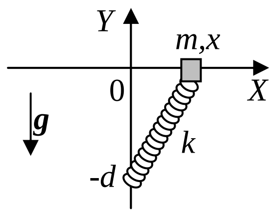
CdL STCi.a. ☐ / Chim.c.a. ☐ – ESAME DI FISICA GENERALE – 18/6/2008

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. Un sottile tondino di metallo rigido e indeformabile si trova lungo l'asse X (orizzontale) di un sistema di riferimento. Un manicotto di massa m, che ha la forma di un piccolo cilindro cavo, può scorrere senza attrito lungo tale tondino; come rappresentato in figura, il manicotto, che può essere considerato **puntiforme**, è attaccato ad una molla il cui altro estremo è rigidamente fissato nel punto di coordinate $x = 0$, $y = -d$ dello stesso sistema di riferimento. La molla ha costante elastica k (nota) mentre la sua massa ed anche la sua lunghezza di riposo possono essere considerate **trascurabili**.



   a) Come si scrive l'equazione del moto del manicotto $a(x)$, ovvero la sua accelerazione **lungo l'asse** X in funzione della posizione x (generica)? Come si scrive la reazione vincolare $N(x)$ che il tondino esercita sul manicotto quando questo si trova in posizione x (generica)? Notate che la reazione vincolare ha **solo componente lungo** Y. [Non usate valori numerici per questa risposta! Suggerimento: considerate attentamente la geometria e usate in modo opportuno le regole fondamentali della trigonometria per le proiezioni di vettori]
   $a(x)$ = ……………………………………
   $N(x)$ = ……………………………………

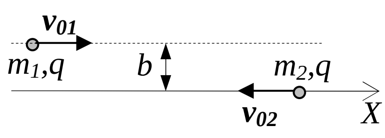
   b) Supponete che inizialmente il manicotto, la cui massa è m = 50 g, sia trattenuto nella posizione x_0 = 40 cm da una forza esterna e che all'istante t_0 = 0 questa forza venga rimossa, in modo che il manicotto cominci a muoversi partendo da fermo. Sapendo che k = 20 N/m e d = 30 cm, quanto vale la velocità v del manicotto quando questo passa per la posizione x = 0 (cioè per l'origine del riferimento)?
   v = …………………………………… ~ .... m/s

2. Due ioni positivi di carica q si avvicinano l'un l'altro muovendosi entrambi lungo l'asse X di un sistema di riferimento. I due ioni hanno masse rispettivamente $m_1 = m$ e $m_2 = 3m$ e le loro velocità iniziali, misurate quando la loro distanza è così grande da poter essere considerata "infinita", hanno lo stesso **modulo**, cioè $v_{01} = v_0$ e $v_{02} = v_0$ (fate attenzione al fatto che gli ioni si muovono l'uno contro l'altro, cioè il verso delle due velocità è opposto!). [Trascurate ogni forma di attrito e ogni effetto della forza peso sul moto degli ioni; per la soluzione non usate valori numerici, che in questo problema non ci sono, ma impiegate i valori letterali noti, in particolare q,m e v_0]

   a) Si osserva che gli ioni si avvicinano l'un l'altro fino a raggiungere una distanza minima, per poi riallontanarsi. Come si esprimono le velocità v_1 e v_2 degli ioni quando nell'istante in cui essi si trovano alla distanza minima tra di loro?
   v_1 = ……………………………………
   v_2 = ……………………………………

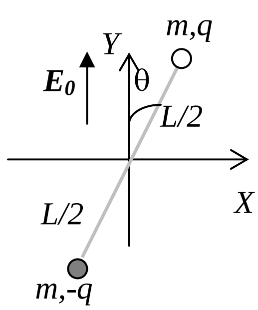
   b) Come si esprime il valore della distanza minima D? [Usate il simbolo κ per la costante della forza elettrica]
   D = ……………………………………

   c) Commentate brevemente su come cambierebbero il problema e le sue soluzioni nel caso in cui lo ione 1 si muovesse inizialmente lungo un asse parallelo all'asse X ma collocato a distanza b da questo (supponete che nulla cambi nel moto iniziale dello ione 1), come rappresentato schematicamente in figura.
   Commento: ……………………………………



