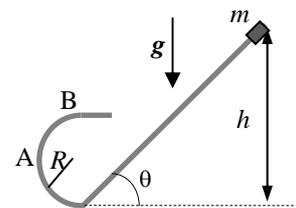


Nome e cognome: Matricola:

Istruzioni: riportate i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione

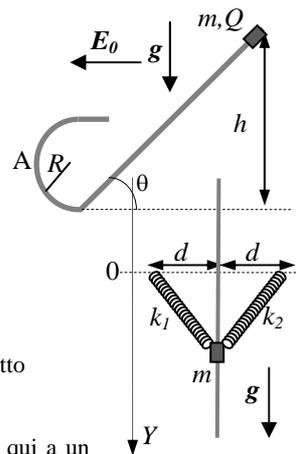
1. Un manicotto **puntiforme** di massa $m = 0.10$ kg può scorrere **senza attrito** su una guida fissa e rigida, realizzata con un sottile tondino foggiate come in figura. In sostanza, il manicotto **parte con velocità iniziale nulla** dalla sommità di un tratto inclinato, che forma un angolo $\theta = \pi/4$ rispetto all'orizzontale e ha un'altezza $h = 4R = 2.0$ m. Il tratto inclinato è raccordato con una semicirconferenza di raggio $R = 0.50$ m seguita da un breve tratto orizzontale (è più facile da capire se guardate la figura!). L'intero percorso avviene su un piano verticale. I punti A e B a cui si fa riferimento nel seguito corrispondono, come indicato in figura, a "metà altezza" e al "punto più alto" della semicirconferenza. [Usate $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità]



a) Quanto vale, in modulo, la reazione vincolare N_A e N_B che la guida esercita sul manicotto quando questo **passa** per i punti A e B definiti sopra?

$N_A = \dots\dots\dots$ N
 $N_B = \dots\dots\dots$ N

b) Supponete ora che il manicotto rechi una carica elettrica $Q = 1.0 \times 10^{-4}$ C e che **in tutta** la regione di interesse sia presente un campo elettrico (esterno) costante e uniforme diretto orizzontalmente verso la sinistra di figura e di modulo $E_0 = 2.0 \times 10^3$ V/m. Ripetendo l'esperimento in queste nuove condizioni, quanto vale in modulo la reazione vincolare N'_A esercitata dalla guida sul manicotto quando questo **passa** per il punto A definito sopra? [Si ricorda che una carica elettrica Q in presenza di un campo elettrico E_0 risente di una forza $F_E = QE_0$]
 $N'_A = \dots\dots\dots$ N



2. Un manicotto **puntiforme** di massa $m = 2.0$ kg è vincolato a scorrere con attrito trascurabile lungo una guida rigida (un tondino) disposta in direzione verticale (asse Y, orientato verso il basso come in figura). Il manicotto è attaccato alle estremità di due molle che hanno entrambe **lunghezza di riposo trascurabile** (in pratica, $L_0=0!$) e costanti elastiche $k_1 = 28$ N/m e $k_2 = 70$ N/m. Gli altri estremi delle due molle sono attaccati a delle pareti rigide e indeformabili, in due punti collocati simmetricamente rispetto al tondino a distanza $d = 1.0$ m da esso: il punto di attacco delle due molle è alla stessa quota verticale dell'origine del riferimento (vedi figura). [Usate $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità]

a) Quanto vale la posizione di equilibrio y_{EQ} del manicotto? [Dovete esprimere la posizione di equilibrio rispetto all'asse Y di figura]

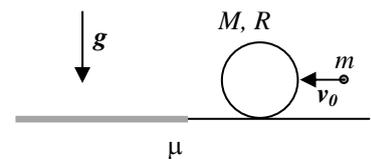
$y_{EQ} = \dots\dots\dots$ m

b) Supponete ora che il manicotto venga spostato, da una qualche causa esterna, fino alla posizione $y_0 = 0$ e da qui a un certo istante venga lasciato libero di muoversi con velocità iniziale nulla. Come si scrive l'equazione del moto $a(y)$ del manicotto? Che tipo di moto compie il manicotto e perché? [Dovete scrivere un'equazione che leghi l'accelerazione con la posizione y generica del manicotto. Notate che dovete fare in modo che l'unica variabile "indipendente" dell'equazione sia la y (rispetto al riferimento dato)! Non usate valori numerici per questa risposta, ma servitevi delle "espressioni letterali" dei vari parametri del problema]

$a(y) = \dots\dots\dots$

Moto del manicotto e spiegazione:

3. Una ruota, costituita da un cilindro pieno e omogeneo di massa $M = 0.40$ kg e raggio $R = 20$ cm, si trova, inizialmente **ferma**, su un piano orizzontale. Questo piano è **privo di attrito** nella zona di appoggio della ruota; quindi, dopo un breve tratto (di lunghezza incognita e irrilevante), il piano **diventa scabro** e presenta un coefficiente di attrito $\mu = 0.20$ (questo coefficiente vale sia per l'attrito statico che per quello dinamico). A un dato istante un proiettile puntiforme di massa $m = M/4 = 0.10$ kg colpisce il cerchione avendo una velocità di modulo $v_0 = 1.0$ m/s diretta orizzontalmente e orientata come in figura. La collisione avviene nel "punto di mezzo" del cerchione (vedi figura) e può essere considerata completamente **elastica**; dopo l'urto, si osserva che il proiettile conserva una velocità (incognita) di direzione **orizzontale**. [Usate $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità]



a) Quanto vale la velocità V_{CM} del centro di massa della ruota subito dopo l'urto? Quanto vale la sua velocità angolare ω ?

$V_{CM} = \dots\dots\dots$ m/s
 $\omega = \dots\dots\dots$ rad/s

b) Discutete **per bene**, in brutta, che tipo di moto la ruota compie nel tratto privo di attrito e **subito dopo** essere entrata in quello scabro. Chiarite in particolare se si verificano o meno le condizioni di rotolamento puro, spiegando bene il perché della vostra risposta. [Pensate attentamente a cosa implica il rotolamento puro!!]

Discussione:

c) Come si scrivono le equazioni del moto di traslazione del centro di massa a_{CM} e di rotazione α che si applicano alla ruota quando questa si trova nel tratto scabro? [Dovete scrivere delle equazioni del moto, dunque non usate valori numerici]

$a_{CM} = \dots\dots\dots$
 $\alpha = \dots\dots\dots$

d) Quanto vale la velocità V'_{CM} del centro di massa della ruota quando questa, ovvero il suo centro di massa, ha percorso un tratto $D = 2.0$ m della zona scabra? [Attenzione: per rispondere dovete capire per bene la dinamica della ruota e tenere conto in modo chiaro di tutti gli aspetti coinvolti!]

$V'_{CM} = \dots\dots\dots$ m/s

e) Quanto vale la forza di attrito F'_A quando la ruota, ovvero il suo centro di massa, ha percorso il tratto D sulla zona scabra?

$F'_A = \dots\dots\dots$ N