

Nome e cognome: .....

Matricola: .....

Siete invitati a riportare 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. All'istante  $t_0 = 0$  un protone (carica  $q = 1.6 \times 10^{-19}$  C, massa  $m = 1.6 \times 10^{-27}$  kg) viene creato con velocità iniziale nulla nella posizione  $x = 0$  di un sistema di riferimento. Tra questa posizione e la posizione  $x_1 = 1.0 \times 10^{-2}$  m esiste una differenza di potenziale elettrico  $\Delta V = 2.0$  V, "orientata" nel senso di **accelerare** il protone nel verso positivo dell'asse X.

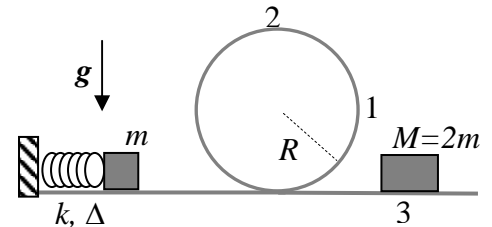
- a) Quanto vale la velocità  $v_1$  con cui il protone arriva al punto  $x_1$ ? [Trascurate ogni forma di attrito e **ogni effetto della forza peso**]

$$v_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

- b) Supponendo che il campo elettrico generato dalla differenza di potenziale  $\Delta V$  sia **uniforme** e diretto nel verso positivo dell'asse X, in quale istante  $t_1$  il protone raggiunge la posizione  $x_1$ ?

$$t_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ s}$$

2. Un piccolo oggetto (**puntiforme**) di massa  $m = 20$  g viene sparato da un "cannoncino a molla" (tipo flipper, per intenderci) che si trova su un piano orizzontale al livello del suolo ed è fissato ad un suo estremo su una parete rigida. Il cannoncino è realizzato con una molla di costante elastica  $k$  (incognita) che inizialmente si trova compressa per un tratto  $\Delta = 9.8$  cm. Dopo aver lasciato la bocca di uscita del cannoncino, il proiettile si muove **senza attrito** sul piano, per poi affrontare un percorso costituito da una guida rigida circolare di raggio  $R = 49$  cm che si trova su un piano verticale.



- a) Quanto deve valere, **al minimo**, la costante elastica  $k$  della molla del cannoncino se si vuole che l'oggetto percorra interamente la guida circolare senza distaccarsene (compia, cioè, un "**giro della morte**")? [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità]

$$k = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ N/m}$$

- b) Quanto valgono, nelle condizioni della domanda precedente (molla con costante elastica  $k$  sopra determinata), i moduli  $N_1$  ed  $N_2$  della reazione vincolare esercitata dalla guida sull'oggetto nelle due posizioni indicate in figura come 1 e 2 (corrispondenti, rispettivamente, alla "metà altezza" e alla sommità della circonferenza)?

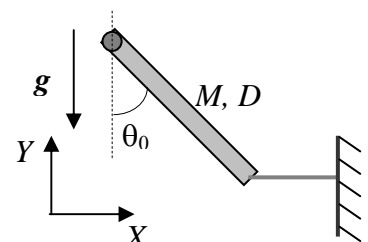
$$N_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ N}$$

$$N_2 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ N}$$

- c) Supponete ancora che le condizioni siano tali che l'oggetto percorre interamente il "giro della morte" (cioè la costante elastica della molla è quella determinata alla risposta a)) e che un altro oggetto (**puntiforme**) di massa  $M = 2m = 40$  g si trovi, inizialmente **fermo**, sul piano al termine del tratto circolare, cioè nella posizione 3 di figura. Questo oggetto viene urtato dall'oggetto di massa  $m$ . Sapendo che in seguito all'urto i due oggetti restano agganciati l'un l'altro, quanto vale subito dopo l'urto la velocità  $V$  del sistema dei due oggetti? [Considerate trascurabile l'attrito in tutto il percorso]

$$V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

3. Una sottile asta **omogenea** di massa  $M = 10$  kg e lunghezza  $D = 1.0$  m è vincolata a ruotare **senza attrito** in un piano verticale attorno ad un perno collocato ad un suo estremo (vedi figura). L'altro estremo dell'asta è attaccato ad una fune inestensibile di massa trascurabile, il cui altro capo è inchiodato ad una parete indeformabile. Il sistema è in equilibrio quando l'asta forma un angolo  $\theta_0 = \pi/4$  rispetto alla verticale e la fune è orizzontale.



- a) Quanto vale in queste condizioni il modulo della tensione  $T$  della fune? [Usate il valore  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  per il modulo dell'accelerazione di gravità; fate attenzione a valutare in modo corretto i bracci delle forze che agiscono sull'asta]  
 $T = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N}$
- b) Quanto valgono le componenti  $F_X$  ed  $F_Y$  della reazione vincolare esercitata dal perno sull'asta? [Considerate il sistema di riferimento indicato in figura]  
 $F_X = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N}$   
 $F_Y = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N}$
- c) Supponete che ad un dato istante la fune si rompa: di conseguenza l'asta comincia a ruotare attorno ad un asse passante per il perno. Quanto vale la velocità angolare  $\omega$  dell'asta quando questa passa per la posizione verticale? [Se non siete in grado di esprimere il momento di inerzia dell'asta, lasciatelo indicato come  $I$ ; può farvi comodo ricordare che  $\cos(\pi/4) \sim 0.71$ ]  
 $\omega = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ rad/s}$

---

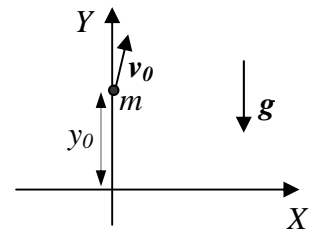
**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
Pisa, 17/4/2007 Firma:

Nome e cognome: .....

Matricola: .....

Siete invitati a riportare 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. Una palla di massa  $m = 100$  g viene lanciata dal punto  $x_0 = 0, y_0 = 4.9$  m di un certo sistema di riferimento (l'asse  $Y$  è **verticale**) con una velocità iniziale che ha componenti  $v_{0X} = 5.0$  m/s e  $v_{0Y} = 9.8$  m/s (la velocità non ha componenti lungo l'asse  $Z$ ).



- a) Quanto vale la coordinata  $x'$  in corrispondenza della quale la palla raggiunge il suolo, cioè interseca l'asse  $X$  di figura? [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per l'accelerazione di gravità, diretta nel verso negativo dell'asse  $Y$ ]

$x' = \dots \sim \dots$  m

- b) Supponendo che il suolo (cioè l'asse  $X$ ) sia rigido, **fisso** ed indeformabile, cioè tale che, colpendolo, la palla subisce un urto **totalmente elastico**, quanto vale **in modulo** la velocità  $v'$  che la palla possiede **subito dopo** l'urto?

$v' = \dots \sim \dots$  m/s

2. Un semplice modello "classico" per l'atomo di idrogeno prevede che esso sia composto da un elettrone, di carica  $q = -e = -1.6 \times 10^{-19}$  C e massa  $m = 9.0 \times 10^{-31}$  kg, che ruota con velocità uniforme e costante attorno ad un protone dotato di carica  $Q = e = 1.6 \times 10^{-19}$  C e massa  $M = 1.6 \times 10^{-27}$  kg.

- a) Sapendo che il raggio dell'orbita vale  $R = a_0 = 5.0 \times 10^{-11}$  m, quanto vale l'**energia cinetica**  $E_{K0}$  dell'elettrone? [Trascurate ogni effetto dovuto alla gravità, ed usate il valore  $\kappa = 9.0 \times 10^9$  Nm<sup>2</sup>/C<sup>2</sup> per la costante della forza elettrica]

$E_{K0} = \dots = \dots$  J

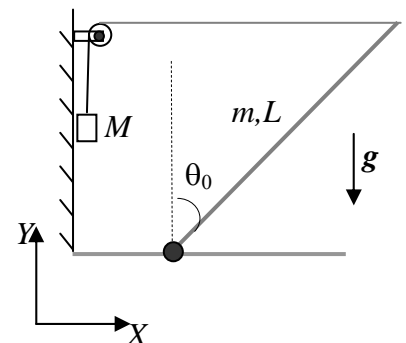
- b) A causa di una perturbazione esterna (che non specifichiamo!), il raggio dell'orbita diventa  $R' = 2a_0 = 1.0 \times 10^{-10}$  m. Quanto vale il lavoro  $L_E$  compiuto dalle forze di natura elettrica nel corso del processo? [Può farvi comodo ricordare la seguente regolina di integrazione indefinita per una variabile  $\xi$  generica ( $n \neq -1$ ):  $\int \xi^n d\xi = \xi^{n+1}/(n+1)$ ]

$L_E = \dots = \dots$  J

- c) Quanto vale la variazione di **energia totale**  $\Delta E$  nel processo di cui alla domanda precedente?

$\Delta E = \dots = \dots$  J

3. Una sottile asta **omogenea** di massa  $m = 5.0$  kg e lunghezza  $L = 4.9$  m è impernata ad un suo estremo in modo da poter ruotare con **attrito trascurabile** su un piano verticale. L'asta è mantenuta in una posizione tale che il suo asse forma un angolo  $\theta_0 = \pi/4$  rispetto alla verticale da un sistema che, come mostrato in figura, risulta composto da: una fune (inestensibile e di massa trascurabile, agganciata alla sommità dell'asta), una puleggia (ancorata ad una parete verticale ed in grado di ruotare con **attrito trascurabile** attorno al proprio asse), un corpo di massa  $M$  (incognita) appeso alla fune. Nel tratto di collegamento tra puleggia e sommità dell'asta la fune è orizzontale. [Per la soluzione usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità; ricordate che  $\sin(\pi/4) = \cos(\pi/4) \sim 0.71$ ]



- a) Quanto vale, componente per componente, la forza  $F$  che il perno esercita sull'asta nelle condizioni di figura? [Usate il sistema di riferimento indicato in figura e fate attenzione ad esprimere il risultato in funzione dei dati noti del problema, valutando correttamente i **bracci** delle forze!]

$$F_X = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N}$$

$$F_Y = \dots\dots\dots = \dots\dots \text{ N}$$

- b) Supponendo che ad un dato istante la fune venga tagliata, quanto vale l'accelerazione angolare  $\alpha$  con cui l'asta **comincia** a ruotare attorno all'asse passante per il perno di contatto con il pavimento (ed ortogonale al foglio)? [Se non sapete esprimere il momento di inerzia dell'asta, lasciatelo indicato con il simbolo  $I$ ]

$$\alpha = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ rad/s}^2$$

- c) Quanto vale la velocità angolare  $\omega$  con cui l'asta sta ruotando quando essa raggiunge il suolo, cioè quando l'angolo  $\theta$  di figura "tende" a  $\pi/2$ ?

$$\omega = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ rad/s}$$

---

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
 Pisa, 17/4/2007 Firma:

Nome e cognome: .....

Matricola: .....

Siete invitati a riportare 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. Due oggetti puntiformi aventi la stessa massa  $m = 1.0$  kg si muovono con **attrito trascurabile** su un piano **orizzontale**  $XY$ . All'istante  $t_0 = 0$  uno dei due oggetti, che chiameremo 1, parte da fermo dalla posizione  $x_{10} = 0$ ,  $y_{10} = 4.0$  m con accelerazione di modulo  $a_1$  (incognito) diretta nel verso positivo dell'asse  $X$ . L'oggetto 2, invece, si muove con velocità uniforme e costante di **modulo**  $v_0 = 2.0$  m/s lungo la **bisettrice** del piano  $XY$ , e all'istante  $t_0 = 0$  si trova a passare per l'origine del sistema di riferimento.

- a) Quanto deve valere l'accelerazione  $a_1$  se si vuole che i due oggetti si incontrino in qualche punto del piano?

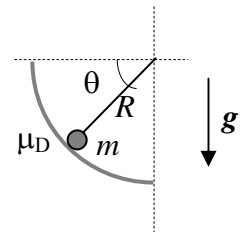
$$a_1 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}^2$$

- b) Supponendo che dopo l'impatto i due oggetti restino agganciati l'un l'altro, quanto vale, componente per componente, la velocità  $V$  del sistema composto dai due oggetti subito dopo l'urto? [Può farvi comodo ricordare che  $\cos(\pi/4) = \sin(\pi/4) \sim 0.71$ ]

$$V_X = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

$$V_Y = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

2. Una massa **puntiforme**  $m = 100$  g può **scivolare** su una guida che, in sezione, è rappresentata da un quarto di circonferenza di raggio  $R = 10$  cm; la guida è disposta su un piano verticale come in figura, la sua superficie è scabra e presenta un coefficiente di attrito dinamico  $\mu_D = 0.50$ . [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità]



- a) Come si scrive, in funzione dell'angolo  $\theta$  indicato in figura (che può variare da 0 a  $\pi/2$ ), il modulo della reazione vincolare  $N(\theta)$  esercitata dalla guida sulla massa? [**Non usate** valori numerici per questa risposta!]

$$N(\theta) = \dots\dots\dots$$

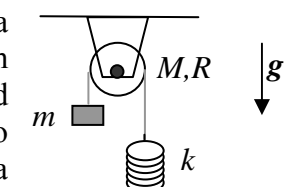
- b) Quanto vale il lavoro  $L_A$  eseguito dalla forza di attrito sulla massa quando questa percorre l'intera guida, cioè passa dalla posizione iniziale  $\theta_{in} = 0$  alla posizione finale  $\theta_{fin} = \pi/2$ ? [Notate che la forza di attrito **non** è uniforme e considerate bene la sua direzione e quella dello spostamento; suggerimento ulteriore: "parammetrizzate" lo spostamento attraverso l'angolo  $\theta$ ; può farvi comodo rammentare la seguente regola di integrazione indefinita per una variabile generica  $\xi$ :  $\int \sin \xi \, d\xi = -\cos \xi$ ]

$$L_A = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ J}$$

- c) Se la massa viene lasciata partire da ferma all'inizio della guida (cioè dalla posizione  $\theta_{in} = 0$ ), quanto vale la velocità  $v$  con cui arriva alla fine della guida (cioè alla posizione  $\theta_{fin} = \pi/2$ )?

$$v = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

3. Una fune inestensibile di massa trascurabile passa attraverso la gola di una puleggia costituita da un disco **omogeneo** di massa  $M = 4.0$  kg e raggio  $R = 10$  cm che può ruotare con **attrito trascurabile** attorno al suo asse, il quale è sostenuto ad un solaio rigido tramite un opportuno giogo. Ad un estremo della fune è attaccato un corpo di massa  $m = 2.0$  kg, mentre l'altro estremo termina, attraverso una molla di costante elastica  $k = 98$  N/m e massa trascurabile, su un pavimento rigido a cui la molla è agganciata. La figura rappresenta uno schema della situazione.



- a) Quanto vale, in condizioni di **equilibrio**, l'allungamento  $\Delta$  della molla? [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità, diretta verticalmente verso il basso]

$$\Delta = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

- b) Ad un certo istante la fune viene spezzata nel punto di congiunzione con la molla: di conseguenza il corpo comincia a scendere verso il basso e la puleggia comincia a ruotare. Quanto vale la velocità angolare  $\omega$  della puleggia nel momento in cui il corpo si è abbassato di un tratto  $\Delta z = -10$  m (il segno negativo si riferisce ad un asse  $Z$  che punta verticalmente verso l'alto)? [Supponete che la fune non slitti sulla gola della puleggia; se non sapete esprimere il momento di inerzia della puleggia lasciatelo indicato con il simbolo  $I$ ]

$$\omega = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ rad/s}$$

- c) Qual è l'intervallo di tempo  $\Delta t$  necessario affinché il corpo scenda del tratto  $\Delta z = -10$  m?

$$\Delta t = \dots\dots\dots \sim \dots\dots \text{ s}$$

---

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
Pisa, 17/4/2007 Firma:

Nome e cognome: .....

Matricola: .....

Siete invitati a riportare 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. Due carrellini (**puntiformi**) di identica massa  $m = 10$  kg si muovono con **attrito trascurabile** su un binario piano e rettilineo diretto lungo l'asse  $X$  di un riferimento. All'istante  $t_0 = 0$  il carrellino 1, inizialmente fermo, parte dall'origine del riferimento con accelerazione costante ed uniforme  $a_1 = 2.0$  m/s<sup>2</sup>; allo stesso istante il carrellino 2 si trova nel punto  $x_0 = 16$  m ed è dotato di velocità  $v_0 = - 6.0$  m/s, che mantiene costante ed uniforme fino all'impatto con il carrellino 1 (i due carrelli si muovono evidentemente l'uno contro l'altro).

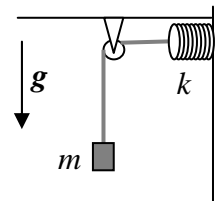
- a) Quanto vale la coordinata  $X$  in cui avviene l'impatto?

$$X = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

- b) Supponendo che dopo l'impatto i due carrellini rimangano agganciati l'un l'altro, quanto vale la velocità  $V$  del sistema dei due carrelli subito dopo l'impatto?

$$V = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

2. Una massa  $m = 4.9 \times 10^{-1}$  kg è attaccata all'estremità di una fune inestensibile di massa trascurabile che passa attorno ad una puleggia di **raggio e massa trascurabili**, la quale può ruotare **senza attrito** attorno al suo asse, impernata su un supporto vincolato ad un solaio rigido ed indeformabile. L'altro capo della corda è attaccato ad una molla, di massa trascurabile e costante elastica  $k = 49$  N/m, il cui altro estremo è vincolato ad una parete rigida indeformabile; l'asse della molla è in direzione orizzontale, così come il tratto della fune che collega la molla con la puleggia. La figura rappresenta schematicamente il problema. [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità]



- a) Quanto vale l'elongazione  $\Delta_0$  della molla in condizioni di equilibrio?

$$\Delta_0 = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m}$$

- b) Immaginate ora di prendere in mano la massa ed abbassarne la quota di un tratto  $\Delta z = - 9.8$  cm (il segno negativo si riferisce ad un asse  $Z$  diretto verticalmente verso l'alto). All'istante  $t_0 = 0$  lasciate andare la massa con velocità iniziale nulla. Quanto vale la velocità  $v$  con cui la massa passa per la posizione di equilibrio, cioè quella considerata nella domanda precedente?

$$v = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ m/s}$$

- c) In quale istante  $t$  la massa ripassa (per la prima volta) per la posizione di equilibrio?

$$t = \dots\dots\dots \sim \dots\dots\dots \text{ s}$$

3. Uno "strano" sistema idrogenoide è costituito da due particelle di uguale massa  $m_1 = m_2 = m$ , dotate di cariche opposte,  $q_1 = q$ , e  $q_2 = -q$ . Si sa che, come in una "descrizione classica" dell'atomo di idrogeno, la massa  $m_2$ , cioè la carica negativa, ruota con un'orbita circolare attorno alla massa  $m_1$ , cioè la carica positiva; il raggio dell'orbita è noto e vale  $R$ . [In questo esercizio **non dovete** dare risposte numeriche, ma limitarvi ad esprimere le soluzioni in funzione dei dati noti del problema]

- a) Come si scrive, in funzione dei dati del problema, il **modulo** dell'accelerazione centripeta  $a$  a cui è soggetta la massa  $m_2$ ? [Esprimete con  $\kappa$  la costante della forza elettrica; fate attenzione al fatto che le masse delle due particelle sono uguali!]

$$a = \dots\dots\dots$$

- b) Come si scrive, in funzione dei dati del problema, il periodo di rotazione  $T$  dell'orbita circolare compiuta dalla massa  $m_2$  attorno ad  $m_1$ ?

$$T = \dots\dots\dots$$

- c) Come si scrive, in funzione dei dati del problema, l'energia di ionizzazione  $\Delta E$  per questo sistema? [Fate attenzione a modellare in modo corretto il processo di ionizzazione; può farvi comodo ricordare la seguente regola di integrazione indefinita per una variabile  $\xi$  generica ( $n \neq -1$ ):  $\int \xi^n d\xi = \xi^{n+1}/(n+1)$ ]  
 $\Delta E = \dots\dots\dots$

---

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
Pisa, 17/4/2007 Firma:

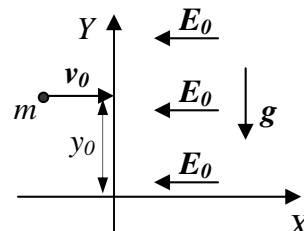


Nome e cognome: .....

Matricola: .....

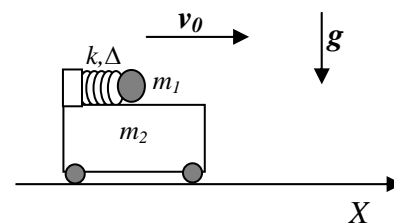
Siete invitati a riportare i risultati, sia letterali che numerici, se richiesti, in questo foglio; allegare "brutte copie" o altri documenti che ritenete utili. **Le risposte non adeguatamente giustificate non saranno prese in considerazione**

1. Nel semispazio  $x > 0$  di un certo sistema di riferimento si trova un campo elettrico **uniforme**  $E_0$  diretto nel verso negativo dell'asse  $X$  e di modulo  $E_0 = 2.0 \times 10^{-2}$  N/C. Un protone (massa  $m_p = 1.6 \times 10^{-27}$  kg, carica  $q = 1.6 \times 10^{-19}$  C) arriva in questo semispazio con una velocità  $v_0$  diretta nel verso positivo dell'asse  $X$  e di modulo  $v_0 = 2.0 \times 10^3$  m/s; come rappresentato in figura, il protone entra nel semispazio alla quota  $y_0 = 4.9 \times 10^{-6}$  m (l'asse  $Y$  è **verticale**).



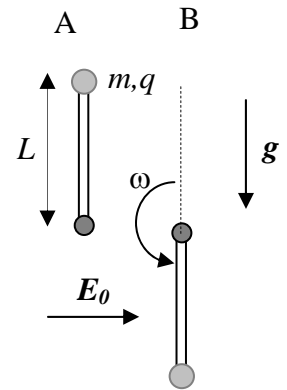
- a) Quanto vale la coordinata  $x'$  in corrispondenza della quale il protone interseca l'asse  $X$  di figura? [Usate il valore  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per l'accelerazione di gravità, diretta nel verso negativo dell'asse  $Y$ ]  
 $x' = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  m
- b) Supponendo che l'asse  $X$  giaccia su un piano rigido, **fisso** ed indeformabile colpendo il quale il protone subisce un urto **totalmente elastico** (per intenderci, come un pallone ben gonfio che urta una parete rigida), quanto vale **in modulo** la velocità  $v'$  che il protone possiede **subito dopo** l'urto?  
 $v' = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  m/s

2. Un "cannoncino a molla" (tipo flipper, per intenderci) è montato sopra un piccolo carrello in modo da avere il suo asse (e quindi la direzione di sparo) in direzione orizzontale; il cannoncino è costituito da una molla di massa trascurabile e costante elastica  $k$  incognita che inizialmente è mantenuta compressa per un tratto  $\Delta = 20$  cm da un fermo. Il proiettile che il cannoncino spara ha massa  $m_1 = m = 1.0$  kg; il carrello ha massa  $m_2 = 2m = 2.0$  kg e si muove con **attrito trascurabile** lungo un binario piano e rettilineo disposto in direzione dell'asse  $X$  (orizzontale) di un sistema di riferimento, con una velocità **iniziale**  $v_0 = 0.50$  m/s. Il sistema nelle sue condizioni iniziali (cioè quando la sua massa complessiva è  $m_1 + m_2 = 3m$ ) è rappresentato schematicamente in figura.



- a) Ad un certo istante il fermo che tiene compressa la molla viene rimosso ed il proiettile viene sparato in direzione orizzontale. Sapendo che la velocità  $V$  del carrello subito dopo lo sparo vale  $V = 3.0 \times 10^{-1}$  m/s, quanto vale, in modulo, la velocità  $v$  con cui viene sparato il proiettile? [Può farvi comodo notare che il proiettile viene sparato nello stesso verso di  $v_0$ ; esprimete la velocità rispetto ad un riferimento fisso rispetto al binario]  
 $v = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  m/s
- b) Tenendo conto della risposta data al punto b), quanto vale la costante elastica  $k$  della molla del cannoncino? [Fate attenzione a "bilanciare" le energie]  
 $k = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  N/m
- c) Sapendo che lo sparo del proiettile viene effettuato in un intervallo di tempo  $\Delta t = 1.0 \times 10^{-2}$  s, quanto vale, in modulo, la forza **media**  $F$  che il cannoncino esercita sul carrello?  
 $F = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$  N

3. Una piccola sfera di raggio **trascurabile** e massa  $m = 200$  g è fissata ad un'asta di lunghezza  $L = 0.80$  m e **massa trascurabile**, che può ruotare **senza attrito** su un piano verticale essendo imperniata ad un suo estremo. La configurazione iniziale è con l'asta posta in direzione verticale, e quindi con la sfera che si trova nella posizione più alta, come in figura A. [Usate  $g = 9.8$  m/s<sup>2</sup> per il modulo dell'accelerazione di gravità e, per quanto riguarda la dinamica, considerate la sfera come puntiforme]



a) Ad un dato istante l'asta viene lasciata libera di muoversi con velocità iniziale nulla; essa comincia allora a ruotare attorno al perno, e quindi la sfera scende verso il basso (supponiamo rotando in senso antiorario, come indicato in figura). Quanto vale la velocità angolare  $\omega$  dell'asta quando la sfera si trova nel punto più basso che può raggiungere (quello di figura B)?

$$\omega = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ rad/s}$$

b) Quanto vale il modulo della forza  $F$  che l'asta esercita sulla sfera quando questa si trova nel punto di cui alla domanda precedente? [Suggerimento: tenete conto che la massa si sta muovendo su una circonferenza e considerate tutte le forze che agiscono sulla sfera quando essa passa per la posizione in questione!]

$$F = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ N}$$

c) Supponete ora che la sfera rechi anche una carica elettrica, di valore  $q = 1.0 \times 10^{-3}$  C, e che nella regione di spazio in cui si trova il sistema sia presente un campo elettrico **uniforme e costante**  $E_0$ , diretto **orizzontalmente** (vedi figura) e di modulo  $E_0 = 5.0$  N/C. Se in queste condizioni si ripete l'esperimento descritto nel punto a), quanto vale la velocità angolare  $\omega'$  dell'asta? [Fate attenzione a cosa fa effettivamente il campo elettrico!]

$$\omega' = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots \text{ rad/s}$$

**Nota:** acconsento che l'esito della prova venga pubblicato sul sito web del docente, <http://www.df.unipi.it/~fuso/dida>, impiegando come nominativo le ultime quattro cifre del numero di matricola, oppure il codice: | | | | (4 caratteri alfanumerici).  
Pisa, 17/4/2007 Firma: