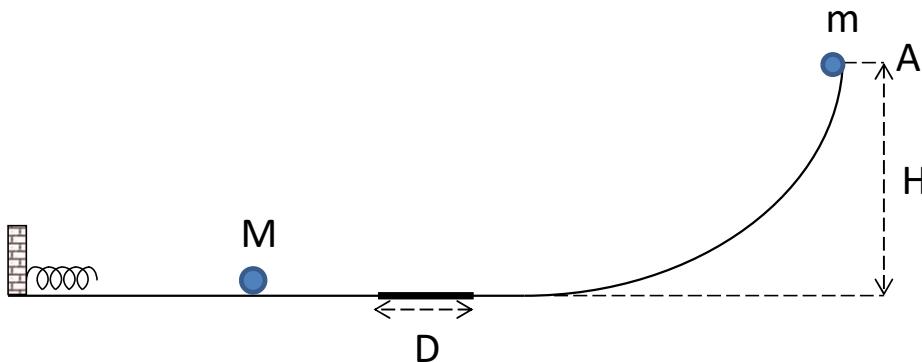


|                                                                                                                                                                                        |           |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|
|  <p>UNIVERSITÀ DEGLI STUDI<br/>DI TRENTO</p>                                                          | Cognome   |  |
|                                                                                                                                                                                        | Nome      |  |
| <p style="text-align: center;"><b>Dipartimento di Matematica</b><br/> <b>Corso di Fisica generale I , A.A. 2015-2016</b><br/> <b>Seconda prova in itinere del 21 dicembre 2015</b></p> | Matricola |  |
|                                                                                                                                                                                        | Firma     |  |

## ESERCIZIO 1

Un carrello di massa  $m=5.00 \text{ kg}$ , assimilabile ad un corpo puntiforme, si muove lungo il profilo liscio tranne che per il tratto scabro D, come mostrato in figura. Tale profilo giace nel piano verticale ed inizia con un tratto curvo, per poi a raccordarsi tangenzialmente con un tratto orizzontale.



All'istante  $t=0$  il carrello inizia a scendere lungo il profilo, partendo da fermo dalla posizione A (vedi figura) distante  $H=1.39 \text{ m}$  dal piano orizzontale. Assumendo inerziale il sistema di riferimento solidale al profilo, rispondere alle seguenti domande

- Calcolare la velocità  $V_1$  del carrello di massa  $m$  subito dopo che avrà imboccato il tratto orizzontale.
- Calcolare il lavoro della forza di attrito mentre il carrello di massa  $m$  percorrerà il tratto scabro di lunghezza  $D=1.75 \text{ m}$  (coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d = 0.15$ ).
- Un altro carrello di massa  $M=4.00 \text{ kg}$ , assimilabile ad un corpo puntiforme, è fermo e viene urtato dal primo carrello rimanendovi attaccato. Calcola la velocità  $V_3$  dopo l'urto dei due carrelli.
- Calcolare la perdita di energia del sistema dei due carrelli nell'urto.
- Calcolare la deformazione massima della molla di costante elastica  $K = 13.5 \text{ N/m}$  contro la quale andranno a urtare i due carrelli (senza perdere energia).

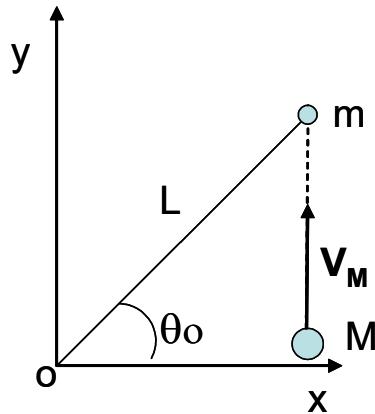
### Svolgimento Esercizio I

| ESE 1 Domanda 1 | Svolgimento e Commenti                                                                                                                                                | Scrivere qui la risposta |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|                 | <p>Lungo il tratto curvo il profilo è liscio,<br/> l'energia meccanica si conserva e quindi ricavo <math>V_1</math><br/> imponendo che</p> $\frac{1}{2}m V_1^2 = mgH$ | <p>Formula</p>           |
|                 |                                                                                                                                                                       | <p>Valore numerico</p>   |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| ESE 1 Domanda 2 | <i>Svolgimento e Commenti</i>                                                                                                                                                                                                                                               | Scrivere qui la risposta |
|                 | <i>Lavoro forza di attrito=- <math>\mu_d mgD</math></i>                                                                                                                                                                                                                     | <i>Formula</i>           |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                             | <i>Valore numerico</i>   |
| ESE 1 Domanda 3 | <i>Svolgimento e Commenti</i>                                                                                                                                                                                                                                               | Scrivere qui la risposta |
|                 | <i>Si conserva la quantità di moto, ma per sapere quella prima dell'urto devo calcolarmi la velocità di m prima dell'urto. Il lavoro fatto dalla forze di attrito è pari alla variazione di energia cinetica di m....e così mi ricavo la velocità di m prima dell'urto.</i> | <i>Formula</i>           |
|                 | <i>Poi impongo la conservazione della quantità di moto e ricavo V3</i>                                                                                                                                                                                                      | <i>Valore numerico</i>   |
| ESE 1 Domanda 4 | <i>Svolgimento e Commenti</i>                                                                                                                                                                                                                                               | Scrivere qui la risposta |
|                 | <i>Basta calcolare l'energia cinetica dopo l'urto meno l'energia cinetica prima dell'urto</i>                                                                                                                                                                               | <i>Formula</i>           |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                             | <i>Valore numerico</i>   |
| ESE 1 Domanda 5 | <i>Svolgimento e Commenti</i>                                                                                                                                                                                                                                               | Scrivere qui la risposta |
|                 | <i>In questa fase l'energia meccanica si conserva e quindi la deformazione massima <math>D_m</math> si ricaverà dalla seguente equazione</i>                                                                                                                                | <i>Formula</i>           |
|                 | $\frac{1}{2} k D_m^2 = \frac{1}{2} (m+M) V3^2$                                                                                                                                                                                                                              | <i>Valore numerico</i>   |

## ESERCIZIO 2

In un sistema di riferimento inerziale, due corpi puntiformi di massa rispettivamente  $m=35$  gr ed  $M=47$  gr sono vincolati a muoversi su un piano orizzontale scabro (coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d=0.05$ ). Per  $t<0$  il corpo  $m$  è fermo e legato da un filo ideale di lunghezza  $L=32$  cm ad un perno nel punto  $O$  (senza attrito, il filo è completamente disteso e forma inizialmente un angolo  $\theta_0=\pi/4$  rispetto all'asse  $x$ ).



Per  $t<0$  la massa  $M$  si muove invece sul piano con velocità data da  $\vec{V}_M(t)=V_M(t)\hat{y}$  ( $V_M>0$ ).

All'istante  $t=0$ , la massa  $M$  urta in modo completamente anelastico la massa  $m$ .

1. In generico istante  $t<0$ , determinare il vettore velocità del centro di massa del sistema delle due particelle  $\vec{V}_{CM}(t)$ , in funzione di  $\vec{V}_M(t)=V_M(t)\hat{y}$  velocità della massa  $M$ ;
2. Per  $t<0$  calcolare l'accelerazione del centro di massa  $\vec{a}_{CM}(t)$  del sistema delle due particelle.

Sapendo che un istante prima dell'urto  $V_M=0.32$  m/s, calcolare:

3. la reazione impulsiva  $\vec{J}_0$  del filo nel momento dell'urto;
4. la velocità angolare  $\vec{\omega}_0$  e il momento angolare  $\vec{L}_0$  del sistema rispetto al punto  $O$  subito dopo l'urto;
5. la velocità angolare  $\vec{\omega}(t)$  del sistema in funzione del tempo, per  $t>0$  fino al momento in cui si ferma, e il lavoro  $L_{fa}$  fatto dalla forza di attrito per fermare le particelle.

### Svolgimento Esercizio 2

| ESE 2 Domanda 1 | Svolgimento e Commenti                           | Scrivere qui la risposta |
|-----------------|--------------------------------------------------|--------------------------|
|                 |                                                  | Formula                  |
|                 | $\vec{V}_{CM}(t) = \frac{M}{M+m} V_M(t) \hat{y}$ |                          |
|                 |                                                  |                          |

|                 |                                                     |                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------|--------------------------|
| ESE 2 Domanda 2 | <i>Svolgimento e Commenti</i>                       | Scrivere qui la risposta |
|                 | $\vec{a}_{CM}(t) = -\mu_d Mg \frac{1}{M+m} \hat{y}$ | <i>Formula</i>           |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| ESE 2 Domanda 3 | <i>Svolgimento e Commenti</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Scrivere qui la risposta |
|                 | <p>L'impulso applicato dal filo è tangenziale al filo stesso e quindi la componente ortogonale al filo della quantità di moto totale si conserva.</p> <p>Il filo inestensibile costringe inoltre le due masse a muoversi dopo l'urto lungo una circonferenza di raggio <math>L</math> e centrata in <math>O</math> e quindi la quantità di moto totale dopo l'urto avrà solo la componente ortogonale al filo.</p>                                                                                   | <i>Formula</i>           |
|                 | <p>L'impulso dato dal filo sarà allora uguale ed opposto alla componente tangenziale al filo della quantità di moto totale prima dell'urto (in modo che dopo l'urto sia appunto zero...).</p> <p>Tenendo conto di queste considerazioni e scrivendo che l'impulso del filo è uguale alla variazione della quantità di moto totale si ricavano l'impulso del filo e la velocità delle due particelle dopo l'urto che ci servirà per calcolare la velocità angolare richiesta nel punto successivo</p> | <i>Valore numerico</i>   |

|                 |                                                                                                                                         |                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| ESE 2 Domanda 4 | <i>Svolgimento e Commenti</i>                                                                                                           | Scrivere qui la risposta |
|                 | <p>....ricavandosi la velocità delle due particelle dal punto precedente basta applicare le definizioni delle quantità richieste...</p> | <i>Formule</i>           |
|                 |                                                                                                                                         | <i>Valori numerici</i>   |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| ESE 2 Domanda 5 | <i>Svolgimento e Commenti</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Scrivere qui la risposta |
|                 | <p>Mentre le due particelle compiono la loro traiettoria circolare centrata in <math>O</math>, tangenzialmente agisce la forza di attrito di modulo <math>\mu d (m+M)g</math> che le frena inducendo un accelerazione angolare costante di modulo <math>\alpha = \mu d g/L</math> per cui</p> $\vec{\omega}(t) = \vec{\omega}_0 - \alpha t \hat{z}$ | <i>Formule</i>           |
|                 | <p>Le particelle si fermeranno quando il lavoro della forza di attrito sarà uguale ed opposta all'energia cinetica subito dopo l'urto.</p>                                                                                                                                                                                                          | <i>Valore numerici</i>   |

