

**Corso di Laurea STC Chim curr appl – ESERCIZI DI FISICA GENERALE – nr. 4**

1. Una massa  $m = 200 \text{ g}$  è appesa, attraverso una molla di massa trascurabile e costante elastica  $k = 2.00 \times 10^4 \text{ N/m}$ , ad un solaio ( $g$  vale, in modulo,  $9.80 \text{ m/s}^2$ ).

a) Detto  $z$  un asse verticale che punta verso il basso, con origine nella posizione di riposo della molla, scrivete l'equazione del moto della massa: ( $a_Z$  indica l'accelerazione lungo l'asse  $z$ )

$a_Z = d^2z(t)/dt^2 = \dots\dots\dots$   $mg - kz(t)$

b) Quanto vale la posizione di equilibrio stabile  $z_{EQ}$  della massa?

$z_{EQ} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ cm.}$   $mg/k = 9.80 \text{ cm}$

c) Quanto vale la pulsazione  $\omega$  del moto oscillatorio che vi aspettate che la massa compia?

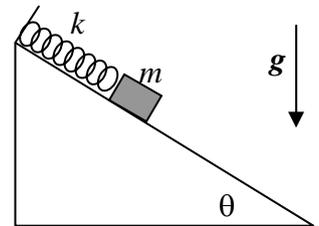
$\omega = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ rad/s}$   $\sqrt{k/m} = 10 \text{ rad/s}$

d) Scrivete la legge oraria del moto  $z(t)$  supponendo che all'istante iniziale  $t = 0$  "lasciate libera di andare" la massa da  $z = 0$  con velocità  $v_Z = 0$  (formalmente, dovete trovare la soluzione dell'equazione differenziale al secondo ordine da voi scritta al punto a) con le condizioni al contorno specificate per posizione e velocità!)

$z(t) = \dots\dots\dots$   $z_{EQ}(1 - \cos(\omega t))$

2. Avete una massa  $m$  collegata, tramite una molla di costante elastica  $k$ , alla sommità di un piano inclinato con angolo  $\theta$  (vedi figura). Supponendo che non vi siano attriti, quanto vale, **all'equilibrio**, l'allungamento  $\Delta l$  della molla (in valore assoluto)?

$\Delta l = \dots\dots\dots$   $(mg \sin \theta)/k$



a) Supponete ora che, per qualche ragione, il piano inclinato presenti un attrito statico, con coefficiente  $\mu_S$ . Qual è il massimo valore del modulo della forza di attrito statico  $F_{A,S}$  subito dalla massa?

$F_{A,S} = \dots\dots\dots$   $(mg \cos \theta) \mu_S$

b) In queste condizioni, si osserva che potete spostare (molto lentamente) la massa verso la base del piano inclinato e mantenere una situazione di equilibrio. Quanto vale la massima elongazione della molla  $\Delta l'$  che potete raggiungere in questo modo (in valore assoluto)?

$\Delta l' = \dots\dots\dots$   $(mg(\sin \theta + \mu_S \cos \theta))/k$  [allungando la

molla, la massa tenderebbe a "risalire" il piano per effetto della forza elastica, ma la forza di attrito statico si oppone a questo moto]

c) Se allungate ulteriormente la molla di un tratto  $\Delta x$  (in valore assoluto) rispetto al valore  $\Delta l'$  della risposta precedente, e lasciate andare liberamente la massa, osservate che essa inizia a "risalire" il piano. Usando come asse  $x$  la direzione inclinato stesso (orientato verso la sommità del piano e con l'origine nel punto in cui la molla ha lunghezza di riposo), come si scrivono l'equazione del moto della massa e le condizioni iniziali  $x_0$  e  $v_0$ ? [indicate con  $a(t)$  l'accelerazione della massa lungo questo asse]

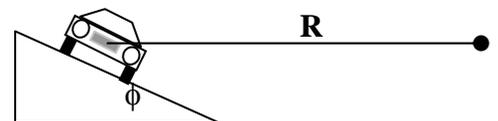
$a(t) = \dots\dots\dots$   $-g \sin \theta + (k/m)x(t)$  [c'è solo attrito statico, e non

agisce quando la massa si muove!] Imprecisione nel risultato corretta grazie a Dario+Jacopo, sett 07

$x_0 = \dots\dots\dots$   $-(\Delta l' + \Delta x)$  [per la scelta dell'origine!]

$v_0 = \dots\dots\dots$   $0$  [dal testo]

3. Un'automobile di massa  $m$  percorre a velocità costante una curva di raggio  $R$  che ha il piano stradale inclinato di un angolo  $\phi$  rispetto all'orizzontale ("curva parabolica" – vedi figura).



a) Disegnate il diagramma di corpo libero dell'automobile.

b) Sapendo che il coefficiente di attrito statico è  $\mu_s$ , quanto vale in modulo la massima forza di attrito statico  $F_{A,S}$ ?

$F_{A,S} = \dots\dots\dots (mg \cos \phi) \mu_s$

c) Quanto vale in modulo la **componente radiale** (cioè diretta lungo la congiungente dell'automobile con il centro della curva) della forza di reazione vincolare  $F_{N,R}$  esercitata dalla strada sull'automobile?

$F_{N,R} = \dots\dots\dots mg \cos \phi \sin \phi$

d) Quanto vale la velocità massima  $v$  di percorrenza della curva prima che l'automobile cominci a sbandare?

$v = \dots\dots\dots (Rg \cos \phi (\mu_s \cos \phi + \sin \phi))^{1/2}$  [deve essere forza centripeta =  $F_{N,R}$  + componente radiale della forza di attrito, che si oppone al moto **sul piano della strada**; notate che il valore di  $v$  può essere maggiore di quello che si ha su strada piana]

4. Osservate che un oggetto lanciato su un piano scabro con velocità  $v_0 = 9.8$  m/s si ferma dopo aver scivolato per un tratto  $d = 9.8$  m. Quanto vale il coefficiente di attrito dinamico  $\mu_D$ ?

1.0       0.5       non si può dire

Spiegazione sintetica della risposta: .....

Lo spazio percorso nella frenata dall'oggetto vale  $v_0^2 / (2\mu_D g)$ , dato che si tratta di moto uniformemente accelerato (decelerato) sotto l'azione dell'attrito dinamico.

5. Da alcune misure sperimentali, osservate che l'andamento temporale della velocità di una certa particella di massa  $m$  in moto unidimensionale è ben descritto dalla legge  $v(t) = v_0 (1 - e^{-At})$ , con  $A > 0$ .

a) Questa legge potrebbe indicare che la particella si muove, partendo da ferma, in un fluido viscoso?

no       sì       boh

b) Se avete risposto "sì" al quesito precedente, e supponete che il moto in questione avvenga per effetto dell'accelerazione di gravità  $g$ , quanto vale il coefficiente di attrito viscoso  $\beta$ ?

$\beta = \dots\dots\dots Am$