CdL STCi.a. □ / Chim.c.a. □ – ESAME DI FISICA GENERALE – 9/7/2008

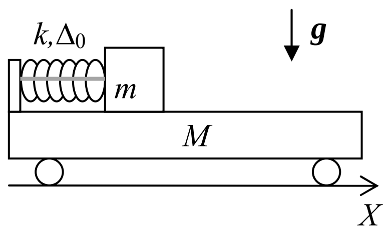
Nome e cognome: ……………………………………………………   Matricola: ……………

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**

1. In un esperimento di ionizzazione di vapori, uno ione positivo di massa m = 60 u.m.a. e carica Z = 1 si muove sotto l'azione di un campo elettrico (esterno, cioè creato da chissà chi e in che modo!) **disomogeneo** diretto nel verso positivo dell'asse X di un sistema di riferimento. Tale campo presenta un'intensità dipendente dalla coordinata x secondo la legge: $E(x) = E_0(1+x/d)$, con d = 3.0 cm ed E_0 costante (incognita). Si sa che all'istante t_0 = 0 lo ione si trova a passare per l'origine del sistema di riferimento avendo una velocità v_0 = 4.0x10^3 m/s orientata nel verso positivo dell'asse X. [Supponete trascurabili gli effetti della forza peso e ogni forma di attrito; ricordate che 1 u.m.a. = 1.6x10^{-27} kg e che la carica unitaria vale e = 1.6x10^{-19} C]
   a) Come si scrive l'equazione del moto dello ione nel campo elettrico citato? [Dovete limitarvi a scrivere la **funzione** $a(x)$ che descrive l'accelerazione dello ione in funzione della coordinata x da lui occupata; **non** usate valori numerici per questa risposta, che va espressa usando i parametri letterali noti del problema]
   $a(x)$ = ……………………………………
   b) Supponete ora che un'osservazione sperimentale suggerisca che, raggiunta la posizione $x' = d$ (con d introdotto precedentemente!), la velocità dello ione valga v''= 5.0x10^3 m/s. Quanto deve valere la costante E_0 che compare nell'espressione del campo elettrico? [Suggerimento: rispondete senza risolvere l'equazione del moto! Può farvi comodo ricordare che, per una variabile generica ξ, si ha $\int \xi^m d\xi = \xi^{m+1}/(m+1)$, valida per $m \neq -1$]
   E_0 = …………………………………… ~ .... V/m

2. Un sistema è costituito da un carrello di massa M = 25 kg che può muoversi con attrito trascurabile nella direzione (**orizzontale**) X e da un blocco di massa $m = M/5$ = 5.0 kg che può scorrere con attrito trascurabile sul piano del carrello stesso. Una molla di massa trascurabile e costante elastica k = 24 N/m collega il blocco con una "sponda" del carrello; inizialmente carrello e blocco sono fermi e la molla è mantenuta compressa per un tratto Δ_0 = 50 cm da un filo inestensibile (di massa trascurabile), come rappresentato in figura. All'istante t_0=0 il filo viene tagliato e si osserva che sia il blocco che il carrello si mettono in movimento. [Considerate il problema come unidimensionale, cioè tale che tutti gli spostamenti avvengano in direzione X ed usate l'asse indicato in figura]



   a) Quanto valgono le velocità v' e V' rispettivamente del blocco e del carrello che si misurano (rispetto al suolo) quando la molla assume la propria lunghezza di riposo? [Notate che alla lunghezza di riposo la molla non ha energia potenziale elastica]
   v' = …………………………………… = ………….. m/s
   V' = …………………………………… = ………… m/s
   b) Quanto vale lo spostamento $\Delta X'$ del carrello misurato rispetto alla posizione iniziale nell'istante in cui la molla assume la lunghezza di riposo? [Per il segno, fate riferimento all'asse indicato in figura]
   ΔX= …………………………………… = …….. m
   c) Quanto vale l'istante t' in cui si verifica la situazione considerata sopra, cioè la molla assume la sua lunghezza di riposo? [Considerate il primo istante in cui ciò si verifica: infatti il moto è **periodico** ed esistono infiniti istanti in cui la molla passa per la sua lunghezza di riposo!]
   t':= …………………………………… ~ ……. s

--- **PARTE 2**

3. Avete una sottile sbarretta cilindrica **omogenea** di sezione S = 1.0 cm^2 e lunghezza L = 10 cm realizzata con un materiale che ha densità di massa **uniforme** ρ_M = 6.0x10^3 kg/m^3. Un estremo della sbarretta è solidale all'asse di un motorino elettrico che, una volta messo in moto, permette alla sbarretta di compiere un movimento di rotazione su un piano **orizzontale**. Inizialmente tutto (motorino e sbarretta) è fermo; all'istante t_0=0 il motorino viene azionato ed inizia a fornire una potenza **costante** P = 10 W alla rotazione della sbarretta. [Considerate **trascurabile** ogni forma di attrito e gli effetti della forza peso, che sono annullati dall'asse del motorino]

a) Quanto vale la velocità angolare ω' della sbarretta all'istante t' = 10 s? [Per il calcolo può farvi comodo ricordare che, per una variabile generica ξ, si ha $\int \xi^m d\xi = \xi^{m+1}/(m+1)$, valida per $m \neq -1$]
ω' = …………………………………… = ……… rad/s

b) Immaginate ora che il materiale di cui è costituita la sbarretta sia un buon conduttore elettrico e che nella regione in cui si trova la sbarretta in rotazione sia presente un campo magnetico esterno **costante ed uniforme** diretto perpendicolarmente al piano di rotazione (cioè diretto verticalmente) e di modulo B_0 = 1.0x10^{-2} T. In queste condizioni si misura una differenza di potenziale V' tra gli estremi della sbarretta. Quanto vale V'? [Eseguite il calcolo riferendovi all'istante t', quando la sbarretta ha velocità angolare ω' determinata al punto precedente; esprimete il **modulo** della differenza di potenziale richiesta]
V' = …………………………………… = ……….. V

4. Un lungo solenoide è realizzato con un numero N = 1000 di spire di sottile filo elettrico di **resistività trascurabile** avvolte in modo da formare una superficie cilindrica di raggio a=1.0 cm ed altezza h=50 cm (h>>a). Il solenoide è collegato ad un generatore di corrente la cui intensità $I(t)$ è variabile nel tempo secondo la legge $I(t) = I_0(1-t/\tau)$, con I_0 = 20 A e τ = 0.10 s. [Usate il valore $\mu_0 = 4\pi$x10^{-7} T m/A per la permeabilità magnetica del vuoto]

a) Come si esprime l'intensità del campo magnetico $B(t)$ all'interno del solenoide in funzione del tempo t? [Sfruttate il fatto che il solenoide è molto lungo e **non** usate valori numerici per questa risposta, limitandovi ad esprimere in modo letterale i parametri noti del problema]
$B(t)$ = ……………………………………

b) Come si esprime la differenza di potenziale $V(t)$ misurata ai capi del solenoide? Qual è il suo valore V' all'istante t' = τ? [Per la prima risposta **non** dovete usare valori numerici; per la seconda sì]
$V(t)$ = ……………………………………
V' = …………………………………… = ……… V

c) Commentate su direzione, verso e intensità del vettore di Poynting che "interessa" il solenoide. [Ricordate che il vettore di Poynting è definito come $\mathbf{S} = \mathbf{E}$x$\mathbf{B}/\mu_0$]
Commento: ……………………………………

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, 9/7/2008 Firma: