ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 11/07

1. Un semplice modello "classico" per l'atomo di idrogeno prevede che esso sia composto da un elettrone, di carica $q = -e = -1.6\text{x}10^{-19}$ C e massa $m = 9.0\text{x}10^{-31}$ kg, che ruota con velocità uniforme e costante attorno ad un protone dotato di carica $Q = e = 1.6\text{x}10^{-19}$ C e massa $M = 1.6\text{x}10^{-27}$ kg.
   a) Sapendo che il raggio dell'orbita vale $R = a_0 = 5.0\text{x}10^{-11}$ m, quanto vale l'**energia cinetica** E_{K0} dell'elettrone? [Trascurate ogni effetto dovuto alla gravità, ed usate il valore $\kappa = 9.0\text{x}10^9$ Nm^2/C^2 per la costante della forza elettrica]
   E_{K0} = …………………………….. = ... J

   b) A causa di una perturbazione esterna (che non specifichiamo!), il raggio dell'orbita diventa $R' = 2a_0 = 1.0\text{x}10^{-10}$ m. Quanto vale il lavoro L_E compiuto dalle forze di natura elettrica nel corso del processo? [Può farvi comodo ricordare la seguente regolina di integrazione indefinita per una variabile ξ generica ($n \neq -1$): $\int \xi^n \, d\xi = \xi^{n+1}/(n+1)$]
   L_E = …………………………… = ... J

2. Un sistema è costituito da due masse puntiformi m unite tra loro da una molla di massa trascurabile, lunghezza a riposo l e costante elastica k. Inizialmente la molla è tenuta compressa per una lunghezza Δ da un filo, e la congiungente le due masse si trova in direzione orizzontale.
   a) Riferendovi ad un sistema di riferimento con l'origine nel punto medio della congiungente le due masse, l'asse X orizzontale e l'asse Y verticale e diretto verso il basso, quali sono le coordinate x_{CM} ed y_{CM} del centro di massa del sistema?
   x_{CM} =: ……………………………………
   y_{CM} =: ……………………………………

   b) Ad un dato istante, che porremo $t = 0$, questo filo si rompe, e, contemporaneamente, il sistema viene lasciato cadere da una certa altezza sotto l'azione della gravità $\boldsymbol{g}$. Come si scrivono le equazioni del moto $x_{CM}(t)$ ed $y_{CM}(t)$ **del centro di massa** per $t > 0$? (Trascurate ogni forma di attrito)
   $x_{CM}(t)$ =: ……………………………………
   $y_{CM}(t)$ =: ……………………………………

   c) Come si scrivono, in funzione dei dati del problema (e del tempo), le forze $F_{1X}(t)$ ed $F_{2X}(t)$ che agiscono rispettivamente sulle masse 1 e 2? (Chiamate $x_1(t)$ ed $x_2(t)$ le coordinate orizzontali delle due masse, considerate solo le componenti orizzontali delle forze, cioè solo le forze dovute alla compressione/estensione della molla, e state attenti ai segni)
   $F_{1X}(t)$ =: ……………………………………
   $F_{2X}(t)$ =: ……………………………………

   d) Come si scrive l'equazione del moto relativo lungo X del sistema, ovvero l'equazione per l'accelerazione relativa $a_{REL,x}(t) = a_{2,x}(t) - a_{1,x}(t)$?
   $a_{REL,x}(t)$ =: ……………………………………

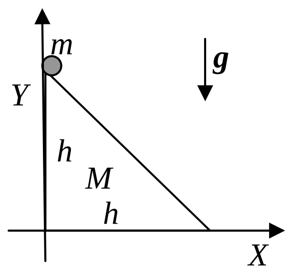
3. In un esperimento di collisioni fra particelle cariche, un protone (massa $m = m_A$ e carica $q = e$) viene inviato contro una particella alfa (massa $M = 4m_A$ e carica $Q = 2e$). Le due particelle **inizialmente** si trovano a **distanza relativa così grande** che l'interazione elettrica può essere considerata **trascurabile**, e si muovono lungo l'asse X di un sistema di riferimento essendo dotate di velocità rispettivamente $v = v_0$ e $V = -v_0$. Ogni forma di attrito o dissipazione ed ogni forza diversa dall'interazione elettrica (interna al sistema!) sono **trascurabili** ed il processo può essere considerato unidimensionale (la dinamica si svolge solo lungo l'asse X). Le particelle si avvicinano quindi l'un l'altra fino a trovarsi alla distanza relativa minima d_{MIN} per poi successivamente riallontanarsi. [I valori numerici rilevanti per il problema sono: $m_A = 1.6\text{x}10^{-27}$ kg, $e = 1.6\text{x}10^{-19}$ C, $v_0 = 2.0\text{x}10^2$ m/s; la costante della forza elettrica è $\kappa_E = 1/(4\pi\varepsilon_0) = 9.0\text{x}10^9$ N m^2/C^2]
   a) Quanto vale la velocità v_{CM} del **centro di massa del sistema** nell'istante in cui viene raggiunta la minima distanza relativa?
   v_{CM} = …………………………………… = ………… m/s

Francesco Fuso – tel 050 2214305 – e-mail: fuso@df.unipi.it – web page: http://www.df.unipi.it/~fuso/dida

b) Come si esprime il lavoro L che la forza elettrica di interazione esegue dall'istante iniziale a quello in cui viene raggiunta la minima distanza relativa? [Non dovete dare una risposta numerica, ma solo esprimere L in funzione dei dati del problema e della distanza minima d_{MIN}]
L = ……………………………………

c) Quanto vale, in modulo, la distanza minima relativa d_{MIN} fra le due particelle? [Suggerimento: attenti a considerare le risposte dei punti precedenti!]
d_{MIN} = …………………………………… = ………… m

4. Una massa puntiforme m si trova ferma sulla sommità di un piano inclinato la cui sezione è costituita da un triangolo rettangolo isoscele con cateti lunghi h (vedi figura). La massa può scivolare **senza attrito** lungo il piano. Il piano inclinato è poggiato su un piano orizzontale su cui può scorrere a sua volta **senza attrito.** Per le risposte usate un sistema di riferimento cartesiano XY centrato sul vertice retto del piano inclinato, come in figura (ovviamente questo sistema di riferimento è solidale con il piano orizzontale, cioè rimane fisso durante l'eventuale moto del piano inclinato). La massa del piano inclinato vale M e, rispetto a questo sistema di riferimento, il centro di massa del **solo piano inclinato** si trova nella posizione di coordinate $X_{CM} = h/2$ e $Y_{CM} = h/2$ (la posizione lungo Z non è rilevante).



a) Quali sono le coordinate X_{TOT} ed Y_{TOT} che individuano la posizione sul piano del centro di massa dell'**intero sistema** (piano+massa puntiforme)?
X_{TOT} = ……………………………………
Y_{TOT} = ……………………………………

b) La massa viene lasciata libera di muoversi sotto l'azione della gravità e si osserva che anche il piano inclinato si muove (in direzione orizzontale). Lungo quale direzione il sistema può essere considerato "isolato"? Commentate:
……………………………………...........

c) In quale posizione X' si viene a trovare il centro di massa del **solo piano inclinato** quando la massa puntiforme raggiunge il fondo del piano inclinato stesso?
X' = ……………………………………