

## Appello di Fisica IA (ii) –17 febbraio 2010 – Ore 16:30

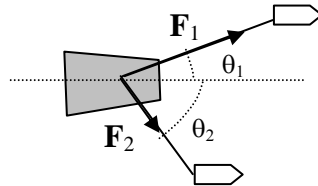
Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

- 1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione, verificata durante o dopo la prova, comporta l'invalidazione della stessa. **L'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova**
- 2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.
- 3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.
- 4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi per un totale di 33 punti; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale.

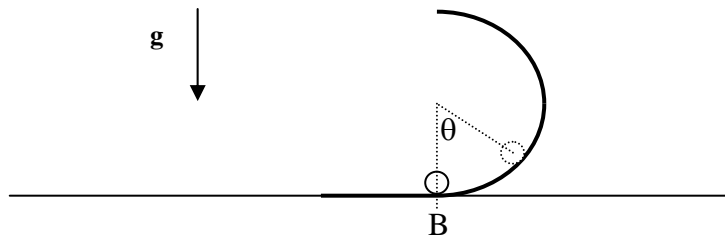
L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www.unipv.it/fis/fisicaIA/>

**Tempo a disposizione 1h45 Orali mercoledì 23 febbraio dalle ore 9 in aula A2**

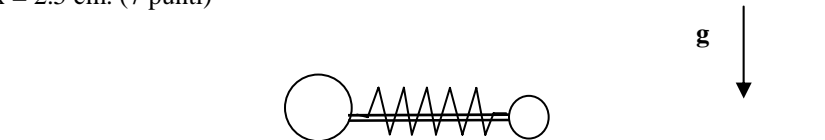
1. Due rimorchiatori tirano una chiatta di massa 10 tonnellate lungo un canale applicando le forze  $F_1 = 1414 \text{ N}$  e  $F_2 = 1000 \text{ N}$ .  $F_1$  è inclinata di un angolo  $\theta_1 = 30^\circ$  rispetto alla riva. Calcolare a) che inclinazione deve avere  $F_2$  perchè la rotta della chiatta sia parallela alla riva; b) l'accelerazione della chiatta; c) lo spazio percorso dalla chiatta, partita da ferma, prima di raggiungere la velocità di 5 nodi. (Supporre l'attrito con l'acqua e la corrente trascurabili; 1 nodo corrisponde a un miglio marino all'ora, un miglio marino a 1852 m). (6 punti)



2. La sezione di una pista da minigolf da un certo punto in poi si inarca seguendo il profilo di una semicirconferenza di raggio 0.5 m, come in figura. Una pallina arriva nel punto B da sinistra con velocità 4 m/s. Calcolare a quale altezza dal suolo arriva la pallina mantenendo il contatto con la pista. (Supporre che la pallina strisci sulla pista con attrito trascurabile) (7 punti)

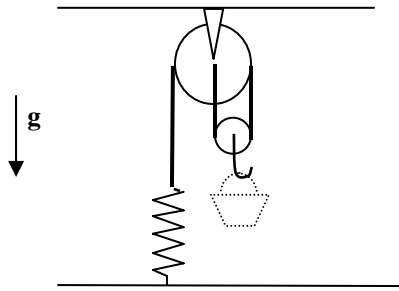


3. Una molla di costante elastica  $k = 6400 \text{ N/m}$ , lunghezza  $l_0$  e massa trascurabile è compressa tra due palline di massa  $m_1 = 1 \text{ kg}$  e  $m_2 = 1/3 m_1$ , inizialmente ferme su un piano orizzontale liscio e tenute insieme da una fune. Ad un certo istante, la fune viene bruciata e la molla si estende spingendo lontano le palline. Calcolare la velocità delle palline, perso il contatto con la molla, sapendo che quest'ultima era inizialmente compressa di  $\Delta x = 2.5 \text{ cm}$ . (7 punti)



4. Un gancio è appeso ad una carrucola-mobile sostenuta da una corda le estremità della quale sono fissate al centro di una seconda carrucola-fissa e ad una molla. La corda striscia senza attrito attorno ad entrambe le carrucole, come in figura. La massa della corda inestensibile, del gancio e delle carrucole è trascurabile e all'equilibrio la molla è a riposo (nè compressa, nè allungata). Ad un certo istante un secchio di massa 5 kg

viene appeso al gancio e il sistema comincia ad oscillare. Calcolare la frequenza e l'ampiezza delle oscillazioni, dopo aver determinato l'allungamento della molla nella nuova posizione di equilibrio . La costante elastica della molla è  $1000 \text{ N/m}$ . (7 punti)



5. Una sonda spaziale ha recentemente individuato un sistema solare di 6 pianeti in orbita attorno alla stella Kepler-11. Uno dei pianeti, Kepler-11g, dista da Kepler-11 circa la metà della distanza della terra dal sole e ha un periodo di rivoluzione di 118 giorni. Calcolare il rapporto tra la massa di Kepler-11 e quella del nostro Sole. (6 punti)

## Appello di Fisica IA (ii) –17 febbraio 2010 – Ore 16:30

### Esercizio 1

$$F_1 \sin \theta_1 - F_2 \sin \theta_2 = 0 \quad \sin \theta_2 = \frac{F_1}{F_2} \sin \theta_1 \quad \theta_2 = 45^\circ \quad F_1 \cos \theta_1 + F_2 \cos \theta_2 = Ma \quad a = 0.2 [m/s^2] \quad s = \frac{v^2}{2a} = 17.4 [m]$$

### Esercizio 2

$$N - mg \cos \theta = m \frac{v^2}{R} \quad \text{distacco per } N = 0 \rightarrow v^2 = -gR \cos \theta \quad \frac{1}{2}mv^2 + mg[h = R(1 - \cos \theta)] = \frac{1}{2}mv_B^2 + 0$$

$$3h = 3R(1 - \cos \theta) = \frac{v_B^2}{g} + R \quad h = \frac{1}{3} \left( \frac{v_B^2}{g} + R \right) = 0.7 [m]$$

### Esercizio 3

$$0 = m_1 \mathbf{v}_1 + m_2 \mathbf{v}_2 \quad \mathbf{v}_2 = -\frac{m_1}{m_2} \mathbf{v}_1 = -3\mathbf{v}_1$$

$$\frac{1}{2}k\Delta x^2 + 0 = 0 + \frac{1}{2}m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} \frac{9}{3} m_1 v_1^2 = 2m_1 v_1^2 \quad v_1 = \sqrt{\frac{k}{m_1}} \frac{\Delta x}{2} = 1 [m/s] = v_2 / 3$$

### Esercizio 4

$$T_1 = 2T_2 = 2F_{el} = 2ky \quad \text{all'equilibrio } mg = T_1 = 2ky_{eq} \rightarrow y_{eq} = mg / 2k = 2.45 [cm]$$

$$mg - T_1 = -2k(y - y_{eq}) = ma = m\ddot{y} \quad \omega = \sqrt{\frac{2k}{m}} = 20 [s^{-1}] \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = 3.18 [Hz] \quad A = y_{eq} \quad v_{\max} = A\omega = 0.08 [m/s]$$

### Esercizio 5

$$\frac{GM_k m}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r \quad t^2 = \frac{4\pi^2}{GM_k} r^3 \quad T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_S} R^3 \quad \frac{M_k}{M_S} = \frac{r^3 T^2}{R^3 t^2} = \frac{1}{8} \left( \frac{365}{118} \right)^2 = 1.2$$

**Fisica Ia – II Appello 18-2-2005 – Aule EF1-EF2-EF3-EF4 -A1– Ore 14:00**

**Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA**

Tempo a disposizione: 2h

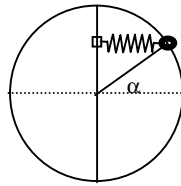
Orali: martedì 22 febbraio – dalle ore 9

1. Al termine di una ripida discesa uno sciatore può scegliere se imboccare una pista orizzontale o proseguire scendendo lungo un pendio inclinato di  $\alpha = 10^\circ$  rispetto all'orizzontale. In entrambi i casi il coefficiente d'attrito con la neve è  $\mu_d = 0.2$ . Quando lo sciatore sceglie di percorrere la pista orizzontale si ferma dopo 30 m. Calcolare la velocità iniziale dello sciatore. Se invece, con la stessa velocità iniziale, lo sciatore sceglie di proseguire lungo la pista in discesa come varia la posizione dello sciatore in funzione del tempo? (5 punti)

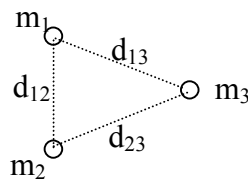
2. Un anellino puntiforme (massa  $m = 10$  g) è vincolato a scorrere su una guida circolare liscia di raggio  $r = 1$  m disposta verticalmente. L'anellino è sottoposto ad una forza elastica orizzontale che l'attrae verso il diametro verticale (vedi figura); tale forza ha costante elastica  $k = 0.2$  N/m ed è direttamente proporzionale alla distanza tra l'anellino e il diametro verticale.

- a) Determinare le posizioni d'equilibrio dell'anellino.
- b) Determinare il valore della forza esercitata dalla guida quando l'anellino è nelle posizioni d'equilibrio

(7 punti)



3. Tre sferette, approssimabili come punti materiali, sono disposte ai vertici di un triangolo isoscele, come indicato dal tratteggio in figura. Determinare la posizione del centro di massa. ( $m_1 = 100$  g,  $m_2 = 300$  g,  $m_3 = 200$  g,  $d_{13} = d_{23} = 1$  m,  $d_{12} = 50$  cm) (4 punti)



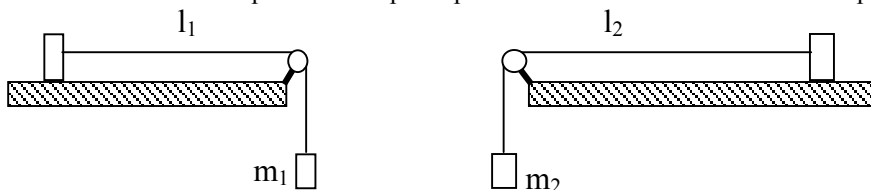
4. Un giocatore di hockey su ghiaccio si dirige alla velocità di 6 m/s verso la porta avversaria, quando il gioco viene interrotto per irregolarità. Il giocatore, indispettito, lancia la mazza verso il bordo pista alla sua destra ad un velocità di 3 m/s. Calcolare la direzione e il modulo della velocità del giocatore dopo il lancio della mazza. Si consideri trascurabile l'attrito. (massa del giocatore 80 Kg, massa della mazza da hockey 0.6 Kg; la velocità impressa alla mazza è diretta a  $90^\circ$  rispetto a quella del giocatore) (6 punti)

5. Una massa di 300 g è vincolata a muoversi su una guida rettilinea lunga 50 cm. Due molle di massa trascurabile sono fissate alle estremità della guida, come in figura. Un gancio tiene premuta la massa contro la prima molla, che è compressa di 10 cm. Quando il gancio viene rimosso, la molla spinge la massa lungo la guida. Calcolare la massima compressione della seconda molla e il periodo del moto della massa nell'ipotesi di attrito trascurabile. (Le molle hanno costanti elastiche  $k_1 = 100$  N/m e  $k_2 = 200$  N/m e lunghezza di riposo  $l_1 = 15$  cm ed  $l_2 = 10$  cm) (6 punti)



6. Un satellite è in orbita circolare intorno alla Terra a distanza  $h = 668.2$  Km dalla superficie terrestre. Il periodo di rivoluzione del satellite è di 98 minuti. Determinare l'accelerazione di gravità sull'orbita. Raggio della Terra  $R_T = 6360$  km. (4 punti)

7. Due corde di lunghezza  $l_1 = 1.0$  m e  $l_2 = 1.5$  m sono fissate ad una parete ad un estremo e tese per mezzo di un peso all'altro estremo, come in figura. La densità lineare della prima corda è 3 g/m e quella della seconda 5 g/m. In che rapporto devono essere le due masse perché un impulso percorra le due corde nello stesso tempo? (4 punti)



## Soluzioni II appello Fisica IA 18-2-05

### Esercizio 1

$$\text{I caso) } Ma = -\mu_d N = -\mu_d Mg \quad a = -\mu_d g \quad 2al = -v_i^2 \quad v_i = \sqrt{2\mu_d gl} = 10.8 \text{ [m/s]}$$

$$\text{II caso) } a = -\mu_d g \cos \alpha + g \sin \alpha = -0.228 \text{ [m/s}^2] \quad s(t) = v_i t + \frac{1}{2} a t^2$$

### Esercizio 2

$$\begin{cases} N - mg \sin \alpha - kr \cos \alpha \cos \alpha = 0 \\ mg \cos \alpha - kr \cos \alpha \sin \alpha = ma \end{cases} \quad \begin{cases} a = 0 \Rightarrow \cos \alpha = 0 & mg - kr \sin \alpha = 0 \\ \alpha_{\text{eq}} = \pm 90^\circ; \quad \sin \alpha_{\text{eq}} = \frac{mg}{kr} & \alpha_{1\text{eq}} = 29.3^\circ \quad \alpha_{2\text{eq}} = 180^\circ - 29.3^\circ \end{cases}$$

$$N_{\alpha_{\text{eq}}} = mg \sin \alpha = \pm mg = 9.8 \cdot 10^{-2} \text{ [N]} \quad N \text{ è negativa quando è diretta verso il centro della circonferenza}$$

$$N_{\alpha_{\text{eq}}} = mg \sin \alpha_{\text{eq}} + kr \cos^2 \alpha_{\text{eq}} = mg \sin \alpha_{\text{eq}} + kr - kr \sin^2 \alpha_{\text{eq}} = \frac{(mg)^2}{kr} + kr - kr \left( \frac{mg}{kr} \right)^2 = kr = 0.2 \text{ [N]}$$

### Esercizio 3

$$\underline{r}_1 = 0\mathbf{i} + d_{12}\mathbf{j} \quad \underline{r}_2 = 0\mathbf{i} + 0\mathbf{j} \quad \underline{r}_3 = \sqrt{d_{23}^2 - (d_{12}/2)^2} \mathbf{i} + \frac{d_{12}}{2} \mathbf{j}$$

$$\underline{r}_{\text{CM}} = \frac{m_1 \underline{r}_1 + m_2 \underline{r}_2 + m_3 \underline{r}_3}{m_1 + m_2 + m_3} = \frac{m_3 \sqrt{d_{23}^2 - (d_{12}/2)^2}}{m_1 + m_2 + m_3} \mathbf{i} + \frac{m_1 d_{12} + m_3 (d_{12}/2)}{(m_1 + m_2 + m_3)} \mathbf{j} = (0.323\mathbf{i} + 0.166\mathbf{j}) \text{ [m]}$$

### Esercizio 4

$V_i$  - velocità iniziale del giocatore e della mazza;  $V_f$  - velocità finale del giocatore;  $v_f$  - velocità finale della mazza

$$(M+m)\underline{V}_i = M\underline{V}_f + m\underline{v}_f \quad \begin{cases} \underline{V}_i = V_i \mathbf{i} \\ \underline{V}_f = V_{xf} \mathbf{i} - V_{yf} \mathbf{j} \\ \underline{v}_f = v_f \mathbf{j} \end{cases} \quad \begin{cases} (M+m)V_i = MV_{xf} \\ 0 = -MV_{yf} + mv_f \end{cases} \quad \begin{cases} V_{xf} = \frac{M+m}{M} V_i \\ V_{yf} = \frac{m}{M} v_f \end{cases}$$

$$V_f = \sqrt{V_{xf}^2 + V_{yf}^2} = \frac{1}{M} \sqrt{(M+m)^2 V_i^2 + m^2 v_f^2} = 6.04 \text{ [m/s]} \quad \varphi = \arctg \left[ \frac{mv_f}{(M+m)V_i} \right] = 0.21^\circ$$

### Esercizio 5

$$\frac{1}{2} k_1 x_{m1}^2 = \frac{1}{2} k_2 x_{m2}^2 \quad x_{m2} = x_{m1} \sqrt{\frac{k_1}{k_2}} = 7.07 \text{ [cm]} \quad v_m = \sqrt{\frac{k_1}{m}} x_{m1} = 1.83 \text{ [m/s]} \quad T_{1,2} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_{1,2}}} = \begin{cases} 0.344 \text{ [s]} \\ 0.243 \text{ [s]} \end{cases}$$

$$T = \frac{T_1}{2} + 2 \frac{l_1 - l_2}{v_m} + \frac{T_2}{2} = 0.567 \text{ [s]}$$

### Esercizio 6

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad ma_c = m(R_T + h)\omega^2 = m(R_T + h) \frac{4\pi^2}{T^2} \quad g' = (R_T + h) \frac{4\pi^2}{T^2} = 8.02 \text{ [m/s}^2]$$

$$\text{o anche } g' = \frac{GM_T}{(R_T + h)^2} = \frac{GM_T R_T^2}{R_T^2 (R_T + h)^2} = g \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2} = g \frac{1}{(1 + h/R_T)^2} = 8.02 \text{ [m/s}^2]$$

### Esercizio 7

$$v_1 = \sqrt{\frac{m_1 g}{\mu_1}} \quad t_1 = \frac{l_1}{v_1} \quad v_2 = \sqrt{\frac{m_2 g}{\mu_2}} \quad t_2 = \frac{l_2}{v_2} \quad t_1 = t_2 \quad \sqrt{\frac{\mu_1 l_1^2}{m_1 g}} = \sqrt{\frac{\mu_2 l_2^2}{m_2 g}}$$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{\mu_2 l_2^2}{\mu_1 l_1^2} = \frac{0.005 \times 1.5^2}{0.003 \times 1^2} = 3.75$$

## Fisica 1 – 21 Luglio 2010

Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA su ogni foglio.

1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione, verificata durante o dopo la prova, comporta l'invalidazione della stessa. **Se un telefono cellulare viene rinvenuto acceso la prova sarà annullata.**

2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.

3) le soluzioni dei problemi devono essere scritte a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.

4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi per un totale di 33 punti.

5) Per accedere agli orali è necessario conseguire un punteggio non inferiore a 18 nella prova scritta. **Gli orali dovranno essere sostenuti obbligatoriamente il giorno 24 settembre 2010 dalle ore 11 in aula C7**

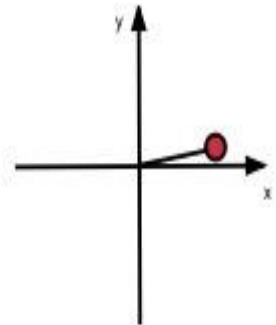
Le soluzioni e l'esito della prova saranno pubblicati anche sul sito <http://www.unipv.it/fis/fisica1bioing>.

### Esercizio 1:

Su un piano orizzontale  $xy$  scivola senza attrito una massa puntiforme  $m = 0.1$  kg, trattenuta all'origine  $O$  degli assi da un filo inestensibile di massa trascurabile lungo  $L = 0.5$  m. All'istante iniziale  $t = 0$  la massa si trova nella posizione  $x_0 = L \mathbf{i}$  con velocità angolare  $\omega_0 = 1 \mathbf{k}$  rad/sec e con accelerazione angolare  $\alpha = 2 \mathbf{k}$  rad/sec<sup>2</sup> ( $\mathbf{i}$  è il versore unitario lungo l'asse  $x$ ,  $\mathbf{j}$  è il versore unitario lungo l'asse  $y$ ,  $\mathbf{k}$  è il versore unitario lungo l'asse  $z$ ). Sapendo il valore della tensione di rottura del filo  $T = 20$  N, calcolare:

a- l'istante di distacco della massa dal filo

b- il vettore posizione della massa al momento del distacco. (8 punti)



### Esercizio 2:

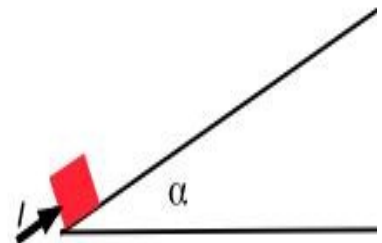
Una massa  $m = 2$  kg è inizialmente in quiete alla base di un piano inclinato scabro che forma un angolo  $\alpha$  con l'orizzontale. I coefficienti di attrito statico e dinamico tra la massa ed il piano sono  $\mu_s = 0.2$  e  $\mu_d = 0.12$ . Alla massa  $m$  è fornito un impulso verso l'alto parallelo al piano inclinato  $I = 20$  N s.

a- Calcolare la lunghezza del tratto di piano inclinato percorso da  $m$  se  $\alpha = 30^\circ$ .

b- Per quali valori di  $\alpha$  la massa si ferma al punto di massima altezza senza scivolare indietro?

c- Per quale valore di  $\alpha$  si ha la massima altezza raggiunta dalla massa?

d- quanto vale in quel caso l'altezza raggiunta? (8 punti)

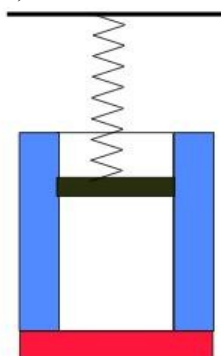
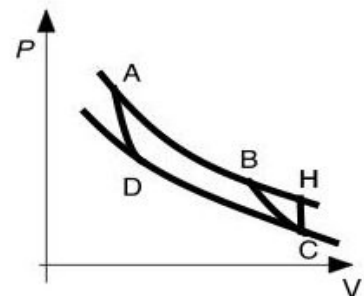


### Esercizio 3:

Un pendolo fisico è costituito da una sbarra sottile di massa  $m = 1.5$  kg e lunghezza  $L = 1.5$  m che oscilla su un piano verticale ed è impernata ad una distanza  $x$  dal centro di massa del sistema. Calcolare per quali posizioni  $x$  del perno il periodo delle piccole oscillazioni dalla posizione di equilibrio stabile vale  $T = 1.9$  s. (5 punti)

### Esercizio 4:

Calcolare il rendimento dei due cicli ABCD ed AHCD illustrati in figura compiuti da  $n$  moli di gas monoatomico sapendo che  $V_B = 2 V_A$ , le isoterme reversibili AB, AH e DC sono a  $T_A = 400$  K e  $T_C = 300$  K, rispettivamente, che DA e BC sono adiabatiche reversibili e che HC è un'isocora irreversibile. (6 punti)



### Esercizio 5:

Un cilindro a pareti adiabatiche è chiuso alla sua base da una parete diatermica. La parete superiore è mobile ed è collegata ad una molla esterna di costante  $k$  inizialmente a riposo. L'esterno è a pressione atmosferica. Il contenitore sia riempito con  $n$  moli di gas monoatomico e la temperatura sia  $T_0$ . All'istante iniziale la parete diatermica è messa in contatto con una sorgente a temperatura  $2 T_0$ . Determinare la compressione della molla quando il sistema ritorna all'equilibrio in queste nuove condizioni. (sezione del cilindro:  $A = 1$  m<sup>2</sup>;  $k = 10^4$  N/m;  $V_0 = 1$  m<sup>3</sup>). (6 punti)

## Soluzioni

### Esercizio 1:

$$\omega = \omega_0 + \alpha t, \vartheta = \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2 \quad T = m L \omega_{max}^2 \Rightarrow \omega_{max} = \sqrt{\frac{T}{Lm}} = 20 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$t_{max} = \frac{\omega_{max} - \omega_0}{\alpha} = 9.5 \text{ s} \Rightarrow \vartheta_{max} = 99.75 \text{ rad} \quad \vec{x}_{max} = L(\hat{i} \cos \vartheta_{max} + \hat{j} \sin \vartheta_{max}) = 6.85 \hat{i} \text{ m} + 7.3 \hat{j} \text{ m}$$

### Esercizio 2:

$$v_0 = \frac{I}{m} = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \mu_d m g \cos \alpha \frac{H}{\sin \alpha} + m g H = \frac{1}{2} m v_0^2 \Rightarrow H = \frac{v_0^2}{2g(\mu_d \cot \alpha + 1)}$$

a-  $H = \frac{v_0^2}{2g(\mu_d \sqrt{3} + 1)} = 4.22 \text{ m} \Rightarrow L = \frac{H}{\sin \alpha} = 8.43 \text{ m}$

b-  $\mu_s m g \cos \alpha = m g \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \text{atan}(\mu_s) = 11.3^\circ$

c-  $H_{max} = \frac{v_0^2}{2g} = 5.1 \text{ m}$  per  $\alpha = 90^\circ$

### Esercizio 3:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{12} m L^2 + m x^2}{m g x}} \Rightarrow x = \frac{1}{2} \left( \frac{g T^2}{4\pi^2} \pm \sqrt{\frac{g^2 T^4}{16\pi^4} - \frac{L^2}{3}} \right) = 33.2 \text{ cm}, 56.5 \text{ cm}$$

### Esercizio 4:

ABCD è un ciclo di Carnot ideale quindi  $\eta = 1 - \frac{T_B}{T_A} = 0.25$

AHCD:

$$V_C = V_H = V_B \left( \frac{T_A}{T_C} \right)^{\frac{1}{\gamma-1}}, \quad c_v = \frac{3}{2} R, \quad V_D = V_C \frac{V_A}{V_B}$$
$$\eta = 1 + \frac{n c_v (T_C - T_A) - n R T_C \log \left( \frac{V_C}{V_D} \right)}{n R T_A \log \left( \frac{V_H}{V_A} \right)} = 0.204$$

### Esercizio 5:

$$P = P_0 + k \frac{x}{A}, \quad V = V_0 + A x, \quad 2 P_0 V_0 = P V \Rightarrow$$

$$x = \frac{1}{2} \left( \frac{-V_0}{A} - A \frac{P_0}{k} + \sqrt{\left( \frac{V_0}{A} + A \frac{P_0}{k} \right)^2 + 4 P_0 - 0 \frac{V_0}{k}} \right) = 84.5 \text{ cm}$$

## Appello di Fisica IA (ii) – 21 luglio 2010 – Ore 9:00 – Testo I

Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione, verificata durante o dopo la prova, comporta l'invalidazione della stessa. L'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova

2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.

3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.

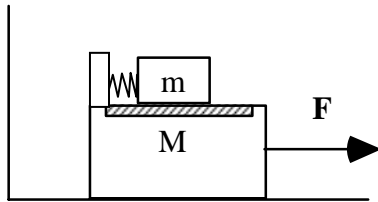
4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi per un totale di 33 punti; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale.

L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www-1.unipv.it/fis/fisicaIA>

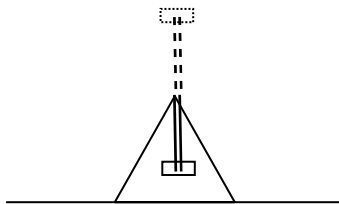
### Durata della prova: 1h30

1. Un palloncino pieno d'acqua (gavettone) viene fatto cadere dalla cima di una torre alta 100 m. Un secondo dopo, un arciere alla base della torre lancia una freccia in verticale diretta contro il palloncino. La velocità iniziale della freccia è 40 m/s. A quale altezza la freccia intercetterà il palloncino? (7 punti)

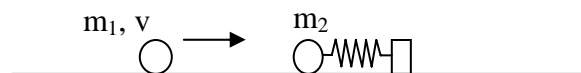
2. Con riferimento alla figura, il coefficiente d'attrito statico tra  $m = 10$  kg e  $M = 20$  kg vale 0.45. Si osserva che le due masse si muovono con la stessa accelerazione quando la molla di massa trascurabile e costante elastica  $k = 2000$  N/m è compressa di 5 cm. Calcolare il valore della forza  $F$ . (7 punti)



3. Calcolare quale impulso minimo deve essere conferito ad un 'altalena ferma nella posizione di equilibrio stabile per poter raggiungere il punto più alto nella sua oscillazione. (Lunghezza della corda dell'altalena inestensibile  $l = 1.5$  m, massa della corda trascurabile) (6 punti)



4. Una massa  $m_1 = 1$  kg posta su un piano senza attrito si muove in linea retta a velocità costante  $v = 1$  m/s verso un'altra massa  $m_2 = 2$  kg inizialmente ferma e collegata ad una molla di costante elastica  $k = 200$  N/m come in figura. Le masse si urtano elasticamente. Calcolare la velocità delle masse dopo l'urto elastico e la massima ampiezza delle oscillazioni della massa  $m_2$ . (7 punti)



5. La Terra e la Luna ruotano attorno al loro centro di massa con un periodo di 27.3 giorni. Calcolare la velocità di rotazione dei due corpi celesti e la posizione del loro centro di massa nota la distanza Terra-Luna  $d_{TL} = 3.84 \times 10^8$  m. ( $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>,  $M_L = 7,35 \times 10^{22}$  kg) (6 punti)



## Appello di Fisica IA (ii) – 21 luglio 2010 – Ore 9:00 – Testo II

Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione, verificata durante o dopo la prova, comporta l'invalidazione della stessa. L'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova

2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.

3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.

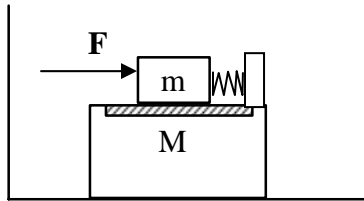
4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi per un totale di 33 punti; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale.

L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www-1.unipv.it/fis/fisicaIA>

### Durata della prova: 1h30

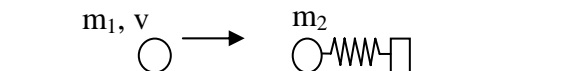
1. Un palloncino pieno d'acqua (gavettone) viene lanciato in aria in verticale dall'altezza di un metro da terra con velocità iniziale di 6 m/s. Dopo 1 s viene lanciato un secondo gavettone con velocità iniziale di 5 m/s a partire dalla stessa quota. Calcolare dopo quanto tempo dal secondo lancio e a che altezza i gavettoni si urtano. (7 punti)

2. Con riferimento alla figura, il coefficiente d'attrito statico tra  $m=10$  kg e  $M=20$  kg vale 0.45. Si osserva che le due masse si muovono con la stessa accelerazione quando la molla di massa trascurabile e costante elastica  $k= 2000$  N/m è compressa di 5 cm. Calcolare il valore della forza  $F$ . (7 punti)



3. Un aereo si muove su una traiettoria circolare in un piano verticale. La velocità dell'aereo nel punto più alto della traiettoria è 200 km/h. Sapendo che il pilota in quel punto non avverte il proprio peso calcolare il raggio di curvatura della traiettoria. Calcolare inoltre la velocità che doveva tenere l'aereo nel punto più basso della traiettoria, nell'ipotesi che il pilota non abbia acceso i motori durante l'evoluzione acrobatica. (6 punti)

4. La massa  $m_2 = 2$  kg oscilla attaccata ad una molla di costante elastica  $k = 200$  N/m posta su un piano orizzontale privo di attrito. L'ampiezza delle oscillazioni è 7 cm. Una massa  $m_1 = 1$  kg si muove in direzione di  $m_2$  a velocità costante  $v_1=1$  m/s e la colpisce nell'istante in cui la velocità di  $m_2$  è massima e opposta a quella di  $m_1$ . Calcolare la velocità delle masse dopo l'urto supponendo che sia elastico e la nuova ampiezza delle oscillazioni di  $m_2$ . (7 punti)



5. Un satellite si trova in orbita geostazionaria attorno alla terra ( $T=24$ h). Calcolare la velocità del satellite e l'impulso da conferire per farlo sfuggire all'attrazione gravitazionale terrestre. (6 punti)

## Soluzioni II appello di Fisica IA (ii) – Testo I – 21 luglio 2010

### Esercizio 1

$$y_0 = 100[m] \quad V_{oy} = 40[m/s] \quad t_0 = 1[s] \quad y - \text{quota del pallone}; Y - \text{quota della freccia}$$

$$y = y_0 - \frac{1}{2}gt^2 \quad Y = 0 + V_{oy}(t - t_0) - \frac{1}{2}g(t - t_0)^2$$

$$y = Y \quad \text{per } \bar{t} \quad y_0 - \frac{1}{2}g\bar{t}^2 = V_{oy}(\bar{t} - t_0) - \frac{1}{2}g(\bar{t} - t_0)^2 \quad \bar{t} = \frac{y_0 + V_{oy}t_0 + \frac{1}{2}gt_0^2}{V_{oy} + gt_0} = 2.9[s] \quad y = y_0 - \frac{1}{2}g\bar{t}^2 = 62[m]$$

### Esercizio 2

$$\Sigma F^{est} = F = (M + m)a \quad f_{as} + kx = ma \quad f_{sa \max} = \mu_s n = \mu_s mg \quad F = (m + M) \left( \mu_s g + \frac{k}{m}x \right) = 432[N]$$

### Esercizio 3

$$mg2l + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad T + P = 0 + mg = m \frac{v^2}{l} \quad v^2 = lg \quad v_0^2 = 5gl \quad v_0 = 8.6[m/s]$$

$$\frac{I}{m} = v_0 - 0 = 8.6[m/s] - \text{impulso per unit\`a di massa}$$

### Esercizio 4

$$v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_{1i} = \frac{2v_{1i}}{3} = 0.66[m/s] \quad v_{1f} = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1 + m_2} v_{1i} = -\frac{1}{3}v_{1i} \quad v_{2f} = A \sqrt{\frac{k}{m_2}} \quad A = \sqrt{\frac{m_2}{k}} v_{2f} = 0.07[m]$$

### Esercizio 5

$$d_{it} = d_T + d_L \quad G \frac{M_T M_L}{d_{it}^2} = M_T d_T \omega^2 \quad d_T = G \frac{M_L T^2}{4d_{it}^2 \pi^2} = 4.7 \cdot 10^6[m] \quad d_L = d_{it} - d_T = 379.3 \cdot 10^6[m]$$

$$T = \frac{2\pi d_L}{v_L} = \frac{2\pi d_T}{v_T} \quad v_L = d_L \frac{2\pi}{T} = 1010[m/s] \quad v_T = d_T \frac{2\pi}{T} = 12.5[m/s]$$

## Soluzioni II appello di Fisca IA (ii) – Testo II – 21 luglio 2010

### Esercizio 1

$v_{01} = 6[m/s]$     $v_{02} = 5[m/s]$     $t_0 = 1[s]$     $y_1$  - quota del 1° pallone;  $y_2$  - quota del 2° pallone

$$y_1 = y_0 + v_{01}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad y_2 = y_0 + v_{02}(t-t_0) - \frac{1}{2}g(t-t_0)^2 \quad y_1 = y_2 \quad v_{01}\bar{t} - \frac{1}{2}g\bar{t}^2 = v_{02}(\bar{t}-t_0) - \frac{1}{2}g(\bar{t}-t_0)^2$$
$$\bar{t} = \frac{+v_{02}t_0 + \frac{1}{2}gt_0^2}{-(v_{01}-v_{02})+gt_0} = 1.12[s] \quad y_1 = y_0 + v_{01}\bar{t} - \frac{1}{2}g\bar{t}^2 = 1.55[m]$$

### Esercizio 2

$$\Sigma F^{est} = F = (M+m)a \quad f_{as} + kx = Ma \quad f_{sa\max} = \mu_s n = \mu_s mg \quad F = (m+M) \left( \mu_s \frac{m}{M} g + \frac{k}{M} x \right) = 216[N]$$

### Esercizio 3

$$P = m \frac{v^2}{r} = mg \quad \frac{v^2}{g} = r = 314.6[m/s] \quad mg2r + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{5}{2}mrg = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad v_0 = 446[km/h]$$

### Esercizio 4

$$v_{2i} = A \sqrt{\frac{k}{m_2}} = 0.7[m/s] \quad v_{2f} = \frac{2m_1}{m_1+m_2} v_{1i} + \frac{(m_2-m_1)}{m_1+m_2} v_{2i} = 0.43[m/s] \quad A = \sqrt{\frac{m_2}{k}} v_{2f} = 0.04[m]$$

### Esercizio 5

$$\text{per la 3° legge di Keplero} \quad R = \sqrt{\frac{GM_T}{4\pi^2} T^2} = \frac{gR_T^2 T^2}{4\pi^2} = 42354[km] \quad v = \frac{2\pi R}{T} = 3078[m/s]$$

$$\text{per la velocità di fuga} \quad v_f = \sqrt{2 \frac{GM_T}{R}} = 2 \frac{gR_T^2}{R} = 4356[m/s] \quad I = m(v_f - v)$$

$$\frac{I}{m} = 1276[m/kg] \text{ impulso da conferire al satellite per unità di massa}$$

## Appello straordinario di Fisica IA – 23 novembre 2009 – Ore 14

Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

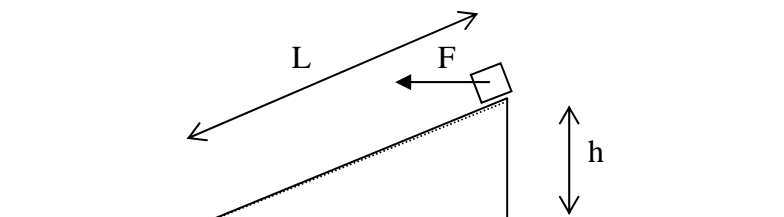
- 1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione, verificata durante o dopo la prova, comporta l'invalidazione della stessa. L'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova
- 2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.
- 3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.
- 4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi per un totale di 33 punti; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale.

L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www.unipv.it/fis/fisicaIA>

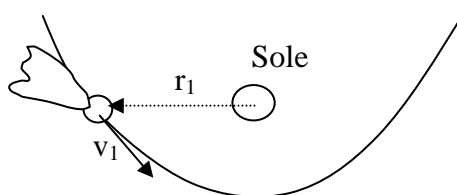
**Durata della prova: 2h00**

**Orali: venerdì 27 novembre – aula E7 – ore 14**

1. Un sasso è lanciato verso l'alto con velocità iniziale inclinata di  $53^\circ$  rispetto al terreno. Si osserva che il sasso, nel punto più alto della traiettoria, si trova 24 m sopra la quota di partenza. Calcolare la velocità iniziale del sasso trascurando gli effetti della resistenza dell'aria. (4 punti)
2. Un corpo di massa  $m = 500$  g si muove su un piano seguendo una traiettoria circolare orizzontale di raggio  $r = 1$  m. Il corpo è attaccato a un filo inestensibile e di massa trascurabile il cui secondo estremo è fissato al centro della traiettoria circolare. Inizialmente il corpo ha velocità  $v_0 = 1$  m/s, ma dopo un giro completo la sua velocità dimezza per effetto dell'attrito. Calcolare il coefficiente d'attrito dinamico tra il corpo e il piano, l'energia dissipata in un giro e quanti giri fa il corpo prima di fermarsi. (5 punti)
3. Una pedana di carico lunga  $L = 2.5$  m e alta  $h = 0.65$  m è appoggiata sul bordo di un camion per scaricare una cassa di legno di 50 kg. Quando la cassa è posta sulla sommità della pedana resta ferma. Un uomo applica alla cassa una forza orizzontale crescente e osserva che appena la forza supera il valore di  $F = 100$  N la cassa accenna a muoversi. Appena la cassa si muove, l'uomo cessa di spingerla. Calcolare la velocità della cassa in fondo alla pedana nell'ipotesi che il coefficiente d'attrito dinamico sia la metà di quello statico. (6 punti)



4. Una cometa viaggia nel sistema solare su un'orbita parabolica. Quando la cometa si trova nella posizione in figura la sua velocità è inclinata di  $35^\circ$  rispetto alla congiungente Sole-cometa,  $r_1$ , che misura  $2 \cdot 10^{11}$  m. Calcolare a quale minima distanza dal sole arriverà la cometa. (Dati aggiuntivi ma non necessari  $M_{\text{Sole}} = 1.99 \cdot 10^{30}$  kg,  $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$  N m<sup>2</sup> kg<sup>-2</sup>) (6 punti)



5. Un carrello di massa 100 kg percorre alla velocità costante  $v_0 = 1$  m/s e con attrito trascurabile un binario orizzontale e rettilineo. Sul carrello si trovano un uomo di 80 kg e 10 sacchetti di sale di 2 kg ciascuno. L'uomo lancia i sacchetti di sale imprimendo a ciascuno di essi una velocità orizzontale di 0.5 m/s rispetto al carrello in direzione opposta al moto dello stesso. Calcolare la velocità del carrello quando tutti i sacchetti sono stati lanciati. Se l'uomo riesce a lanciare tutti i sacchetti in 15 secondi, qual è la potenza media erogata dall'uomo? (6 punti)

6. Un disco di legno di massa  $m = 0.5$  kg è fissato all'estremità di una molla che ha asse verticale e secondo estremo vincolato a terra. La molla è lunga a riposo 0.5 m e la sua costante elastica vale  $k = 5000$  N/m. Il disco viene colpito con una mazza che gli imprime una forza di 200 N verticale diretta verso il basso. L'urto del disco con la mazza dura un ventesimo di secondo. Calcolare l'ampiezza massima e la frequenza delle oscillazioni del disco di legno dopo l'urto. (6 punti)

## Soluzioni Appello Straordinario Novembre 23-11-2009

### Esercizio 1

$$v_{y0} = v \sin \phi \quad 0 - v_{y0}^2 = -2gh \quad v \sin \phi = \sqrt{2gh} \quad v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sin \phi} = 27.2 [m/s]$$

### Esercizio 2

$$v_f^2 - v_i^2 = 2al \quad l = 2\pi r \quad v_i = v_0 \quad v_f = v_0 / 2 \quad ma = -\mu_d N = -\mu_d mg \quad \mu_d = \frac{3v_0^2}{16\pi rg} = 0.006$$

$$L = \int_{-ad}^s \underline{a} ds = -\mu_d mg 2\pi r = -\frac{3}{8} mv_0^2 = -0.19 [J] = -E_{diss} \quad 0 - v_0^2 = 2 a n_{giri} 2\pi r \quad n_{giri} = \frac{v_0^2}{4\mu_d \pi rg} = 4/3 = 1.3$$

### Esercizio 3

$$\sin \theta = h/L$$

$$\begin{array}{l} \text{cassa ferma} \\ a = 0 \\ f_{as} = f_{as \max} = \mu_s N \end{array} \quad \begin{cases} F \cos \theta + mg \sin \theta - f_{as \max} = 0 \\ N + F \sin \theta - mg \cos \theta = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} \mu_s = \frac{F \cos \theta + mg \sin \theta}{mg \cos \theta - F \sin \theta} = 0.50 \\ N = mg \cos \theta - F \sin \theta \end{cases} \quad \mu_d = \frac{1}{2} \mu_s = 0.25$$

$$\begin{array}{l} \text{cassa in moto} \\ a \neq 0 \\ f_{ad} = \mu_d N \end{array} \quad \begin{cases} mg \sin \theta - f_{ad} = ma \\ N - mg \cos \theta = 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} a = g(\sin \theta - \mu_d \cos \theta) \\ v^2 = 2aL \end{array} \quad \text{oppure} \quad \frac{1}{2} mv^2 - 0 = mgh - \mu_d mg \cos \theta L \quad v = 0.92 [m/s]$$

### Esercizio 4

Si conservano energia e momento angolare

$$E_1 = E_2 = 0 \quad -\frac{GM_{Sole} m}{r_1} + \frac{1}{2} mv_1^2 = 0 = -\frac{GM_{Sole} m}{r_2} + \frac{1}{2} mv_2^2 \quad r_1 v_1^2 = r_2 v_2^2 \quad v_1 = v_2 \sqrt{\frac{r_2}{r_1}}$$

$$L_1 = L_2 \quad r_1 m v_1 \sin \theta = r_2 m v_2 \quad r_2 = r_1 \sqrt{\frac{r_2}{r_1}} \sin \theta \quad r_2 = r_1 \sin^2 \theta = 6.6 \cdot 10^{10} [m]$$

### Esercizio 5

La velocità dei sacchi di sale rispetto al carrello è nota  $v_{s/c}$ . Si deve calcolare la velocità dei sacchi di sale nel sistema di riferimento fisso  $v_s$ .

$$v_s = v_i - v_{s/c} \quad (m_c + m_u + 10m_s)v_i = (m_c + m_u)v_f + 10m_s v_s \quad v_f = \frac{(m_c + m_u + 10m_s)v_i - 10m_s v_s}{m_c + m_u} = 1.055 [m/s]$$

$$P_m = \frac{\Delta E_k}{\Delta t} = \frac{\frac{1}{2}(m_c + m_u)v_f^2 + \frac{1}{2}10m_s v_s^2 - \frac{1}{2}(m_c + m_u + 10m_s)v_i^2}{\Delta t} = 178 [mW]$$

\*Ad ogni lancio la velocità del carrello aumenta un po' e dunque anche la velocità del sacco lanciato misurata rispetto al sistema fisso. Tuttavia si calcola che queste variazioni, che dipendono dal rapporto tra la massa del sacco di sale e quella del carrello con il suo carico, non influiscono più del 2% sul risultato finale.

### Esercizio 6

La velocità acquisita dal disco dopo il colpo, inferto nella posizione di equilibrio del sistema disco-molla, è la massima velocità del disco nel moto oscillatorio

$$I = F\Delta t = m\Delta v = mv_f \quad v_f = v_{\max} = \omega A \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad f = \frac{\omega}{2\pi} = 16 [Hz] \quad A = \frac{F\Delta t}{m\omega} = 0.2 [m]$$

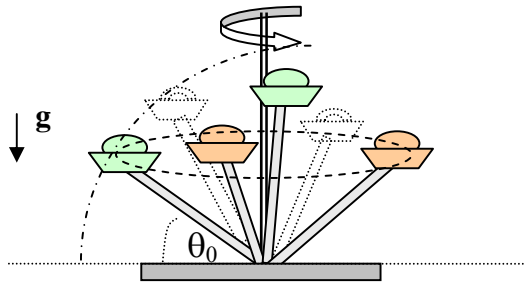
## Appello di Fisica IA(ii) – 25 novembre 2011 – Ore 16:00

Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

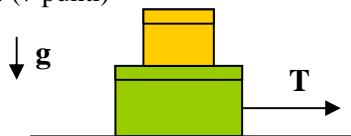
- 1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione e l'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova
- 2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.
- 3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.
- 4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale. L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www-1.unipv.it/fis/fisicaIA>

**Durata della prova: 1h 30**

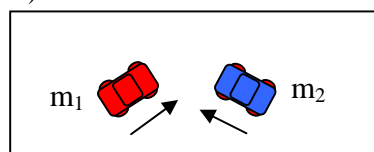
1. In un particolare tipo di giostra delle navette sorrette da bracci mobili ruotano alla velocità costante  $\omega$  di 2 giri al minuto. Calcolare l'accelerazione centripeta alla quale è sottoposta una navetta quando il braccio che la sostiene, lungo 5m, forma un angolo  $\theta_0$  di  $30^\circ$  rispetto a terra. Oltre a ruotare attorno all'asse verticale della giostra, i bracci che sostengono le navette si alzano e abbassano. Supponendo che dalla posizione iniziale di  $30^\circ$  l'angolo  $\theta$  aumenti nel tempo a velocità costante  $\beta = 0.3 \text{ rad / s}$ , calcolare il vettore accelerazione totale della navetta quando il braccio che la sostiene arriva ad essere inclinato di  $45^\circ$  rispetto al terreno. (6 punti)



- 2 Un gioco di abilità consiste nel muovere insieme due scatole sovrapposte esercitando una forza orizzontale  $T$  su quella inferiore. La scatola superiore ha massa  $m = 1 \text{ kg}$ , quella inferiore ha massa  $M = 3 \text{ kg}$  e poggia su un piano orizzontale. Il coefficiente d'attrito statico su tutte le superfici è 0.6, quello dinamico 0.4. Si calcolino a) il minimo e massimo valore della forza orizzontale da applicare alla scatola di massa  $M$  perché le due masse si muovano insieme; b) l'accelerazione di ciascuna scatola quando la forza orizzontale supera di pochissimo il valore massimo prima calcolato. (7 punti)

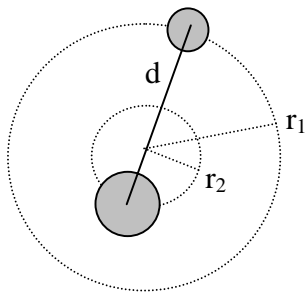


3. In un autoscontro due vetture di uguale massa totale  $m = 150 \text{ kg}$  entrano in collisione. L'urto, attenuato dai paraurti gommati, dura mezzo secondo. Prima dell'urto le vetture procedevano a velocità  $\mathbf{v}_{1i} = (1.2 \mathbf{i} + 1.8 \mathbf{j}) \text{ m/s}$  e  $\mathbf{v}_{2i} = (-2.0 \mathbf{i} + 0.8 \mathbf{j}) \text{ m/s}$ , dopo l'urto  $v_{1fy} = 1.5 \text{ m/s}$  mentre  $v_{2fx} = -0.5 \text{ m/s}$ . Calcolare le velocità finali delle automobili e la forza media applicata alle vetture per effetto della collisione. (6 punti)



4- Un uomo di 80 kg si lancia nel vuoto da un ponte legato ad una corda elastica lunga 16 m assimilabile ad una molla. Dopo aver raggiunto il punto più basso l'uomo oscilla su e giù ripassandovi altre 8 volte in 32 s. Determinare la costante elastica della molla e l'ampiezza delle oscillazioni. Trascurare lo smorzamento dell'aria. (7 punti)

5 Due stelle di massa  $m$  e  $3m$  ruotano attorno al centro di massa lungo orbite circolari. Sapendo che i centri delle stelle distano  $d$  determinare il rapporto tra le velocità costanti di rotazione. Quanto valgono la quantità di moto e il momento angolare del sistema? (7 punti).



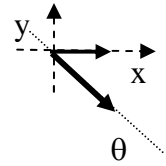


## Soluzioni Appello Fisica IA (ii) 25 novembre 2011

### Esercizio 1

$$a) \quad \vec{a}_c = \omega^2 L \cos 30^\circ \vec{i} = 0.19 \vec{i} \left[ m/s^2 \right]$$

$$b) \quad \vec{a}_c = \omega^2 L \cos 45^\circ \vec{i} + \beta^2 L (\cos 45^\circ \vec{i} - \sin 45^\circ \vec{j}) = (0.51 \vec{i} - 0.32 \vec{j}) \left[ m/s^2 \right]$$

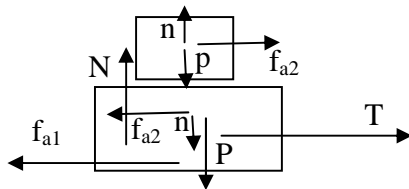


### Esercizio 2

$$a1) \quad T_{\min} = f_{a1s \max} = \mu_s (m + M) g = 23.5 [N]$$

$$a2) \quad f_{a2s \max} = \mu_s mg = ma_{\max} \quad T_{\max} - f_{a1d} - f_{a2s \max} = Ma_{\max} \quad f_{a1d} = \mu_d (m + M) g \rightarrow T_{\max} = 39.2 [N]$$

$$b) \quad T_{\max} - f_{a1d} - f_{a2d} = Ma_M \quad a_M = 6.5 [m/s^2] \quad f_{a1d} = \mu_d mg = ma_m \quad a_m = 3.9 [m/s^2]$$



### Esercizio 3

$$m_1 v_{1ix} + m_2 v_{2ix} = m_1 v_{1fx} + m_2 v_{2fx} \quad v_{1fx} = -0.3 [m/s] \quad m_1 v_{1iy} + m_2 v_{2iy} = m_1 v_{1fy} + m_2 v_{2fy} \quad v_{2fy} = 1.1 [m/s]$$

$$\vec{v}_{1f} = (-0.3 \vec{i} + 1.5 \vec{j}) [m/s] \quad \vec{v}_{2f} = (-0.5 \vec{i} + 1.1 \vec{j}) [m/s] \quad \vec{F}_{m1} = \Delta \vec{p}_1 / \Delta t = (-450 \vec{i} - 90 \vec{j}) [N] = -(\Delta \vec{p}_2 / \Delta t = \vec{F}_{m2})$$

### Esercizio 4

$$T = 32 [s] / 8 = 4 [s] \quad k = \left( \omega = \frac{2\pi}{T} \right)^2 m = 197 [N/m] \quad y_{eq} = mg / k = 3.98 [m]$$

$$\frac{1}{2} m v_{\max}^2 = mg (L + y_{eq}) - \frac{1}{2} k y_{eq}^2 \quad v_{\max} = 19 [m/s] \quad y_{\max} = v_{\max} / \omega = 12 [m]$$

La massima velocità di caduta si raggiunge nel punto di equilibrio.

### Esercizio 5

$$\frac{G3m^2}{d^2} = m \frac{v_1^2}{r_1} = 3m \frac{v_2^2}{r_2} \quad \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{r_1}{r_2} \cdot 3$$

$$r_{CM} = 0 = -m_1 r_1 + m_2 r_2 \quad d = r_1 + r_2 \rightarrow r_1 = \frac{3}{4} d \quad r_2 = \frac{d}{4} \quad \frac{v_1}{v_2} = 3$$

$$v_1 = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{Gm}{d}} \quad \vec{P} = m \vec{v}_1 - 3m \frac{\vec{v}_1}{3} = 0 \quad \vec{L} = \vec{r}_1 \wedge m \vec{v}_1 + \vec{r}_2 \wedge 3m \vec{v}_2 = \frac{3}{2} m \sqrt{Gmd} \vec{k}$$

## V Appello di Fisica IA –26 gennaio 2010 – Ore 14:30

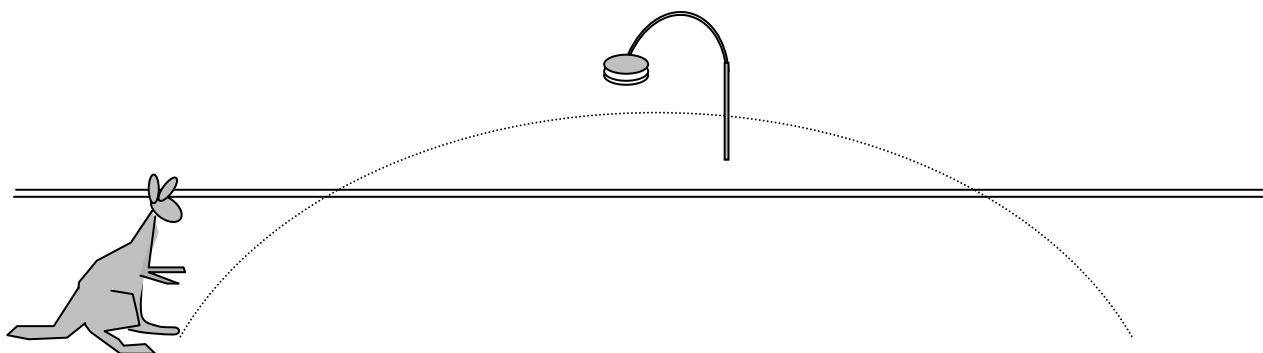
Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

- 1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione, verificata durante o dopo la prova, comporta l'invalidazione della stessa. **L'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova**
- 2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.
- 3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.
- 4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi per un totale di 33 punti; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale.

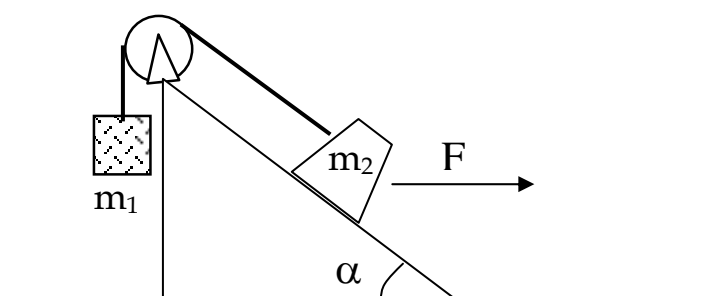
L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www.unipv.it/fis/fisicalA>

### Durata della prova: 2H

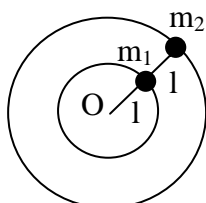
1. Un canguro, abbandonato sulle strade di una cittadina australiana, fugge spaventato dalle automobili compiendo balzi in avanti della massima lunghezza di cui è capace, 9 m. Calcolare se l'animale corre il rischio di sbattere la testa contro i lampioni dell'illuminazione stradale, posti a 3 m d'altezza. (5 punti)



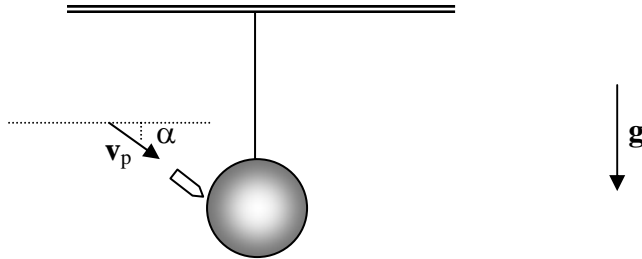
2. Un blocco di massa  $m_1 = 10$  kg trascina verso l'alto una scatola di massa  $m_2 = 7$  kg, appoggiata su un piano inclinato scabro che forma con l'orizzontale un angolo  $\alpha$  di  $30^\circ$ . Le due masse sono legate da una fune inestensibile e di massa trascurabile che striscia nella gola di una carrucola. Sapendo che su  $m_2$  viene applicata una forza  $F = 50$  N diretta come in figura e che le masse si muovono con accelerazione costante  $a = 1$  m/s<sup>2</sup>, calcolare il coefficiente d'attrito dinamico. (6 punti)



3. Due palline di cera con massa  $m_1$  e  $m_2$  sono collegate per mezzo di un filo lungo  $l$ . Ad  $m_1$  è fissato un altro filo di lunghezza  $l$ , il cui secondo estremo è legato ad un chiodo piantato nel punto O di un piano orizzontale liscio. Le due masse si muovono di moto circolare uniforme attorno al punto O con la stessa velocità angolare. Sapendo che le masse compiono un giro ogni 3 secondi, calcolare la tensione dei due fili, supposti di massa trascurabile ed inestensibili. (La figura mostra il piano orizzontale visto dall'alto.  $l = 50$  cm;  $m_1 = m_2 = m = 300$  g) (6 punti)

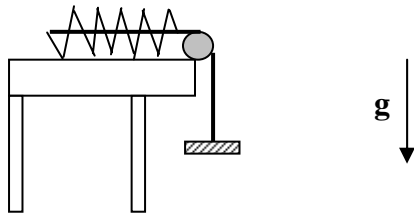


4. Un proiettile di massa  $m = 10 \text{ g}$  si conficca in una palla di massa  $M = 1 \text{ kg}$  sospesa al soffitto per mezzo di un filo inestensibile e di massa trascurabile lungo  $L = 1 \text{ m}$ . La velocità del proiettile prima dell'urto  $v_p = 50 \text{ m/s}$  è diretta a  $30^\circ$  rispetto all'orizzontale. Valutare il valore medio della tensione del filo durante l'impatto tra il proiettile e la palla, che dura  $10 \text{ ms}$ . Calcolare inoltre il massimo angolo d'inclinazione del pendolo rispetto alla verticale dopo l'urto. (6 punti)



5. Tre corpi celesti identici di massa  $m$  isolati nello spazio sono disposti sui vertici di un triangolo equilatero di lato  $l$  e orbitano attorno al loro centro di massa. Qual è la loro velocità? (5 punti)

6. Una molla di costante elastica  $k = 800 \text{ N/m}$  disposta in orizzontale su un piano liscio ha i due estremi fissati rispettivamente ad una carrucola fissa e ad una fune collegata ad un piatto metallico di massa  $m = 1.5 \text{ kg}$ . Calcolare la compressione della molla quando il sistema si trova in equilibrio. Se il piatto metallico viene abbassato di  $10 \text{ cm}$  dalla posizione di equilibrio e poi rilasciato comincia ad oscillare. Che velocità massima può raggiungere? (5 punti)



## Soluzioni V appello di Fisica IA (ii) 26/1/2010

### Esercizio 1

La maggiore gittata nel lancio di un proiettile da terra si ottiene quando la velocità iniziale è inclinata di  $45^\circ$ . E' ragionevole aspettarsi che i balzi più lunghi del canguro siano ottenuti in una condizione vicina a quella più favorevole.

$$G = \frac{v_0^2 \sin 2\theta}{g} \quad \text{con } \theta = 45^\circ \quad 9[m] = G_{\max} = \frac{v_0^2}{g} \quad y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2g} = \frac{gG}{2g} \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \right)^2 = 2.25 [m]$$

Il calcolo dell'altezza massima raggiunta nella gittata massima si riferisce ad un punto materiale e in questo caso al centro di massa dell'animale, che ha un'altezza tipica di 1.5 m e tiene il corpo quasi orizzontale nella corsa. Si stima perciò che la testa del canguro nel salto non superi la quota dei lampioni stradali in condizioni di massima gittata.

### Esercizio 2

$$\begin{cases} m_1 g - T = m_1 a \\ T - m_2 g \sin \alpha - F \cos \alpha - \mu_d N = m_2 a \\ N = m_2 g \cos \alpha - F \sin \alpha \end{cases} \quad \mu_d = \frac{m_1(g-a) - m_2 g \sin \alpha - F \cos \alpha - m_2 a}{m_2 g \cos \alpha - F \sin \alpha} = 0.1$$

### Esercizio 3

$$\begin{cases} T_1 - T_2 = \frac{m_1 v_1^2}{l} = m_1 \omega^2 l \\ T_2 = m_2 \omega^2 2l \end{cases} \quad \omega = \frac{2\pi}{3[s]} = 2.09 [\text{rad/s}] \quad \begin{aligned} T_1 &= m_1 \omega^2 l + m_2 \omega^2 2l = m \omega^2 3l = 1.97 [N] \\ T_2 &= m \omega^2 2l = 1.31 [N] \end{aligned}$$

### Esercizio 4

$$m_p v_p \cos \alpha + 0 = (m_p + M) v_x \quad v_x = 0.43 [m/s] \quad -m_p v_p \sin \alpha + 0 = \bar{F}_y \Delta t \quad \bar{F}_y = 25 [N]$$

Durante l'urto la forza impulsiva esercitata in direzione verticale (y) dal proiettile sulla palla e il peso sono bilanciati dalla tensione della corda (supposto che non ne venga superato il limite di rottura). Per i valori medi si ha:

$$\bar{T} = \bar{F}_y + P = 35 [N]$$

$$(m_p + M) g h_{\max} + 0 = 0 + \frac{1}{2} (m_p + M) v^2 \quad \alpha_{\max} = \arccos \left( \frac{L - h_{\max}}{L} \right) = 7.8^\circ$$

### Esercizio 5

I 3 corpi sono sottoposti solo alla mutua attrazione gravitazionale. In un triangolo equilatero altezze, mediane e bisettrici coincidono.

$$F_c = 2 \frac{Gmm}{l^2} \cos 30^\circ = m \frac{v^2}{r} \quad l/2 = r \cos 30^\circ \quad r = \frac{l}{2 \cos 30^\circ} \quad v = \sqrt{\frac{Gm}{l}}$$

### Esercizio 6

$$kx_{eq} = mg \quad x_{eq} = \frac{mg}{k} = 0.018 [m] \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 23.1 [\text{rad/s}] \quad A = 0.1 [m] \quad v_{\max} = A\omega = 2.31 [m/s]$$

Nota: il moto è oscillatorio ma non armonico per tutto il periodo.

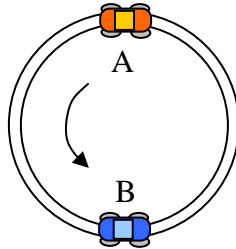
## Appello di Fisica IA – 27 gennaio 2011 – Ore 16:00

Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

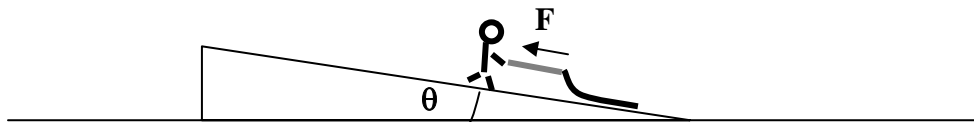
- 1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione e l'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova
- 2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.
- 3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.
- 4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale. L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www-1.unipv.it/fis/fisicalA>

**Durata della prova: 1h45**

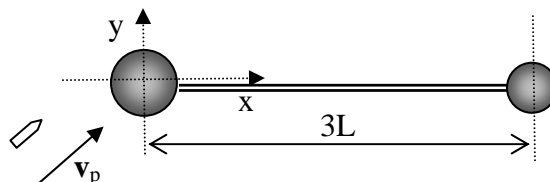
1. In una pista circolare **orizzontale** di raggio 2 m un'automobilina arancione (A) gira a velocità in modulo costante  $v = 2.5$  m/s. Ad un certo istante una seconda automobile blu (B) è posta sulla pista e fatta partire da ferma nello stesso senso di marcia di A. L'automobile B si muove di moto uniformemente accelerato fino a raggiungere la stessa velocità dell'automobile A, dopodiché anch'essa procede a velocità costante. Calcolare il coefficiente d'attrito minimo che deve esserci tra pista e automobili per consentire il moto circolare e il valore minimo dell'accelerazione che B deve possedere per non essere urtata da A, sapendo che alla partenza le automobili erano allineate lungo un diametro della pista circolare. (7 punti).



2. Un ragazzo tira uno slittino lungo un pendio innevato lungo  $L = 50$  m e inclinato di un angolo di  $\theta = 20^\circ$  rispetto all'orizzonte. Le condizioni del manto nevoso lungo il pendio non sono costanti a causa della differente esposizione al sole. Sapendo che il coefficiente d'attrito dinamico tra la neve e lo slittino aumenta lungo il pendio secondo l'equazione  $\mu_d(x) = ax^{3/2} + b$  calcolare il minimo lavoro che il ragazzo deve compiere per trascinare in cima alla salita il suo slittino che ha massa 10 kg. ( $a = 0.003 \text{ m}^{-3/2}$   $b = 0.1$ , la forza esercitata dal ragazzo sullo slittino è parallela al pendio) (6 punti)

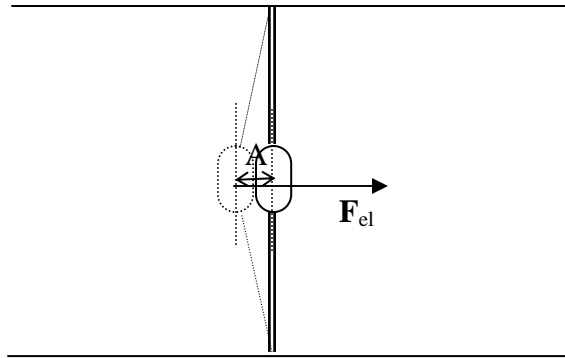


3. Un sistema è costituito da un'asta rigida di massa trascurabile e due palline di legno di massa  $2m$  e  $m$ , fissate ai due estremi dell'asta di lunghezza  $3L$ . Il sistema è inizialmente fermo e poggia su un piano **orizzontale** liscio. Un proiettile viene sparato con velocità  $v_p$  diretta come in figura contro la pallina di massa  $2m$  e vi si conficca. Calcolare la posizione del centro di massa delle palline e la sua velocità dopo l'urto. Calcolare inoltre la velocità angolare acquisita dal sistema. Trascurare la massa del proiettile rispetto a quella delle palline. ( $m_p = 5$  g,  $m = 500$  g,  $v_p = 30 \hat{i} + 15 \hat{j}$  m/s,  $L = 50$  cm) (7 punti)



4. In un lontano sistema solare una stella esercita sul pianeta Omega una forza 1000 volte maggiore che sul pianeta Alfa. La massa di Omega è 10 volte maggiore di quella di Alfa. Calcolare il rapporto tra i periodi di rivoluzione dei due pianeti. (6 punti)

5. Una punching ball di massa 20 kg è fissata al pavimento e al soffitto tramite due corde elastiche di massa trascurabile. Quando la palla viene spostata dalla posizione verticale di un tratto  $x$ , le corde esercitano una forza di richiamo orizzontale  $F_{el} = -k x$  con  $k = 20000$  N/m. Un ragazzo colpisce la palla ferma con un pugno e questa comincia ad oscillare con ampiezza massima delle oscillazioni di 15 cm. Calcolare la massima velocità della palla in oscillazione e stimare la forza esercitata dal pugno. (7 punti)



## Soluzioni Appello di Fisica IA del 27 gennaio 2011

### Esercizio 1

$$f_{as\max} = mv_A^2 / r \quad f_{as\max} = \mu_{s\min} N = \mu_{s\min} mg \quad \rightarrow \quad \mu_{s\min} = v_A^2 / (rg) = 0.32$$

Nella pista circolare le automobili non si urtano solo se hanno la stessa velocità. Bisogna che l'automobile B raggiunga la velocità di A prima possibile o, almeno, prima di essere urtata da A che arriva da dietro. Quest'ultima condizione corrisponde all'accelerazione minima.

$$a_B = a_{B\min} \quad \text{se} \quad d_A = d_B \quad \text{con} \quad v_A = v_B = a_{B\min} t$$

$$\begin{cases} d_A = 0 + v_A t = v_A^2 / a_{B\min} \\ d_B = \pi r + \frac{1}{2} a_B t^2 = \pi r + \frac{1}{2} v_A^2 / a_{B\min} \end{cases} \quad \rightarrow \quad a_{B\min} = \frac{v_A^2}{2\pi r} = 0.5 [m/s^2]$$

Quando B si muove con accelerazione maggiore della minima non viene urtata da A

### Esercizio 2

$$F - f_{ad} - m_s g \sin \theta = 0 \quad f_{ad} = \mu_d(x) N = \mu_d(x) m_s g \cos \theta$$

$$L_F = m_s g \sin \theta L + m_s g \cos \theta \int_0^L \mu_d(x) dx = m_s g \sin \theta L + m_s g \cos \theta \left( a \frac{2}{5} L^{5/2} + bL \right) = 4.1 [kJ]$$

### Esercizio 3

Si conservano quantità di moto e momento angolare. I momenti angolari sono calcolati rispetto al centro di massa.

$$\mathbf{r}_{CM0} = \frac{2m \cdot 0 + m3L}{3m} = L = 0.5 [m] \quad \mathbf{P}_i = \mathbf{P}_f \rightarrow m_p \mathbf{v}_p + 0 = 3m \mathbf{v}_{CM} \quad \mathbf{v}_{CM} = \frac{m_p \mathbf{v}_p}{3m} = (0.1 \mathbf{i} + 0.05 \mathbf{j}) [m/s]$$

$$\text{dopo l'urto} \quad \mathbf{r}_{CM} = \mathbf{r}_{CM0} + \mathbf{v}_{CM} t$$

$$\mathbf{L}_i = \mathbf{L}_f \rightarrow m_p L v_{py} = L(2m + m_p) L \omega_f + (2L)m(2L)\omega_f \approx 6mL^2 \omega_f \quad \omega_f = \frac{m_p v_{py}}{6mL} = 0.1 [s^{-1}]$$

### Esercizio 4

$$\frac{GMm_\omega}{r_\omega^2} = 10^3 \frac{GMm_\alpha}{r_\alpha^2} = 10^2 \frac{GMm_\omega}{r_\alpha^2} \quad 10 = \frac{r_\alpha}{r_\omega} \quad \frac{T_\alpha}{T_\omega} = \sqrt{\frac{r_\alpha^3}{r_\omega^3}} = 10^{3/2}$$

### Esercizio 5

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad v_{\max} = \omega A = 4.74 [m/s] \quad \Delta p = m \Delta v = m v_{\max} = I = \bar{F} \Delta t$$

$$\text{se l'urto durasse } 0.1 \text{ s la forza media sarebbe } \bar{F} = \frac{\Delta p = m v_{\max}}{\Delta t} = 949 [N]$$

## Appello di Fisica IA (ii) – 29 giugno 2011 – Ore 14:00

Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

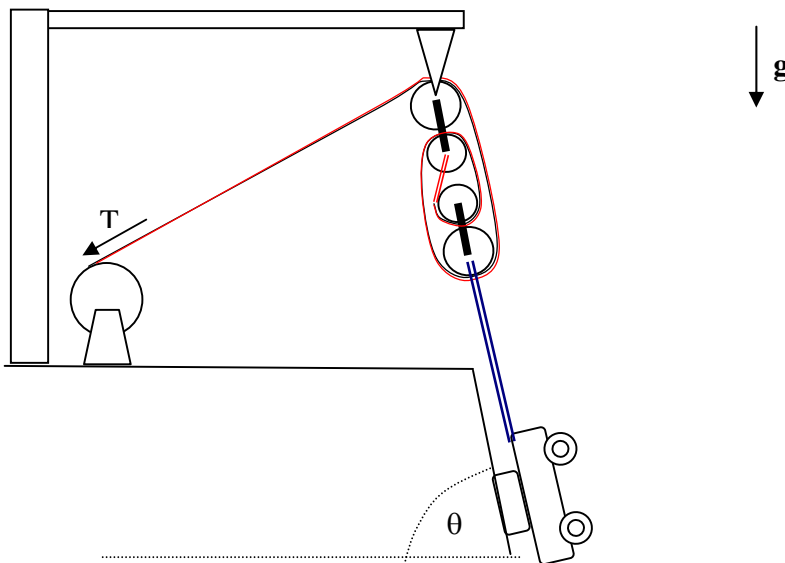
- 1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione e l'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova
- 2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.
- 3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.
- 4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale. L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www-1.unipv.it/fis/fisicaIA>

**Durata della prova: 1h45**

1. Un modellino telecomandato di elicottero è in volo alla quota  $h_0 = 5$  m da terra con velocità orizzontale costante  $v_{0x} = 5$  m/s. Quando l'elicottero sorvola il punto A c'è un guasto al motore e il velivolo comincia a perdere quota planando con accelerazione totale media  $a = 1$  m/s<sup>2</sup> inclinata di  $30^\circ$  rispetto all'orizzontale. Per evitare che il modellino si schianti a terra, il proprietario corre subito a recuperarlo partendo da fermo dal punto B, distante 40 m da A. Calcolare la velocità media che deve tenere il proprietario nella corsa per afferrare il modellino a 1 metro da terra. (6 punti)



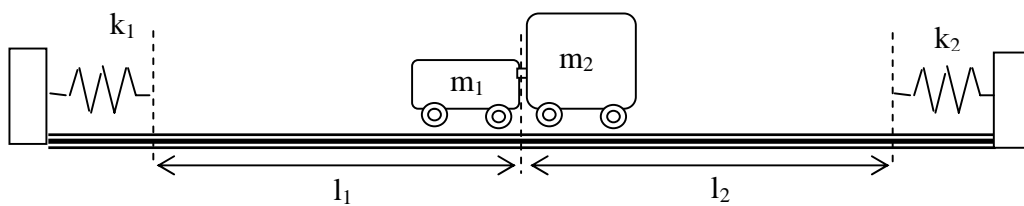
2. Si vuole recuperare un'automobile di massa 1 t precipitata in un fosso. Il soccorso stradale lega l'automobile ad una robusta fune che è fissata ad un sistema di carrucole alle quali è avvolta una seconda fune tirata da un argano a motore. Il coefficiente d'attrito statico tra l'automobile e il terreno, inclinato di  $80^\circ$  rispetto all'orizzontale, vale 0.7. Calcolare la forza minima che deve essere esercitata dall'argano sulla fune ad esso collegata per trainare l'automobile. Assumere che le funi siano inestensibili e considerare trascurabile la massa delle funi e delle carrucole. (7 punti)





3 Calcolare la potenza che si deve fornire ad un veicolo agricolo di massa 1500 kg perchè percorra una discesa con la pendenza del 10% alla velocità costante di 50 Km/h. Supporre che agisca una forza d'attrito effettiva tra gli pneumatici e l'asfalto pari a  $\mu_d N$ , dove  $N$  è la forza normale esercitata dal terreno sull'automobile e  $\mu_d$  vale 0.2. (6 punti)

4. Due carrelli di massa  $m_1$  e  $m_2$  sono fermi su una rotaia orizzontale liscia. Ad un certo punto si pone dell'esplosivo sulla fune che collega i carrelli e la si fa esplodere. Nell'esplosione si liberano 30 kJ di energia. Calcolare la velocità dei carrelli dopo l'esplosione e dopo quanto tempo i carrelli, dopo aver sbattuto contro le barriere elastiche sistemate agli estremi della rotaia ed esserne stati respinti, si urtano frontalmente. Le barriere elastiche sono assimilabili a molle di costante elastica  $k_1$  e  $k_2$  e i carrelli a punti materiali. ( $m_1=100$  kg,  $m_2 = 200$  kg,  $k_1=400$  N/m,  $k_2=800$  N/m,  $l_1=20$ m,  $l_2=10$ m) (7 punti)



5. Se un satellite artificiale viaggiasse su un'orbita circolare a 30000 km dal centro della terra, quale sarebbe la sua velocità? Che velocità dovrebbe avere per sfuggire all'attrazione gravitazionale terrestre? (raggio della terra  $R_T=6400$  km)(7 punti)

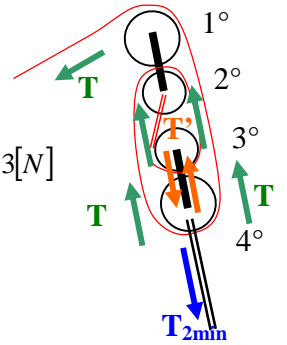
## Soluzioni Appello Fisica IA del 29 giugno 2011-06-29

### Esercizio 1

$$\begin{cases} x = v_{0x}t + \frac{1}{2}a \cos \theta t^2 \\ y = h_0 - \frac{1}{2}a \sin \theta t^2 = h_1 \end{cases} \quad \bar{t} = \sqrt{\frac{2(h_0 - h_1)}{a \sin \theta}} = 4[s] \quad v_M = -\frac{D-x}{\bar{t}} = -3.3[m/s]$$

### Esercizio 2

$$\begin{cases} -f_{as \max} - mg \sin \theta + T_{2 \min} = 0 & 4^\circ \text{ carr} \\ N - mg \cos \theta = 0 & f_{as \max} = \mu_s N \end{cases} \quad \begin{cases} T + T + T' = T_{2 \min} \\ T + T = T' \end{cases} \quad T = T_{2 \min} / 4 = 2713[N]$$



### Esercizio 3

$$\begin{cases} -f_{ad} + mg \sin \theta + F = ma = 0 \\ N - mg \cos \theta = 0 & f_{ad} = \mu_d N \end{cases} \quad F = 1467[N] \quad P = \underline{F} \cdot \underline{v} = 20.4[kW]$$

### Esercizio 4

Nell'esplosione (fenomeno inverso dell'urto perf. anelastico) si conserva la quantità di moto e varia l'energia cinetica:

$$P_i = 0 = P_f = m_1 v_1 - m_2 v_2 \quad v_2 = \frac{m_1 v_1}{m_2} \quad \Delta E_k = E_{esplosione} = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 - 0$$

$$v_1 = \sqrt{2E_{esplosione} / m_1 (1 + m_1/m_2)} = 20[m/s] \quad v_2 = 10[m/s]$$

$t_{1,2}$ -tempo trascorso dall'esplosione all'istante in cui i carrelli respinti dalla molla percorrono la rotaia in senso opposto a velocità costante;  $t_{1,2} = l_{1,2}/v_{1,2} + T_{1,2}/2 = 2.57[s]$  con  $T_{1,2} = 2\pi/\omega = 2\pi\sqrt{m_{1,2}/k_{1,2}}$

$x_{1,2}$  - posizione dei carrelli a partire da quel momento

$$\begin{cases} x_1 = v_1(t - t_1) \\ x_2 = l_1 + l_2 - v_2(t - t_2) \end{cases} \quad x_1 = x_2 \quad t = (l_1 + l_2 + t_1 v_1 + t_2 v_2)/(v_1 + v_2) = 3.57[s]$$

Si nota che con i valori assegnati l'urto tra i carrelli avviene nel punto in cui si trovavano prima dello scoppio.

### Esercizio 5

$$\frac{GM_T m}{R^2} = ma_c = m \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{GM_T/R} = 3660[m/s]$$

$$\text{per la fuga } E_{tot} = 0 \Rightarrow \frac{1}{2} m v_F^2 - \frac{GM_T m}{R} = 0 \quad v_F = \sqrt{2GM_T/R} = 5176[m/s]$$

## I Appello di Fisica IA (ii) –30 giugno 2010 – Ore 9:00-Testo I

Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

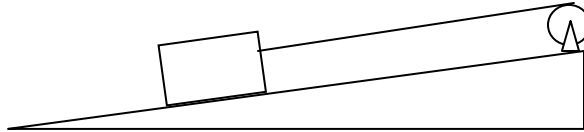
- 1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione, verificata durante o dopo la prova, comporta l'invalidazione della stessa. **L'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova**
- 2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.
- 3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.
- 4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi per un totale di 33 punti; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale.

L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www-3.unipv.it/fis/fisicaIA/>

**Tempo a disposizione 1h30**

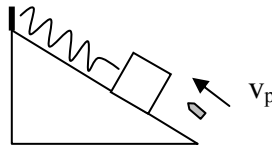
1. Un ascensore può viaggiare con velocità massima di 4.2 m/s e massima accelerazione o decelerazione di  $0.8 \text{ m/s}^2$ . Quale tempo minimo impiega l'ascensore per scendere dal 14° piano al 2° se l'altezza di ciascun piano è di 3.5 m? (6 punti)

2. Un carico di massa di 60 kg posto su un piano inclinato di un angolo  $\theta = 40^\circ$  è collegato ad una fune inestensibile e di massa trascurabile avvolta su un argano. Calcolare la forza minima che deve esercitare l'argano nel caso in cui si voglia a) tenere fermo il carico e b) trainarlo sulla cima del piano inclinato a velocità costante. I coefficienti d'attrito statico e dinamico tra il carico e il piano inclinato valgono 0.6 e 0.4, rispettivamente. Che potenza minima deve poter erogare il motore dell'argano per far salire il carico alla velocità di 0.5 m/s ?(7 punti)



3. Una pallina da ping pong di massa 10 g si muove alla velocità  $\mathbf{v}_i = (7 \mathbf{i} + 0.5 \mathbf{k}) \text{ [m/s]}$  quando viene colpita dalla racchetta. L'urto dura 0.02 s e la racchetta imprime sulla pallina una forza media  $\mathbf{F} = (-8\mathbf{i} - 4 \mathbf{k}) \text{ [N]}$ . Calcolare la velocità della pallina dopo l'urto e la variazione della sua energia cinetica (6 punti).

4. Una cassa di massa  $M = 1 \text{ Kg}$  è collegata ad una molla di costante elastica  $k = 100 \text{ N/m}$  ed è inizialmente ferma nella posizione di equilibrio sopra un piano liscio inclinato di un angolo  $\alpha = 30^\circ$  rispetto all'orizzontale. Un proiettile di massa  $m = 10 \text{ g}$  colpisce la cassa alla velocità di 100 m/s parallela al piano inclinato. Il proiettile perfora la cassa e prosegue il suo moto. Calcolare la pulsazione, l'ampiezza e la velocità massima delle oscillazioni della cassa dopo l'urto sapendo che la molla viene compressa al più di 1 cm. (8 punti)



5. Un satellite di massa 5000 kg si trova in orbita circolare attorno alla terra a 40000 km dal centro della terra. Calcolare la velocità del satellite nell'orbita, in un'orbita di raggio doppio e la velocità di fuga dall'orbita ( $R_T = 6400 \text{ km}$ ) (6 punti).

## I Appello di Fisica IA (ii) –30 giugno 2010 – Ore 9:00-Testo II

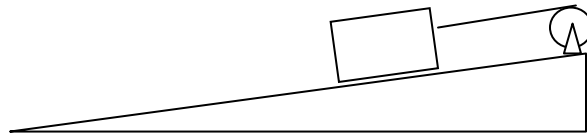
Indicare sul proprio elaborato NOME e COGNOME e NUMERO DI MATRICOLA

- 1) la prova è valida se affrontata individualmente; ogni tipo di comunicazione, verificata durante o dopo la prova, comporta l'invalidazione della stessa. **L'avvistamento di un telefono cellulare acceso comporta l'annullamento della prova**
- 2) la prova va affrontata senza alcun ausilio di libri di testo e/o appunti; sul banco devono trovare posto solo testo della prova ed i fogli forniti, penna e calcolatrice numerica; zaini e borse devono essere depositati lungo i corridoi laterali.
- 3) nella soluzione dei problemi, sempre fornire prima il procedimento ed il risultato simbolico e successivamente il risultato numerico; il testo deve essere scritto a penna e in forma leggibile; non verranno considerate soluzioni che risultano ambigue a causa di disordine o scrittura poco leggibile del candidato.
- 4) ad ogni esercizio è accreditato di un punteggio in 30esimi per un totale di 33 punti; l'esame orale includerà la discussione della prova scritta e domande di carattere teorico sul corso; la discussione sarà più approfondita nelle situazioni di limite per assestare la sufficienza o l'eccellenza e nei casi di dubbia paternità della prova. Il voto finale tiene conto del punteggio della prova scritte e dell'orale.

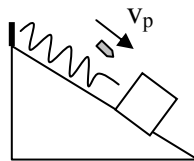
L'esito della prova sarà pubblicato anche sul sito <http://www-3.unipv.it/fis/fisicaIA/>

**Tempo a disposizione 1h30**

1. Un ascensore impiega al minimo 9 secondi per salire dal 3° al 7° piano partendo da fermo e viaggiando con massima velocità di  $4 \text{ m/s}^2$ . Calcolare l'accelerazione e la decelerazione massima dell'ascensore sapendo che sono uguali tra loro. (6 punti)
2. Un carico di massa di 30 kg posto su un piano inclinato di un angolo  $\theta = 60^\circ$  è collegato ad una fune inestensibile e di massa trascurabile avvolta su un argano. Calcolare la forza minima che deve esercitare l'argano nel caso in cui si voglia a) mettere in moto il carico verso l'alto oppure b) farlo scivolare verso il basso a velocità costante. I coefficienti d'attrito statico e dinamico tra il carico e il piano inclinato valgono 0.6 e 0.4 rispettivamente. Che potenza minima deve poter erogare il motore dell'argano per far scivolare in giù il carico di 5 m in 5 secondi? (7 punti)



3. Un disco da hockey è lanciato su una pista ghiacciata con velocità iniziale  $\mathbf{v}_{1i} = (0.2 \mathbf{i} - 4 \mathbf{j}) \text{ [m/s]}$  rispetto al bordo della pista. Il disco urta di striscio un secondo dischetto fermo sulla pista che si mette in moto con  $\mathbf{v}_{2f} = (\mathbf{i} - 2 \mathbf{j}) \text{ [m/s]}$ . Calcolare l'energia dissipata nell'urto. La massa del disco da hockey è 500 g. (6 punti).
4. Una cassa di massa  $M = 1 \text{ kg}$  è collegata ad una molla di costante elastica  $k = 100 \text{ N/m}$  ed è inizialmente ferma nella posizione di equilibrio sopra un piano liscio inclinato di un angolo  $\alpha = 30^\circ$  rispetto all'orizzontale. Un proiettile di massa  $m = 10 \text{ g}$  colpisce la cassa alla velocità di 100 m/s parallela al piano inclinato. Il proiettile perfora la cassa e prosegue il suo moto con velocità dimezzata. Calcolare la velocità massima della cassa, l'ampiezza delle oscillazioni e la massima compressione della molla dopo l'urto.. (8 punti)



5. Un satellite di massa 100 kg si trova 1000 km sopra la superficie terrestre. Calcolare il lavoro necessario per portarlo a quella quota e il lavoro ulteriore da compiere per metterlo in orbita alla stessa altezza da terra. ( $R_T = 6400 \text{ km}$ ). (6 punti)

## Soluzioni del I Appello di Fisica IA (ii) 30-06-2010 Testo I

### Esercizio1

Il tempo minimo si ottiene per la velocità e l'accelerazione massima

$$y = nh = 12 \cdot 3.5[m] = 42[m] = y_1 + y_2 + y_3$$

$$2y_1 a = v^2 - 0 \quad -2y_3 a = 0 - v^2 \quad y_1 = y_3 = \frac{v^2}{2a} = 11.0[m] \quad t_1 = t_3 = \frac{v}{a} = 5.25[s]$$

$$y_2 = vt_2 \quad y_2 = y - y_1 - y_3 = 19.9[m] \quad t_2 = \frac{y_2}{v} = 4.74[s] \quad t = t_1 + t_2 + t_3 = 15.2[s]$$

### Esercizio2

Con velocità costante l'accelerazione è 0

$$a) \begin{cases} -Mg \sin \theta + f_{as \max} + T_{\min} = 0 \\ N - Mg \cos \theta = 0 \end{cases} \quad T_{\min} = Mg(\sin \theta - \mu_s \cos \theta) = 108[N]$$

$$b) \begin{cases} -Mg \sin \theta - f_{ad} + T_{\min} = 0 \\ N - Mg \cos \theta = 0 \end{cases} \quad T_{\min} = Mg(\sin \theta + \mu_d \cos \theta) = 559[N] \quad c) \quad P_{im} = T_{\min} v = 279[W]$$

### Esercizio3

$$\underline{I} = \underline{F}_m \Delta t = \Delta \underline{p} = m \underline{v}_f - m \underline{v}_i \quad \underline{v}_f = \underline{v}_i + \frac{\underline{F}_m \Delta t}{m} = \left[ \left( 7 - \frac{0.02 \cdot 8}{0.01} \right) \underline{i} + \left( 0.5 - \frac{0.02}{0.01} \cdot 4 \right) \underline{k} \right] [m/s] = (-9 \underline{i} - 7.5 \underline{k}) [m/s]$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m (v_{xf}^2 + v_{yf}^2 - v_{xi}^2 - v_{yi}^2) = 0.44[J]$$

### Esercizio4

$$m_p v_p = m_p v'_p + MV \quad x_{eq} = \frac{mg \sin \alpha}{k} = 4.9[cm] \quad \Delta x = 1[cm] \quad A = x_{eq} + \Delta x = 5.9[cm] \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10[rad/s]$$

$$V = \omega A = 0.59[m/s] \quad v'_p = v_p - \frac{M}{m_p} V = 41[m/s]$$

### Esercizio5

$$a) \quad \frac{GM_T m}{R^2} = m \frac{v^2}{R} \quad v_R = \sqrt{\frac{GM_T}{R}} = \sqrt{g \frac{R_T^2}{R}} = 3169[m/s]$$

$$b) \quad \frac{GM_T m}{4R^2} = m \frac{v^2}{2R} \quad v_{2R} = \sqrt{\frac{GM_T}{2R}} = \frac{v_R}{\sqrt{2}} = 2241[m/s]$$

$$c) \quad E_{meccR} = -\frac{GM_T m}{R} + \frac{1}{2} m v^2 = E_{mecc \min \infty} = 0 \quad v_{fugaR} = \sqrt{\frac{2GM_T}{R}} = \sqrt{2g \frac{R_T^2}{R}} = \sqrt{2} v_R = 4482[m/s]$$

## Soluzioni del I Appello di Fisica IA (ii) 30-06-2010 Testo II

### Esercizio1

L'accelerazione massima si trova supponendo che il tragitto venga compiuto nel tempo minimo con velocità massima

$$t = 9[s] = t_1 + t_2 + t_3 \quad y = nh = 4 \cdot 3.5[m] = 14[m] = y_1 + y_2 + y_3 = \frac{1}{2}at_1^2 + vt_2 + vt_3 - \frac{1}{2}at_3^2$$

$$v_{1f} = v = at_1 \quad v_{2f} = v - at_3 = 0 \quad t_1 = t_3 = \frac{v}{a} \quad t_2 = t - t_1 - t_3 = t - 2\frac{v}{a}$$

$$\text{sostituendo i tempi in } y \text{ si ottiene: } y = vt - 2\frac{v^2}{a} + \frac{v^2}{a} = vt - \frac{v^2}{a} \Rightarrow a = \frac{v^2}{vt - y} = 0.73[m/s^2]$$

### Esercizio2

Con velocità costante l'accelerazione è 0

$$a) \begin{cases} -Mg \sin \theta - f_{as \max} + T_{\min} = 0 \\ N - Mg \cos \theta = 0 \end{cases} \quad T_{\min} = Mg(\sin \theta + \mu_s \cos \theta) = 343[N]$$

$$b) \begin{cases} -Mg \sin \theta + f_{ad} + T_{\min} = 0 \\ N - Mg \cos \theta = 0 \end{cases} \quad T_{\min} = Mg(\sin \theta - \mu_d \cos \theta) = 196[N] \quad c) \quad P_{im} = T_{\min} \frac{s}{t} = 196[W]$$

### Esercizio3

$$m v_{1i} + 0 = m v_{1f} + m v_{2f} \quad v_{1f} = v_{1i} - v_{2f} = (-0.8i - 2j)[m/s]$$

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}m(v_{1fx}^2 + v_{1fy}^2 + v_{2fx}^2 + v_{2fy}^2 - v_{1ix}^2 - v_{1iy}^2) = -1.6[J] \quad E_{diss} = 1.6[J]$$

### Esercizio4

$$m_p v_p = m_p v'_p + MV \quad V = \frac{m v'_p}{M} = 0.5[m/s] \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = 10[rad/s] \quad A = \frac{V}{\omega} = 5.0[cm]$$

$$x_{eq} = \frac{mg \sin \alpha}{k} = 4.9[cm] \quad \Delta x = A - x_{eq} = 0.1[cm]$$

### Esercizio5

$$a) \quad L_a = \Delta E_{mecc} = \Delta U = -\frac{GM_T m}{R + R_T} + \frac{GM_T m}{R_T} = \left(1 - \frac{R_T}{R + R_T}\right) g R_T m = 0.85[GJ]$$

$$b) \quad L_b = \Delta E_{mecc} = -\frac{1}{2} \frac{GM_T m}{R + R_T} + \frac{GM_T m}{R_T} = mg R_T \left(1 - \frac{1}{2} \frac{R_T}{R + R_T}\right) = 3.6[GJ] \quad L_b - L_a = 2.7[GJ]$$