Corso di Laurea STC Chim curr appl – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 7

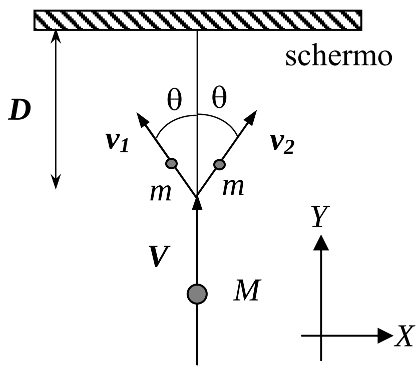
1. In un crash-test, un SUV, di massa M = 2000 Kg, urta una Panda, di massa $m = M/2$. Prima dell'urto, le due autovetture procedono l'una contro l'altra nella stessa direzione, con velocità di uguale **modulo**, v_0 = 36 Km/h. L'urto è frontale e **centrale**, cioè le velocità delle due auto dopo l'urto hanno la stessa direzione delle velocità iniziali.
   a) Supponendo per il momento che l'urto sia elastico, scrivete le equazioni che consentono di determinare i valori (incogniti) delle velocità V e v rispettivamente del SUV e del Pandino dopo l'urto: (fate tutte le semplificazioni possibili, incluse quelle consentite dal fatto che $m = M/2$!)
   Prima equazione: ……………………………………$v_0 = 2V + v$ [viene dalla cons. della quantità di moto totale: $(M – m) v_0 = MV + mv$, dove si noti che abbiamo scelto come verso positivo delle velocità quello della velocità iniziale del SUV]
   Seconda equazione: ……………………………………$3v_0^2 = 2V^2 + v^2$ [viene dalla cons. dell'energia cinetica totale]

   b) Quanto valgono V e v? (dovrete risolvere un'equazione algebrica del secoondo grado: scartate la soluzione "fisicamente non significativa"!)
   V = …………………………………... = ……… m/s $- v_0/3$ = - 3.3 m/s [il segno negativo indica che il SUV "rimbalza" all'indietro]
   v = …………………………………... = ……… m/s $5v_0/3$ = 17 m/s [il segno positivo indica che il Pandino, dopo l'urto, prende a muoversi nel verso che inizialmente aveva il SUV]

   c) Supponendo che la durata dell'urto sia Δt = 0.1 s, quanto varrebbe in valore asouluto l'accelerazione **media** a subita dal Pandino durante l'urto?
   a = …………………………………... = ……… m/s^2 $|\Delta p|/(m\ \Delta t) = 8\ v_0/(3\Delta t)$ = 267 m/s^2 [oltre 25 volte l'accelerazione di gravità!]

   d) Quanto valgono le velocità del **centro di massa** v_{CM} e v'_{CM} rispettivamente prima e dopo l'urto?
   v_{CM} = …………………………………... = ……… m/s $(M – m)v_0/(M + m) = v_0/3$ = 3.3 m/s
   v'_{CM} = …………………………………... = ……… m/s $(MV + mv)/(M + m) = (2V + v)/3 = v_0/3$ = 3.3 m/s [la velocità del centro di massa non cambia!]

2. In un esperimento di fisica molecolare, si ha un fascio di molecole metastabili (cioè complessi molecolari non stabili a tempi lunghi) di massa M che viaggiano lungo la direzione Y con velocità uniforme V. Ad un dato istante, una molecola che appartiene a questo fascio si dissocia in due frammenti, ognuno di massa $m = M/2$. I vettori velocità dei due frammenti formano **lo stesso angolo** θ (diverso da zero) rispetto alla direzione del fascio molecolare, cioè rispetto all'asse Y, come rappresentato in figura; sulla base di semplici ragioni di simmetria (i due frammenti hanno la stessa massa, e sono "identici") si ha, per i moduli, $v_1 = v_2 = v$. Notate che nel processo non è detto che si conservi l'energia cinetica.



   a) Che relazione deve esistere tra V, v e l'angolo θ?
   v = ……………………………………$V/\cos\theta$ [viene dalla cons. della quantità di moto totale lungo Y]

   b) Quanto vale la variazione di energia ΔE nel processo in funzione dei dati del problema?
   ΔE = ……………………………………$m(v^2 – V^2) = mV^2 tg^2\theta$ [viene dal bilancio energetico e dalla risposta alla domanda precedente]

   c) A distanza D dal punto in cui avviene la frammentazione si trova uno schermo sensibile all'arrivo delle particelle. Quanto vale la coordinata x del punto in cui il frammento 2 arriva sullo schermo?

(ponete l'origine dell'asse X in coincidenza dell'asse del fascio molecolare, e supponete trascurabili gli effetti dovuti alla gravità o ad altri campi di forze)
x = ……………………………………$v \sin\theta D/(v \cos\theta) = D\, tg\theta$

d) Supponendo ora che i frammenti siano "ionizzati", cioè dotati di una carica elettrica, e che sia presente un campo elettrico E **uniforme e costante** diretto lungo l'asse Y , la posizione x determinata al punto precedente:
resta uguale cambia non si può dire
Spiegazione sintetica della risposta: ……………………………….. il sistema rimane isolato lungo l'asse X e pertanto non ci sono forze che possano far variare la posizione x. Notate che la posizione del centro di massa dell'intero sistema rimane inalterata (è sempre lungo l'asse del fascio)

3. In una partita di biliardo, la palla numero 1, che ha massa m = 100 g, si trova ferma sul panno. Essa viene colpita dalla palla numero 2, che ha la stessa massa m, e, subito prima dell'urto, ha velocità v_2 = 1.0 m/s.

a) Supponendo che l'urto tra le due palle sia **totalmente elastico**, quali grandezze si conservano nel processo? (segnate **tutte** quelle che si conservano)

□ Energia cinetica della palla 1 □ Energia cinetica della palla 2
×□ Energia cinetica totale □ Quantità di moto della palla 1
□ Quantità di moto della palla 2 ×□ Quantità di moto totale

b) Sapendo che, dopo l'urto, la direzione di moto delle due palle è la stessa della palla numero 1 prima dell'urto (l'urto si dice **centrale** ed il problema diventa, di fatto, unidimensionale), quanto valgono la quantità di moto totale P e l'energia cinetica totale E del sistema subito dopo l'urto?
P = …………………………………… = ……… Kg m/s $m v_2$ = 0.1 Kg m/s
E = …………………………………… = ……… J $(m/2) v^2_2$ = 0.05 J

c) Dette V_1 e V_2 le velocità (incognite) delle due palle subito dopo l'urto, come si scrivono le due equazioni necessarie per determinarne il valore?
Prima equazione: ………………………… $v_2 = V_1 + V_2$ [dalla cons. della quantità di moto totale]
Seconda equazione: …………………………$v^2_2 = V^2_1 + V^2_2$ [dalla cons. dell'energia cinetica totale]

d) E quanto valgono, allora, le velocità delle due palle, V_1 e V_2 subito dopo l'urto?
V_1 = ……………………………= ……… m/s v_2 =1.0 m/s
V_2 = ……………………………= ……… m/s 0 [le palle si "scambiano" le velocità!]

e) Supponendo che la **durata** dell'urto sia $\Delta t = 10^{-3}$ s, quanto valgono le forze impulsive $F_{1,2}$ ed $F_{2,1}$ esercitate dalla palla 2 sulla palla 1 e viceversa?
$F_{1,2}$ = ……………………………= ……… N $mV_1\Delta t$ = 100 N
$F_{2,1}$ = ……………………………= ……… N $- mv_2\Delta t$ = - 100 N [i segni sono riferiti ad un sistema che ha il verso positivo nel verso della velocità iniziale della palla numero 2]

f) Supponete, ora, che l'urto **non sia centrale**, cioè che, ad esempio, la velocità $\mathbf{V_1}$ formi un angolo θ_1 = 45 gradi rispetto alla direzione della velocità iniziale $\mathbf{v_2}$ (notate che ora il problema è diventato bidimensionale, ed occorre usare dei vettori). Come si scrivono le equazioni di conservazione in questo caso? (chiamate asse X la direzione della velocità iniziale $\mathbf{v_1}$ e notate che, ora, potete scrivere tre equazioni invece che due!)
Prima equazione: ………………………… $v_2 = V_{1,X} + V_{2,X} = V_1 \cos(\pi/4) + V_{2,X}$ [dalla cons. della quantità di moto totale **lungo *X***]
Seconda equazione: ………………………… $0 = V_{1,Y} + V_{2,Y} = V_1 \sin(\pi/4) + V_{2,Y}$ [dalla cons. della quantità di moto totale **lungo *Y***]

Terza equazione: ....$v^2_2 = V^2_1 + V^2_2$ [dalla cons. dell'energia cinetica totale, come prima!]

g) In simili condizioni, siete in grado di determinare **completamente** le velocità $\boldsymbol{V_1}$ e $\boldsymbol{V_2}$?

□ Sì ×□ No

Spiegazione sintetica della risposta:............................... ci sono quattro incognite e tre equazioni! [però, sapendo che la velocità del centro di massa si conserva…]