

**Università degli Studi di Roma "La Sapienza"**  
**Facoltà di Ingegneria Civile ed Industriale**  
**CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CHIMICA**  
**A.A. 2012/2013 – 5° APPELLO DI FISICA I**  
**7 febbraio 2014**

**ATTENZIONE**

Le soluzioni del compito saranno disponibili in rete (<http://www.sbai.uniroma1.it/node/6014>) dal pomeriggio di venerdì 7 febbraio 2014. Gli orali non inizieranno prima del 26 febbraio.

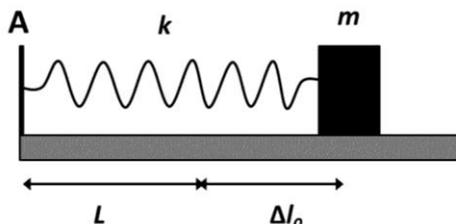
- La durata della prova è di 2.30 ore.
- Non è consentito uscire dall'aula durante la prova.
- E' vietato consultare libri e appunti di fisica.
- **E' vietato tenere telefoni cellulari o strumenti mediatici equivalenti accesi e l'uso di calcolatrici programmabili.**
- Potete tenere il testo del compito se consegnate dopo 1 ora e mezzo dall'inizio della prova.
- Per essere ammessi alla prova orale occorre aver svolto bene almeno due esercizi del compito.

**ESERCIZIO 1**

Un punto materiale di massa  $m = 500$  g, soggetto alla forza di gravità, viene lanciato da terra con velocità iniziale verticale  $v_0 = 19.6$  m/s. Dal momento del lancio e fino al raggiungimento della quota massima il punto è anche soggetto all'azione di una forza orizzontale costante di intensità  $F = 0.5$  N. Trascurando le resistenze passive e gli effetti di non inerzialità della Terra, si determinino la distanza del punto di ricaduta dalla posizione di lancio e il modulo della velocità di ricaduta.

**ESERCIZIO 2**

Una sferetta di massa  $m = 100$  g è agganciata ad una molla ideale di costante elastica  $k = 19.6$  N/m, lunghezza a riposo  $L = 40$  cm, priva di massa il cui secondo estremo è fissato nel punto A, come mostrato in figura. Il sistema è posto su un piano orizzontale scabro (coefficiente di attrito dinamico  $\mu_d = 0.5$ ). Se si allunga la molla di un tratto  $\Delta l_0 = 20$  cm e si lascia quindi muovere la sferetta sotto l'azione della molla, si determini la distanza minima da A raggiunta dalla sferetta nel suo moto. (Si trascuri ogni altra forma di attrito).



**ESERCIZIO 3**

Un'asta omogenea di lunghezza  $L = 1.2$  m e massa  $M = 2$  kg è appesa ad un punto fisso O attorno al quale può oscillare senza attrito. L'asta, inizialmente in quiete lungo la verticale, viene urtata in maniera completamente anelastica in un punto a distanza  $L/2$  da O da un corpo di massa  $m = M/3$  in moto con velocità  $v_0 = 3$  m/s orizzontale. a) Si determini il momento angolare dell'intero sistema prima e dopo l'urto. b) Si calcoli l'ampiezza angolare dell'oscillazione dell'asta dopo l'urto.

( $I_{\text{asta}} = 1/3 ML^2$ )

**ESERCIZIO 4**

Una macchina termica reversibile lavora tra due sorgenti a temperatura  $T_1 = 500$  °C e  $T_2 = 0$  °C rispettivamente. Sapendo che per ogni ciclo la variazione di entropia della sorgente  $T_2$  è di  $5$  cal  $K^{-1}$  e che la macchina compie  $10$  cicli/s, calcolare la potenza fornita dalla macchina.

### ESERCIZIO 1

SALITA: 
$$\begin{cases} v_x(t) = \frac{F}{m} t \\ v_y(t) = v_0 - g t \end{cases} \quad \begin{cases} x(t) = \frac{1}{2} \frac{F}{m} t^2 \\ y(t) = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

$v_{sy} = v_y(t_s) = 0 \Rightarrow t_s = \frac{v_0}{g} \quad v_{sx} = v_x(t_s) = \frac{F}{m} \frac{v_0}{g}$

$x_s = x(t_s) = \frac{1}{2} \frac{F}{m} \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 \quad y_s = y(t_s) = \frac{v_0^2}{2g}$

DISCESA: 
$$\begin{cases} v_x(t) = \frac{F}{m} \frac{v_0}{g} \\ v_y(t) = -g t \end{cases} \quad \begin{cases} x(t) = x_s + \frac{F}{m} \frac{v_0}{g} t = \frac{1}{2} \frac{F}{m} \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 + \frac{F}{m} \frac{v_0}{g} t \\ y(t) = y_s - \frac{1}{2} g t^2 = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

$y_D = y(t_D) = 0 \Rightarrow t_D = t_s = \frac{v_0}{g}$

$x_D = \frac{1}{2} \frac{F}{m} \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 + \frac{F}{m} \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 = \frac{3}{2} \frac{F}{m} \left(\frac{v_0}{g}\right)^2 = 6 \text{ m}$

$v_{Dx} = \frac{F}{m} \frac{v_0}{g} = 2 \text{ m/s} \quad v_{Dy} = -g t_D = -v_0 = -19,6 \text{ m/s} \quad |v_D| = \sqrt{v_{Dx}^2 + v_{Dy}^2} = 19,7 \text{ m/s}$

### ESERCIZIO 2

A cause della presenza delle forze di attrito le oscillazioni sono smorzate e quindi la minima distanza da A viene raggiunta durante la prima oscillazione.

$d = L + x_f \quad (x_f < 0)$

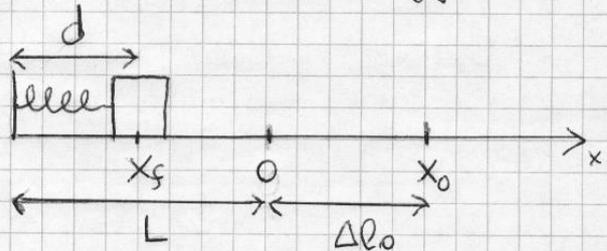
$\Delta E = L^{mc}$

$E_i = \frac{1}{2} k x_0^2 \quad (x_0 = \Delta l_0) \quad E_f = \frac{1}{2} k x_f^2$

$L^{mc} = -M_d mg (x_0 - x_f)$

$\frac{1}{2} k x_f^2 - \frac{1}{2} k x_0^2 = -M_d mg (x_0 - x_f)$

$x_f = \frac{x_0}{2} \frac{M_d mg}{k} \quad x_0 = 15 \text{ cm} \quad d = 25 \text{ cm}$

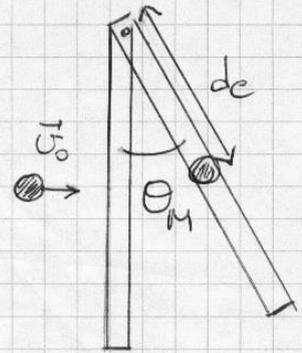


### ESERCIZIO 3

$$\vec{P}_i = m v_0 \frac{L}{2} \hat{k}$$

$$\vec{P}_f = I_0 \omega \hat{k} \quad I_0 = \frac{1}{3} M L^2 + m \left(\frac{L}{2}\right)^2 = \frac{5}{12} M L^2$$

$$\vec{P}_f = \vec{P}_i \Rightarrow \omega = \frac{m v_0 L/2}{I_0} = \frac{2}{5} \frac{v_0}{L} = 1 \text{ rad/s}$$



$$\Delta E = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} I_0 \omega^2 = (M+m) g d_c (1 - \cos \theta_M) \quad (d_c = \frac{L}{2})$$

$$(1 - \cos \theta_M) = \frac{5}{16} \frac{\omega^2}{g} L \quad \cos \theta_M = 0,962 \quad \theta_M = 15,9^\circ$$

### ESERCIZIO 4

$$P = \frac{L}{\Delta t} \quad \text{per 1 ciclo} \quad \Delta t = \frac{1}{f} = 0,1 \text{ s}$$

$$L = Q_1 + Q_2$$

$$Q_2 = -Q_{S_2} = -\Delta S_{S_2} T_2$$

$$\Delta S_u = 0 \Rightarrow \frac{Q_{S_1}}{T_1} + \frac{Q_{S_2}}{T_2} = 0 \quad Q_{S_1} = -\frac{Q_{S_2}}{T_2} T_1 = -\Delta S_{S_2} T_1$$

$$Q_1 = -Q_{S_1} = \Delta S_{S_2} T_1$$

$$P = \frac{\Delta S_{S_2} (T_1 - T_2)}{\Delta t} = 1,047 \text{ W}$$