. Dalla conservazione del momento angolare assiale si ottiene la soluzione. Notate che il momento angolare in direzione non assiale non si conserva, sempre a causa della presenza del perno]

4. Un recipiente cilindrico indeformabile di sezione S = 8.31 cm^2 è rivestito di materiale **isolante termico**. Al suo interno si trova un tappo di massa m = 10 kg che può scorrere **con attrito trascurabile** in direzione verticale; il tappo, che è a tenuta stagna, divide il volume interno al recipiente in due parti, come schematizzato in figura. Nella parte superiore è fatto il vuoto pneumatico. Nella parte inferiore, invece, si trova un campione di n = 1.00x10^{-2} moli di gas perfetto monoatomico oltre a una piccola carica esplosiva, di massa e volume trascurabile. Inizialmente il sistema è in equilibrio con il tappo che si trova ad una quota h_0 = 8.31 cm misurata dal fondo del recipiente (vedi figura). [Ricordate che, per un gas perfetto monoatomico, si ha $c_v = 3R/2$; usate il valore R = 8.31 J/(K mole) per la costante dei gas perfetti e g = 9.80 m/s^2 per il modulo dell'accelerazione di gravità]



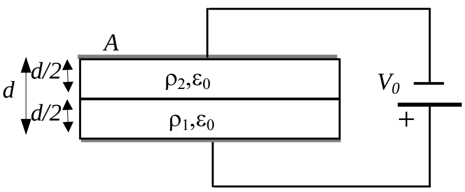
a) Quanto vale la temperatura T_0 del gas in queste condizioni di equlibrio?
T_0 = ……………………………………= ……… K $mgh_0/(nR)$ = 98.0 K $nR/(Sh_0))(T_1-T_0)$ = 6.00x10^5 Pa [la pressione è dovuta alla forza peso del tappo, cioè $P_0 = mg/S$, da cui, usando la legge dei gas perfetti e notando che $V_0 = Sh_0$, si ottiene la soluzione]

b) Ad un certo istante, la piccola carica esplosiva fa boom, rilasciando un'energia Q = 98.0 J al gas (considerate trascurabile l'eventuale variazione di volume e di massa dovuta all'esplositone). **Dopo aver atteso un po' di tempo**, il gas ristabilisce una nuova condizione di equilibrio. Quanto vale la quota del tappo h in questa nuova condizione di equlibrio ? [State attenti a considerare il fatto che l'esplosione produce effetti « violenti » sul gas, che quindi evolverà senza passare per stati di equilibrio...]
h = ……………………………………= ……… cm $h_0 +2Q/(5mg)$ = 48.3 cm [la trasformazione è ovviamente non reversibile, e quindi alla domanda non si può dare una risposta sulla base di leggi di trasformazioni reversibili. Tuttavia si può usare il primo principio della termodinamica, che stabilisce $Q = L + \Delta U$. Il lavoro fatto dal gas, essendo in assenza di forze dissipative, è pari alla vasriazione di energia potenziale gravitazionale del tappo, cioè $L = mg(h-h_0)$, mentre la variazione di energia interna del gas è $\Delta U = nc_V(T-T_0) = 3nR(T-T_0)/2$. Essendo il sistema isolato termicamente, la temperatura finale T è quella di equilibrio alla pressione P_0 determinata prima (la massa del tappo non cambia !) e al volume $V = Sh$. Sostituendo e facendo un po' di algebra si ottiene la soluzione Notate che lo stesso risultato si ottiene anche usando il calore specifico a pressione costante : infatti la pressione nella trasformazione rimane costante, tuttavia, visto il carattere non reversibile, è necessario specificare qual è lo stato finale di equilibrio]

c) Quanto vale la variazione di entropia ΔS **del gas** dovuta alla trasformazione conseguente all'esplosione ? [Potrebbe farvi comodo ricordare che $c_P = c_V+R$ e sapere che $ln(48.3/8.3) \sim 1.76$]
ΔS = ……………………………………= ……… J/K $(5nR/2)ln(h/h_0)$ ~ 0.366 J/K [pur essendo la trasformazione irreversibile, per definizione di variazione di entropia occorre utilizzare nel calcolo una trasformazione reversibile che abbia gli stessi valori iniziali e finali delle variabili di stato, Visto che la pressione finale è uguale alla pressione iniziale (prima dell'esplosione), conviene considerare un'isobara reversibile, per la quale si ha $\Delta S = nc_Pln(T/T_0)$, con $c_p = c_V+R = 5R/2$. Inoltre è $T/T_0 = V/V_0 = h/h_0$, da cui la soluzione]

-- **PARTE 4**

5. Un condensatore ad armature piane e parallele è formato da due dischi circolari sottili di materiale ottimo conduttore aventi area A = 1.0x10^2 cm^2 affacciati l'un l'altro a distanza d = 4.4 cm (i due dischi sono ovviamente concentrici). Lo spazio fra le due armature è riempito da due cilindri con base di area coincidente con quelle dei dischi e altezza $d' = d/2$ = 2.2 cm. I due cilindri sono fatti di due diversi materiali **debolmente conduttori**, con resistività rispettivamente ρ_1 = 1.0x10^5 ohm m e $\rho_2 = 4\rho_1$ = 4.0x10^5 ohm m (la costante dielettrica vale ε_0 = 8.8x10^{-12} F/m per tutti e due i materiali). Le armature del condensatore sono collegate a un generatore ideale di differenza di potenziale V_0 = 10 V collegato come in figura (il polo positivo è sull'armatura "inferiore", che è a contatto con il materiale di resistività ρ_1). [Supponete che le dimensioni del sistema siano tali da **poter trascurare gli effetti ai bordi**, cioè che il campo elettrico sia nullo fuori dal condensatore è diretto assialmente al suo interno]



Vista laterale

a) Quanto vale, all'**equilibrio**, la carica elettrica Q che si trova (se ci si trova!) all'interfaccia tra i due materiali?
Q = …………………………………… = ……….. C $2V_0A\varepsilon_0 (\rho_2-\rho_1)/(d(\rho_1+\rho_2)$ = -2.4x10^{-11} C [a causa della presenza dei materiali debolmente conduttori, all'interno del sistema circola corrente elettrica. Pertanto nei due materiali c'è una densità di corrente; in linea di principio, questa densiià di corrente potrebbe essere diversa nei due materiali, cioè potrebbe essere $\boldsymbol{j_1} = \boldsymbol{E_1}/\rho_1 \neq \boldsymbol{j_2} = \boldsymbol{E_2}/\rho_2$, tuttavia per la continuità della corrente, essendo i campi elettrici uniformi (all'interno di ogni materiale, affermazione vera se si trascurano gli effetti ai bordi) e diretti lungo l'asse del sistema, deve essere $j_1 = j_2$. La condizione che riguarda la differenza di potenziale implica che $V_0 = \int \boldsymbol{E} \bullet \boldsymbol{dl} = E_1d/2 + E_2d/2$, dove abbiamo sfruttato direzione e verso dei campi elettrici nei due materiali, e abbiamo notato che tali campi devono essere diversi tra loro dato che la densità di corrente è la stessa ma diverse sono le resistività. A questo punto, avendo stabilito che i campi sono diversi nei due materiali, per trovare la carica che si deposita all'interfaccia occorre applicare Gauss, ad esempio su una scatola a forma di barttolo del tonno, con basi parallele alle due armature e grandi quanto queste e asse verticale. Il flusso del campo elettrico che attraversa questa scatola è dovuto solo alle superfici di base, dato che, trascurando gli effetti ai bordi, i campi sono assiali, cioè verticali. Si ha $\Phi(\boldsymbol{E}) = A(E_2-E_1)$ [state attenti ai segni, che sono diversi essendo diverso il verso del versore uscente dalle due superfici di base]. La carica contenuta in questa scatola è solo quella che si trova all'interfaccia, dato che i campi sono uniformi (nei due materiali), cioè è proprio la Q che si sta cercando. Unendo tutte le informazioni trovate, cioè mettendo a sistema le tre equazioni che ne vengono fuori, si ottiene la soluzione]

b) Quanto valgono e che direzioni e verso hanno i campo magnetici $\boldsymbol{B_1}(r)$ e $\boldsymbol{B_2}(r)$ che si misurano **all'interno** dei due materiali ad una distanza r generica dall'asse del condensatore (la congiungente i centri dei due dischi)? [Supponete condizioni **stazionarie**; **non** usate valori numerici per questa risposta, indicando i parametri **noti** del problema con la loro espressione letterale. Usate μ_0 per la permeabilità magnetica dei materiali, equivalente a quella del vuoto]
Direzione e verso: …………………………………… all'interno dei materiali passa, come detto, una corrente elettrica. La situazione non è troppo diversa da quella che si ha quando un filo elettrico è percorso da corrente (qui si è, in realtà, all'interno del filo, ma direzione e verso non cambiano). Quindi, facendo riferimento ad un sistema cilindrico con asse coincidente con l'asse del sistema, la direzione è tangenziale e il verso è quello dato dalla regola del ciao ciao, con il pollicione diretto come la corrente (che va dal basso all'alto rispetto alla figura)
$B_1(r)$ =…………………………………… $V_0r/(\mu_0d(\rho_1+\rho_2))$ [visto che la geometria del sistema consente di stabilire che i campi magnetici hanno direzione tangenziale, si può utilizzare il teorema di Ampere eseguendo la circuitazione su una circonferenza parallela alle armature e di raggio generico r (ovviamente tale circonferenza è concentrica al sistema). La circuitazione si esprime $B_{1,2}2\pi r$. Per usare il teorema di Ampere occorre individuare la corrente concatenata a tale circonferenza (notate che, sulla base della domanda, la circonferenza è sempre interna al sistema). Essa è evidentemente data dal flusso della densità di corrente calcolato sulla superficie (circolare) delimitata dalla circonferenza stessa. Poiché, come già osservato, la densità di corrente è assiale e uniforme (in **tutto** il sistema), il flusso non è altro che il prodotto del modulo di j per la superficie del cerchio, cioè $j\pi r^2$. Il modulo della densità di corrente si trova agevolmente seguendo il ragionamento esposto per rispondere al quesito precedente: si ha $j = 2V_0/(d(\rho_1+\rho_2))$, da cui la soluzione. Notate che, come ovvio a causa dell'uniformità della densità di corrente, il campo magnetico misurato nei due materiali (purché ci si trovi alla stessa distanza dall'asse) è lo stesso]V_0
$B_2(r)$ = …………………………………… $B_1(r)$ [vedi sopra]

c) Quanto vale il flusso del vettore $\boldsymbol{S}$, $\Phi(\boldsymbol{S})$**,** attraverso la **superficie laterale** dell'intero sistema? Notate che il vettore $\boldsymbol{S}$ (noto come vettore di Poynting) è definito come: $\boldsymbol{S} = \boldsymbol{E} \times \boldsymbol{B}/\mu_0$. [Per la soluzione è necessario esprimere il valore del campo elettrico proprio "sul bordo" laterale del condensatore: supponete che esso sia uguale a quello che si misura subito dentro il condensatore; notate l'unità di misura della grandezza considerata]

$\Phi(\boldsymbol{S}) =$ .... = ... W $-(2V_0^2 r_0/d^2)(\rho_1+\rho_2)/(\rho_1+\rho_2)^2(2\pi r_0 d/2) = -V_0^2/((\rho_1+\rho_2)(d/2)/A) =. 9.1\times10^{-5}$ W [nei materiali si trova un campo elettrico, assiale e diretto verso l'alto, e un campo magnetico, tangenziale e di verso dato dalla regola del ciao ciao. Il loro prodotto vettoriale è non nullo e diretto radialmente (il verso è entrante, come si verifica con la regola della mano destra). Il modulo del vettore S si trova facilmente, notando che campo elettrico e magnetico sono ortogonali tra loro: $S_{1,2} = E_{1,2}B_{1,2}/\mu_0$, dove gli indici servono a ricordarsi che il campo elettrico è diverso per i due materiali (mentre il campo magnetico è sempre lo stesso). Recuperando le espressioni precedentemente trovate per i campi, si ha $S_{1,2} = 2V_0^2 r_0 \rho_{1,2}/(d^2(\rho_1+\rho_2)^2)$, dove con r_0 si è indicato il raggio del condensatore, ovvero di una sua armatura (è ovviamente $r_0 = (A/\pi)^{1/2}$. Il flusso complessivo risulterà dalla somma dei flussi attraverso le due semisuperfici laterali corrispondenti ai due materiali. Poiché S dipende da r ma r vale r_0 su tutta la superficie laterale del cilindro considerato, il flusso è anche in questo caso dato semplicemente dal prodotto di $S_{1,2}$ per la superficie laterale dei due semicilindri. Da qui si ottiene la soluzione, dove con il segno meno abbiamo voluto indicare che il flusso è relativo a un campo vettoriale entrante nella scatola (ma si trata di convenzione, per cui la dimenticanza eventuale del segno non è errore). Notate che il termine che sta a dividere nella soluzione è, in pratica, la resistenza elettrica R del sistema (si può ottenere facilmente considerando la serie di due resistori elettrici con resistività $\rho_{1,2}$, sezione A e lunghezza $d/2$. Dunque si è trovato $|\Phi(\boldsymbol{S})| = V_0^2/R$, che è la potenza dissipata per effetto Joule, in accordo con il cosiddetto teorema di Poynting]

d) Supponete ora che ad un certo istante il generatore venga scollegato; in queste condizioni si osserva che il condensatore "si scarica". Quanto vale la costante di tempo di scarica τ?

$\tau =$ .... = ... μs $\varepsilon_0(\rho_1+\rho_2)/2 = V_0/(d-s) = 4.4\ \mu$s [il circuito è equivalente, come già notato, a un condensatore con in parallelo la serie delle due resistenze corrispondenti ai due pezzi di materiale. Il tempo di scarica è $\tau = RC$, con $C = \varepsilon_0 A/d$ (è un condensatore ad armature piane e parallele a prescindere dal materiale che c'è dentro) mentre $R = R_1+R_2$, con $R_{1,2} = (d/2)\rho_{1,2}/A$ (è la stessa relazione che si trova per un pezzo di filo elettrico, essendo anche qui la simmetria di tipo piano, cioè essendo i campi uniformi e assiali in ognuno dei materiali). Da qui esce la soluzione]

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, 16/6/2009 Firma: