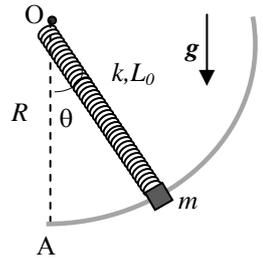


Nome e cognome: Matricola:

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

----- PARTE 1 (MECCANICA PUNTO)

1. Un anellino (da considerare puntiforme) di massa $m = 0.10$ kg è vincolato a muoversi lungo una guida che ha la forma di un arco di circonferenza di raggio $R = 20$ cm, rigido e fisso su un piano verticale. Come rappresentato in figura, una molla, di massa trascurabile, costante elastica $k = 4.0$ N/m e lunghezza di riposo $L_0 = 2R = 40$ cm, è collegata a un suo estremo all'anellino e all'altro estremo a un chiodo conficcato in una parete verticale nel punto O, che rappresenta il centro di curvatura della guida. Nella situazione da considerare per rispondere alla prima domanda, si sa che la guida è **scabra** e presenta **attrito statico** con coefficiente μ (incognito). In queste condizioni l'anellino si trova in **equilibrio** nella posizione indicata in figura (l'angolo θ vale $\pi/6$). [Usate $g = 9.8$ m/s² per l'accelerazione di gravità e ricordate che $\sin(\pi/6)=1/2$ e $\cos(\pi/6) = 3^{1/2}/2$, con $3^{1/2} \sim 1.73$]



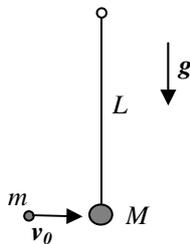
- a) Quanto vale, in modulo, la reazione vincolare N che la guida esercita sull'anellino?
 $N = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$ N
- b) Quanto deve valere, **al minimo**, il coefficiente di attrito μ affinché ci sia equilibrio? [per chiarire: "al minimo" vuol dire che per qualsiasi valore uguale o superiore a quello che determinerete si hanno condizioni di equilibrio]
 $\mu = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$
- c) Per questa domanda supponete che **non ci sia alcuna forma di attrito** (la guida è perfettamente levigata!) e che l'anellino venga fatto partire, con velocità iniziale nulla, dalla posizione $\theta = \pi/6$. Quanto vale, in modulo, la velocità v con cui l'anellino giunge "al termine" della guida (il punto marcato con A in figura)?
 $v = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$ m/s

2. Un semplicissimo (ed irrealistico) modello "planetario" di atomo di idrogeno prevede che un protone di carica $Q = 1.6 \times 10^{-19}$ C sia **fisso** nello spazio e che attorno ad esso possa ruotare, su un'orbita **circolare**, un elettrone di carica $q = -Q$ e massa $m = 9.0 \times 10^{-31}$ kg. [Usate il valore $\kappa = 9.0 \times 10^9$ Nm²/C² per la costante della forza elettrica; trascurate ogni effetto di massa (forza peso) e attrito]

- a) Sapendo che il raggio dell'orbita vale $R = 5.0 \times 10^{-11}$ m, e supponendo che il moto sia circolare **uniforme**, quanto vale la velocità angolare ω con cui ruota l'elettrone?
 $\omega = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$ rad/s
- b) Se il raggio dell'orbita raddoppia per effetto di una qualche perturbazione "esterna", cioè diventa $R' = 2R = 1.0 \times 10^{-10}$ m, quanto vale la variazione di energia potenziale elettrostatica, ΔU_E ? [Fate attenzione al fatto che la forza elettrica **non** è uniforme, ma dipende dal raggio r , che varia tra R e R' ; ricordate che la forza elettrica ha direzione radiale; vi farà inoltre comodo rammentare la seguente regola di integrazione indefinita per una variabile generica ξ : $\int 1/\xi^2 d\xi = -1/\xi$]
 $\Delta U_E = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots$ J

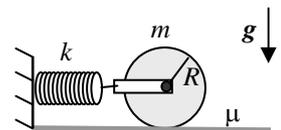
----- PARTE 2 (MECCANICA SISTEMI E CORPO RIGIDO)

3. Un pendolo semplice, costituito da una lunga fune inestensibile di massa trascurabile e lunghezza $L = 2.0$ m a cui è attaccata una piccola sfera di massa $M = 0.20$ kg, può oscillare su un piano verticale ed inizialmente si trova nella sua posizione di equilibrio stabile. Un piccolo proiettile di massa $m = M/4$ colpisce la sfera avendo una velocità di modulo $v_0 = 5.0$ m/s diretta **orizzontalmente**, come rappresentato in figura. L'urto tra proiettile e sfera può essere considerato perfettamente **elastico** e si sa che le velocità di sfera e proiettile subito dopo l'urto hanno solo componenti orizzontali. [Usate il valore $g = 9.8$ m/s² per il modulo dell'accelerazione di gravità e trascurate ogni forma di attrito]



- a) Quanto valgono le velocità V e v rispettivamente della sfera e del proiettile **subito dopo** l'urto? [Esprimetene le componenti orizzontali usando un asse orientato verso la destra della figura]
 $V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m/s
 $v = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m/s
- b) In seguito all'urto il pendolo si mette in movimento: quanto vale la variazione di quota massima, Δh , della sfera (misurata rispetto alla posizione di equilibrio)? [Quando raggiunge la quota massima, la sfera si arresta istantaneamente]
 $\Delta h = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m

4. Un cilindro pieno e omogeneo di raggio $R = 50$ cm e massa $m = 5.0$ kg è libero di ruotare **senza attrito** attorno al suo asse, che è collegato come in figura (attraverso un giogo di massa trascurabile) ad una molla di massa trascurabile e costante elastica $k = 30$ N/m il cui altro estremo è vincolato ad una parete rigida. Il cilindro è poggiato su un piano orizzontale dotato di un coefficiente di attrito tale che il cilindro stesso **rotola senza strisciare** (moto di rotolamento puro). [Trascurate ogni altra forma di attrito!]



- a) Inizialmente la molla si trova compressa per un tratto $\Delta_0 = 40$ cm a causa di una forza esterna, che all'istante $t_0 = 0$ viene rimossa permettendo al cilindro di mettersi in movimento. Quanto vale in modulo la velocità del centro di massa del cilindro, v_{CM} , nell'istante in cui esso si trova a passare per la posizione di equilibrio, cioè quella in cui la molla non è né compressa né estesa?
 $v_{CM} = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ m/s
- b) Quanto vale il valore **minimo** μ del coefficiente di attrito **statico** che garantisce moto di rotolamento puro? [Discutete per bene, in brutta, il ragionamento necessario per rispondere alla domanda]
 $\mu = \dots\dots\dots$
- c) Quanto vale il periodo di oscillazione T del movimento (armonico) del centro di massa del cilindro?
 $T = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$ s