-- **PARTE 2**

3. Una molecola polare lineare può essere schematizzata come un sistema di due cariche di segno opposto (q e –q) entrambe di massa m, tenute insieme da un'asta rigida di massa trascurabile e lunghezza L. Supponete che una tale molecola si trovi su un sistema di riferimento in modo che, all'istante t_0=0, il suo asse formi un angolo $\theta=\theta_0$ rispetto all'asse Y,come rappresentato in figura; inoltre l'origine del riferimento è scelta in modo da trovarsi a metà dell'asta. In questo stesso istante t_0=0 viene acceso un campo elettrico **uniforme** di modulo E_0 e direzione dell'asse Y (positiva, come in figura) che agisce in modo omogeneo su tutto lo spazio di interesse. [Non usate valori numerici, che non ci sono in questo problema, in



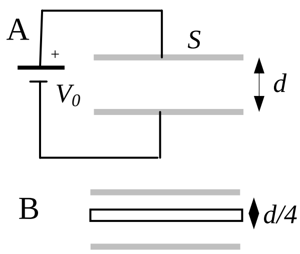
cui dovete esprimere le soluzioni in funzione dei dati letterali noti; trascurate ogni forma di attrito ed ogni effetto della forza peso!]

a) Come si scrivono l'accelerazione traslazionale del centro di massa, a_0, e l'accelerazione angolare per una rotazione attorno al centro di massa, α_0, subito dopo l'accensione del campo elettrico?
a_0 = ……………………………………
α_0 = ……………………………………

b) In seguito all'accensione del campo elettrico si osserva che l'asse della molecola prende ad oscillare attorno alla posizione di equilibrio $\theta = 0$. Supponendo che l'angolo iniziale θ_0 sia molto piccolo (al punto che $sin\theta_0 \sim \theta_0$), come si esprime il periodo T di questa oscillazione? [Suggerimento: ricordate altri sistemi oscillanti ed il loro trattamento matematico!]
T = ……………………………………

c) Come si scrive la funzione $U(\theta)$ che rappresenta l'**energia potenziale** (di natura elettrostatica) del dipolo elettrico quando questo forma un angolo θ generico rispetto alla direzione del campo (cioè all'asse Y)? Commentate con chiarezza sul procedimento adottato e sulle sue implicazioni.
$U(\theta)$ = ……………………………………
Commento: ……………………………………

4. Un condensatore è costituito da due sottili armature piane di materiale conduttore che hanno sezione di area $S = 2.0\text{x}10^2$ cm^2 e sono disposte parallelamente fra loro a distanza reciproca d = 1.0 cm come in figura A. Inizialmente il condensatore è collegato a un generatore di differenza di potenziale $V_0 = 1.0\text{x}10^3$ V per un tempo sufficiente a raggiungere condizioni stazionarie. Quindi **il generatore viene scollegato** e tra le armature viene inserita una lastra di materiale conduttore (globalmente neutro), di spessore $d/4$ ed area S (la lastra viene infilata in modo da "coincidere" perfettamente con le armature e da essere parallela a queste, come rappresentato in figura B; la distanza tra le facce della lastra e le armature non è nota, se necessario fate delle ipotesi ragionevoli). [Usate il valore $\varepsilon_0 = 8.8\text{x}10^{-12}$ F/m per la costante dielettrica del vuoto, che è il "mezzo" compreso tra le armature; tenete conto che le armature e la piastra sono molto estese, e quindi trascurate gli "effetti ai bordi"]



a) Quanto vale la differenza di potenziale V' tra l'armatura superiore e quella inferiore dopo che è stata inserita la lastra? [Supponete che si sia raggiunta una nuova condizione di equilibrio]
V' = …………………………………… = ……V

b) Quanto vale la differenza di energia elettrostatica ΔU_E tra la configurazione finale (quella con la lastra inserita) e quella iniziale (senza lastra)? [State attenti ad esprimere anche il segno giusto]
ΔU_E = …………………………………… = ……….. J

c) Supponete ora che un resistore elettrico di resistenza R = 3.0 Mohm venga collegato tra le armature. Quanto vale il "tempo caratteristico di scarica" τ del sistema così realizzato?
τ = …………………………………… = ……….. s

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, 18/6/2008 Firma: