Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ing. Elettronica – Ing. Comunicazioni
Corso di Fisica Generale I
Dott.ssa M. C. Larciprete

Prova di esame del 7 Aprile 2014
Appello Straordinario - a.a. 2012-13

1) Un atleta lancia un giavellotto con una velocità iniziale di 14,4 m/s, che forma un angolo di 34° rispetto all'orizzontale. Calcolare la distanza orizzontale (lungo l'asse x) percorsa dal giavellotto supponendo che lasci la mano dell'atleta a un'altezza y_0=2,10 m rispetto al suolo.

2) La molla di un cannone giocattolo viene compressa di 0.175 m applicando una forza di 95 N, e viene "caricata" una palla di 0.160 kg. Con quale velocità uscirà la palla dalla bocca del cannone se viene sparata orizzontalmente?

3) Su un piano orizzontale privo di attrito sono posti due blocchi di masse M_1=2 kg e M_2=3 kg rispettivamente. Tra i due blocchi, inizialmente fermi è sistemata una molla, di massa trascurabile, mantenuta compressa da un corto filo di collegamento tra i due blocchi. Ad un certo istante il filo viene tagliato e i due blocchi vengono messi in movimento dalla molla. Si osserva che la velocità acquistata dalla massa M_1 è v_1=0.5 m/s. Quale è l'energia elastica della molla nella sua configurazione iniziale?

4) Una pompa di calore viene usata per mantenere riscaldata una casa alla temperatura di 22°C (T_C). Quanto lavoro è richiesto alla pompa di calore per fornire 3100 J di calore alla casa, se la temperatura esterna è di 0°C (T_F) ? Assumete che la pompa abbia un comportamento ideale (di Carnot).

5) Tre blocchi di alluminio [calore specifico c_{Al}=880 J/(kg K)], di massa rispettivamente m1=1 kg, m2=2 kg e m3=3 kg si trovano inizialmente alle temperature T1=10 °C, T2=20 °C e T3=30 °C. Immaginando che i tre corpi vengano posti a contatto mantenendoli isolati dall' ambiente esterno calcolare:

a) la temperatura di equilibrio Tf che essi raggiungono;
b) la variazione di entropia del sistema costituito dai tre blocchi.

Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Corso di laurea in Ing. Elettronica e Ing. Comunicazioni
Corso di Fisica Generale
Dott.ssa M. C. Larciprete

Prova di esame dell' 11 Settembre 2013
III appello - a.a. 2012-13
Soluzioni

1) Rispetto ad un riferimento fisso con la terra, il sasso arriva verticalmente con velocità $v=\sqrt{2gh}=14m/\mathrm{s}$

Rispetto ad un riferimento mobile, solidale con l'auto, che ha velocità (di trascinamento) orizzontale v_1, si ha

$$\vec{v}_r=\vec{v}_a-\vec{v}_t$$

$$v_r=\sqrt{v^2+v_1^2}=\sqrt{14^2+41.7^2}=43.9m/s$$

$$\alpha=arctg\left(\frac{v}{v_1}\right)=18.6°$$

2) In assenza di attrito le uniche forze sono le due forze elastiche. Fissando l'origine dell'asse x sulla parete a sinistra (x=0):

$$\vec{F}_{el}^{\ (1)}=-k_1\left(x-L\right)\cdot\hat{i} \qquad \vec{F}_{el}^{\ (2)}=-k_2x\cdot\hat{i}$$

Affinché il punto sia fermo, la somma delle due forze elastiche deve dare risultante nulla:

$$\vec{F}_{el}^{\ TOT}=\vec{F}_{el}^{\ (1)}+\vec{F}_{el}^{\ (2)}=-k_1\left(x-L\right)\cdot\hat{i}-k_2x\cdot\hat{i}=0$$

$$\Rightarrow x=\frac{k_1L}{k_1+k_2}=1,43m$$

Se si sposta il punto dalla posizione di equilibrio, l'equazione del moto diventa:

$$-k_1\left(x-L\right)\cdot\hat{i}-k_2x\cdot\hat{i}=m\vec{a}=m\ddot{x} \qquad \text{ovvero:} \qquad m\ddot{x}+\left(k_1+k_2\right)x=k_1L$$

Cioè l'equazione differenziale di un moto armonico, in cui compare un termine noto. La soluzione di questa equazione è del tipo:

$$x(t)=x_0+A\cos\left(\omega_0t+\varphi\right) \qquad \text{con} \qquad \omega_0=\sqrt{\frac{k_1+k_2}{m}}=2.65rad/\sec$$

3) La condizione limite si ha quando nel punto più alto della traiettoria (H) la tensione del filo è nulla (T=0). Pertanto:

$mg=m\omega_H^2l$ Equilibrio delle forze

$\frac{1}{2}m\omega_{\min}^2l^2=\frac{1}{2}m\omega_H^2l^2+mg2l$ Conservazione dell'energia.

$$\Rightarrow \omega_{\min} = \sqrt{\frac{5g}{l}} = 22.4 rad / s$$

Raddoppiando la velocità angolare iniziale:

$$T + mg = m\omega'^2_H\, l \qquad \frac{1}{2} m\left(2\omega_{\min}\right)^2 l^2 = \frac{1}{2} m\omega'^2_H\, l^2 + mg2l \qquad T = 15mg \approx 1.5N$$

---

4) Calcolo del calore scambiato dal gas:

$Q_{ab} = n\overline{c}_p\left(T_b - T_a\right) > 0$ assorbito dal gas $\qquad Q_{bc} = 0$

$Q_{cd} = n\overline{c}_p\left(T_d - T_c\right) < 0$ ceduto dal gas $\qquad Q_{da} = 0$

Calcolo del rendimento:

$$\eta = \frac{Q_{ab} + Q_{cd}}{Q_{ab}} = \frac{\left[\left(T_b - T_a\right) + \left(T_d - T_c\right)\right]}{\left(T_b - T_a\right)} = 1 - \frac{\left(T_c - T_d\right)}{\left(T_b - T_a\right)}$$

Riscriviamo il rendimento nella forma: $\eta = 1 - \frac{\left(T_c - T_d\right)}{\left(T_b - T_a\right)} = 1 - \frac{T_d}{T_a}\frac{\left(\frac{T_c}{T_d} - 1\right)}{\left(\frac{T_b}{T_a} - 1\right)}$

Dalle equazioni delle adiabatiche:

$$p^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} T = \cos t \quad \Rightarrow p_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} T_b = p_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} T_c \quad \Rightarrow p_1^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} T_a = p_2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} T_d$$

$\left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \frac{T_c}{T_b} \qquad \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \frac{T_d}{T_a} \Rightarrow \frac{T_c}{T_b} = \frac{T_d}{T_a}$ ovvero $\frac{T_c}{T_d} = \frac{T_b}{T_a}$

$\eta = 1 - \frac{T_d}{T_a} = 1 - \left(\frac{p_1}{p_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 0.62$ con $\gamma = 5/3$

---

5) Conoscendo le temperature delle sorgenti, e quindi il rendimento:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = 0.4 \qquad Q_1 = \frac{Q_2}{1-\eta} = 1000 cal \qquad L = Q_1 - Q_2 = 400 cal$$

Poiché il lavoro viene dissipato per attrito in mare, la sorgente T_2 riceve il calore Q_2+L:

$$\Delta S_1 = -\frac{Q_1}{T_1}$$

$$\Delta S_2 = \frac{Q_2 + L}{T_2} \qquad \Delta S_{TOT} = \Delta S_1 + \Delta S_2 = 1.48 cal / K$$