Scritto corso di Fisica. Canale 1
A.A. 2022-2023 11 Settembre 2023. COMPITO A

Corso di Laurea: Ingegneria Gestionale, Sapienza. Canale 1

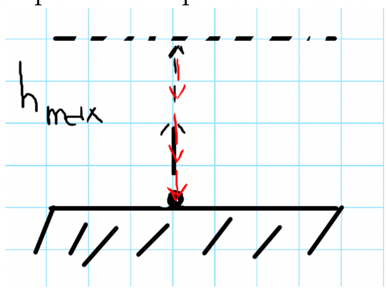
Nome: **Cognome:**

Matricola **Aula:**

Riportare sul presente foglio i risultati numerici trovati per ciascun esercizio.
Nell'elaborato riportare le soluzioni in formato sia alfanumerico che numerico. Copiare in bella copia tutti i passaggi, disegni e conti che sono serviti alla risoluzione dell' esercizio. Motivare molto chiaramente le risposte, anche qualora non richiedano formule.

Esercizio 1

Una pallina viene lanciata verticalmente verso l'alto. Impiega un tempo pari a 3.00 secondi prima di tornare al punto dal quale era stata lanciata. Si trascuri la resistenza dell'aria. Determinare:



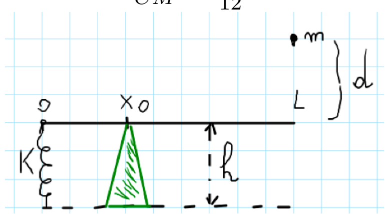
a) la velocità della pallina quando raggiunge, nel salire, un terzo della altezza massima $\vec{v}_p =$ __________

Ritornata alla quota dalla quale è stata lanciata, la pallina rimbalza e continua a salire per poi tornare giù e rimbalzare, sempre seguendo la direzione verticale. Ad ogni rimbalzo perde il 30% di energia meccanica. Determinare:

b) dopo quanti rimbalzi sul pavimento la quota massima alla quale arriva la pallina diventa minore di 3.00 m. $N =$ __________

Esercizio 2

Una sbarra omogenea di massa $M = 2.30$ kg, lunghezza $L = 1.76$ m e spessore trascurabile si trova in posizione orizzontale in equilibrio su un cuneo, a quota h dal piano orizzontale. Il cuneo tocca la sbarra ad una distanza x_0 dalla estremità sinistra, come mostrato in figura. L' equilibrio viene garantito dalla presenza di una molla ideale, di costante elastica K e lunghezza a riposo nulla, il cui allungamento nella situazione di equilibrio è pertanto pari ad h. Si sa che h, M, K sono legati dalla relazione $h = \frac{M\,g}{K}$, dove g è l' accelerazione di gravità. Il momento di inerzia dell'asta rispetto al suo centro di massa vale $I_{CM} = \frac{1}{12} M\, L^2$. Determinare:



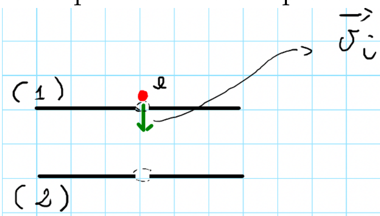
a) il valore della distanza di equilibrio x_0 $x_0 =$ __________

Al tempo $t = 0$ un chiodo di massa $m = 0.30$ kg, inizialmente fermo a quota $d = 0.70$ m rispetto all' asta, cade sull' estremo destro della stessa, conficcandovisi. Determinare:

b) il valore della velocità angolare con cui il sistema asta più chiodo si mette in rotazione, immediatamente dopo l'urto; $\omega_0 =$ __________.

Esercizio 3

Un elettrone entra, attraverso un forellino, all' interno di condensatore piano le cui armature sono distanti fra loro 5.00 cm. All' interno del condensatore si ha un materiale dielettrico di costante dielettrica relativa pari a 1.30. La sua velocità iniziale vale $v_i = 3.00 \times 10^6$ m/s ed è ortogonale alle armature del condensatore, come indicato in figura.
L' elettrone esce poi da un altro piccolo foro praticato nella armatura opposta a quella di ingresso.



La sua energia cinetica quando sta per uscire vale 1.40×10^{-18} J.
Determinare, trascurando l' effetto della forza di gravità sull' elettrone:

a) quanto vale il campo elettrico del condensatore, indicandone chiaramente direzione e verso $\vec{E} =$ __________
b) quanto vale la densità di carica presente sulle armature del condensatore $\sigma =$ __________

Si ricorda che la carica dell' elettrone vale $e = -1.60 \times 10^{-19}$ C e la sua massa $m_e = 9.11 \times 10^{-31}$ kg. E che il valore della costante dielettrica del vuoto vale $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}$ F/m.

Esercizio 4

Un sottile guscio di gomma, di forma sferica e massa $M = 50$ g, viene riempito di azoto ed immerso in un lago alla profondità di h=100 m. Si nota che la massa di una mole di azoto vale $A = 28$ g. La temperatura dell'acqua a tale profondità vale T=4.0° C. Si trascurino le forze di tensione della gomma. Si detetermini:

a) La pressione alla quale viene sottoposto il guscio posto alla profondità data, h=100 m. $P_f =$ __________.
b) La massa di azoto che deve essere inserita nel guscio affinché esso si trovi in condizione equilibrio statico $m =$ __________.

Si ricorda che il valore della la costante dei gas perfetti è $R = 8.31$ J K^{-1}mol^{-1}.

Soluzioni Compito

Soluzione Esercizio 1. Compito

Per simmetria, il tempo di salita è pari a quello di discesa e l'altezza raggiunta è data da: $h_{max} = g\,(t/2)^2/2 = 11.0$ m.
a) Per trovare la velocità per la quota $z = h_{max}/3$ usiamo il bilancio energetico $m\,g\,h_{max} = \frac{1}{2}\,m\,v_p^2 + m\,g\,\frac{h_{max}}{3}$, da cui $v_p = \sqrt{2g\,(h_{max} - \frac{h_{max}}{3})} = 12.0$ m/s.
b) Poichè nell'urto la palla perde il 30% di energia meccanica, ad ogni rimbalzo l'energia e di conseguenza la quota massima diminuiscono del 30%, pertanto, dopo n rimbalzi $h_{max,n} = h_{max} \cdot (0.7)^n$. Sostituendo valori crescenti di n si trova che $h_{max,4} = h_{max} \cdot (0.7)^4 = 2.65$ m. Pertanto la risposta è 4 rimbalzi.
Alternativamente dalla condizione $h_{max,n} < 3.00$ m, si può risolvere la disequazione $(0.7)^n < 3.00/h_{max}$ la cui soluzione è $n > \frac{ln(3.00/h_{max})}{ln(0.7)} = 3.65$ e quindi 4 rimbalzi.

Soluzione Esercizio 2. Compito

a) Nella situazione di equilibrio il momento delle forze esterne, riferito ad un stesso polo, deve essere nullo. Prendiamo il polo in x_0 e rispetto a questo prendiamo positivi i momenti che tendono a far ruotare l'asta in senso orario e negativi gli altri. Con questa scelta la reazione legata al perno ha momento nullo, restano il momento della gravità e quello della forza elastica (che devono essere opposti altrimenti)
$-K\,h\,x_0 + Mg(L/2 - x_0)$=0, da cui si ricava: $x_0 = \frac{MgL/2}{Kh+Mg}$ ed essendo indicato nel testo che $hK = Mg$, si ha: $x_0 = \frac{L}{4}$=0.440 m.
b) Il chiodo si conficca nell'asta e dunque si tratta di urto anelastico con conservazione del momento della quantità di moto. Prendiamo sempre la posizione del perno x_0 come riferimento per i momenti. Abbiamo: $mv_c(L - x_0) = I_{TOT}\omega_0$. Da cui: $\omega_0 = \frac{mv_c(L-L/4)}{I_{TOT}}$. Dove: $v_c = \sqrt{2gd}$=3.70 m/s (dalla conservazione energia meccanica) e $I_{TOT} = I_{CM} + M\,(L/2 - x_0)^2 + m\,(L - x_0)^2$, dove il secondo termine viene dal teorema di Huyghens-Steiner e il terzo dalla presenza della massa puntiforme m a distanza $L - x_0$ dal riferimento. Viene: $I_{TOT} = \frac{7}{48}M\,L^2 + \frac{9}{16}m\,L^2$. Da cui:
$\omega_0 = \frac{mv_c 3L/4}{\frac{7}{48}ML^2+\frac{9}{16}mL^2} = \frac{36mv_c}{L(7M+27m)}$=0.94 rad/s.

Soluzione Esercizio 3. Compito

a) Per determinare il campo elettrico dobbiamo calcolare il lavoro fatto dal campo quando l' elettrone passa dall' armatura di ingresso (1) a quella di uscita (2). Essendo la forza elettrostatica l' unica presente, possiamo scrivere: $L_E = K_2 - K_1$, dove K_2, K_1 rappresentano l' energia cinetica dell' elettrone nelle due situazioni. K_2 è nota, mentre va calcolata $K_1 = \frac{1}{2}m_e v_i^2 = \frac{1}{2}9.1 \times 10^{-31} \times (3 \times 10^6)^2$ J = 4.10×10^{-18} J = 25.6 eV
Pertanto $L_E = \Delta K = K_2 - K_1 = -2.70 \times 10^{-18}$ J = -16.8 eV, negativo. Dunque l' energia potenziale dell' elettrone aumenta e poichè la carica dell' elettrone è negativa il potenziale dell' armatura di uscita è più basso di quello della armatura di ingresso. Pertanto il campo elettrico è diretto verso l' armatura di uscita, ortogonale alle due armature. Prendiamo l' asse y parallelo al moto dell' elettrone e diretto verso l' armatura di uscita. Abbiamo: $L_E = eEd$. Da cui $E = \frac{L_E}{|e|\ d} = \frac{2.69\times10^{-18}}{1.6\times10^{-19}\times0.05}$ V/m = 337 V/m.
Vettorialmente: $\vec{E} = 336.9\hat{y}$ V/m.
b) Ricordando che $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$,, con $\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ si ha: $\sigma = E \times \epsilon = 3.87 \times 10^{-9}$ C/m^2 = 3.87 nC/m^2

Soluzione Esercizio 4 Compito

a)La pressione si ricava dalla legge di Stevino: $P_f = p_0 + \rho g h$ = 10.7 atm $= 10.8 \cdot 10^5$ Pa.

Qui p_0 è la pressione atmosferica pari a $1,013 \cdot 10^5$ Pa.
b)All'equilibrio la forza di Archimede bilancia la forza peso: (M+m)g=ρV g. Dalla legge di stato dei gas perfetti (con T in Kelvin) V=nRT/P$_f$=$\frac{mRT}{AP_f}$ Avendo sostituito:$n = \frac{m}{A}$. La densità usata è chiaramente quella dell'acqua 10^3 kg/m^3 Combinando le due equazioni si ha m=M/((ρRT/AP$_f$) -1)=0.67 g.