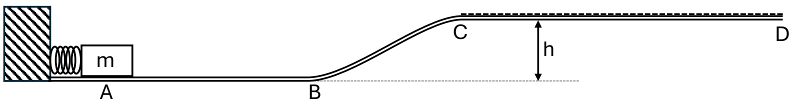
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio
8 settembre 2025 – prova scritta di Fisica 1

1) Un sasso viene lanciato verso l'alto con una velocità iniziale di modulo v_0 = 20 m/s. La sua velocità gradualmente si riduce per effetto della gravità fino a raggiungere il valore di v_1 = 6 m/s, sempre diretta verso l'alto. Determinare quanto tempo è passato dal lancio e la quota raggiunta.

2) In un gioco per bambini, un blocco di legno di massa m=50gr viene lanciato, per mezzo di una molla di costante elastica k=13 N/m e compressione iniziale d rispetto alla posizione di riposo, lungo una pista come quella in figura. Tale pista è costituita da un tratto orizzontale liscio AB, una salita anch'essa liscia BC inclinata di 10° rispetto all'orizzontale, di altezza h=0,3 m e un secondo tratto orizzontale CD scabro con coefficiente di attrito dinamico μ_D=0,3. Determinare: 2a) la minima compressione d che permette al blocco di raggiungere il tratto orizzontale CD e 2b) calcolare la velocità del blocco dopo aver percorso L=10 cm lungo il tratto CD nel caso in cui la compressione iniziale della molla sia d=0,2 m.



3) Un cilindro rigido di massa m = 4 kg e raggio R = 20 cm si trova fermo ad una altezza h = 5 m dal suolo su un piano inclinato scabro di 30° rispetto all'orizzontale. Calcolare l'accelerazione a cui è soggetto il cilindro scendendo di moto di puro rotolamento lungo il piano inclinato e quanto tempo impiegherà per arrivare in fondo al piano inclinato sul suolo. Trascurare l'attrito viscoso dell'aria.

4) Un proiettile di massa m_p (15gr) alla velocità v_p (200 km/h) si conficca in un blocco di ghiaccio di massa m_g (5 kg) e temperatura T. Calcolare di quanto si riscalda il ghiaccio (c_G= 2 kJ/kg °C) come conseguenza soltanto dell'urto.

5) Due recipienti rigidi di uguale volume sono termicamente isolati tra loro e dall'ambiente esterno, e sono in comunicazione tra loro attraverso una valvola inizialmente chiusa. Il primo contiene n_1 = 2 moli di un gas perfetto biatomico alla temperatura T_1 = 500 K; il secondo contiene n_2 = 4 moli dello stesso gas alla temperatura T_2 = 300 K. Si determini la temperatura del gas una volta aperta la valvola di comunicazione e raggiunto l'equilibrio termodinamico.

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Ingegneria Civile e Ingegneria dell'Ambiente e del Territorio

8 settembre 2025 – Soluzioni dello scritto di Fisica 1

1) Applichiamo la legge oraria per la velocità:

$$v_1 = v_0 + at = v_0 - gt$$

Da cui:

$$t = \frac{v_0 - v_1}{g} = 1{,}43\ s$$

La quota possiamo sia calcolarla utilizzando la legge oraria per lo spazio:

$$h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2 = v_0\frac{v_0 - v_1}{g} - \frac{1}{2}\frac{(v_0 - v_1)^2}{g} = \frac{v_o^2 - v_1^2}{2g} = 18{,}5\ m$$

oppure la conservazione dell'energia meccanica:

$$\frac{1}{2}mv_o^2 = mgh + \frac{1}{2}mv_1^2 \quad \rightarrow \quad h = \frac{v_o^2 - v_1^2}{2g} = 18{,}5\ m$$

2a) Poiché nei tratti AB e BC non c'è attrito, si può utilizzare la conservazione dell'energia meccanica totale:

$$\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

Da cui:

$$d = \sqrt{\frac{2mgh}{k}} = 0{,}15\ m = 15\ cm$$

2b) Poiché nel tratto CD c'è attrito, si può utilizzare il teorema del lavoro e dell'energia cinetica:

$$\int \vec{F}\cdot d\vec{l} = \frac{1}{2}mv_{fin}^2 - \frac{1}{2}mv_{in}^2 \quad \rightarrow \quad \int_o^d \vec{F}_{el}\cdot d\vec{l} + \int_o^h \vec{P}\cdot d\vec{l} + \int_o^L \vec{A}_{din}\cdot d\vec{l} = \frac{1}{2}mv'^{\,2}$$

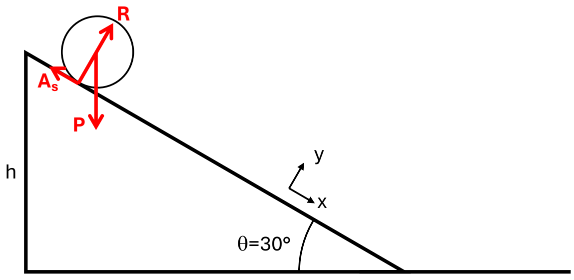
da cui

$$\frac{1}{2}kd^2 = mgh + \mu_D mgL + \frac{1}{2}mv'^{\,2}$$

Risolvendo per v' si ottiene:

$$v' = \sqrt{\frac{kd^2}{m} - 2g(h + \mu_D L)} = 1{,}98\frac{m}{s} \cong 2\frac{m}{s}$$

3) Applichiamo le due equazioni cardinali al cilindro (la seconda rispetto al centro del disco):



$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{A}_s = m\vec{a}$$
$$\vec{M}_A = I\vec{\alpha}$$

che scomposte lungo x,y,q diventano:

$$mg\, sin\, \theta - A_s = ma_x$$
$$R - mg \cos\theta = 0$$
$$rA_s = \frac{1}{2} mr^2\, \alpha$$

con la condizione di rotolamento puro:

$$r\alpha = a_x$$

Eliminando i termini di attrito e risolvendo per a_x si ottiene:

$$a_x = \frac{2}{3} g\, sin\, \theta = \frac{1}{3} g = 3{,}27 \frac{m}{s^2}$$

Per calcolare il tempo si può applicare la legge oraria:

$$x = \frac{1}{2} a_x t^2 \quad \rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2x}{a_x}} = \sqrt{\frac{2h}{a_x\, sin\, \theta}} = \sqrt{\frac{12\, h}{g}} = 2{,}47 \cong 2{,}5\, s$$

4) Essendo un urto perfettamente anelastico tutta l'energia dissipata andrà in calore:

$$\delta E_{cin} = Mc_G \delta T$$

Due possibilità:

A) dopo urto perfettamente anelastico il sistema ghiaccio+proiettile si muove. Nell'urto si conserva la quantità di moto totale:

$$mv_0 = (m + M)V$$

Da cui

$$V = \frac{m}{m + M} v_0$$

L'energia cinetica dissipata nell'urto è:

$$\delta E_{cin} = \frac{1}{2} mv_0^2 - \frac{1}{2}(m + M)V^2 = \frac{1}{2} mv_0^2 - \frac{m}{m + M}\ \frac{1}{2} mv_0^2 = \frac{M}{m + M}\ \ \frac{1}{2} mv_0^2$$

Questa energia produce l'innalzamento di temperatura nel blocco di ghiaccio:

$$\delta T = \frac{\delta E_{cin}}{M\, c_G} = \frac{mv_0^2}{2(m + M)c_G} = \frac{15 \cdot 10^{-3} \left(\frac{2 \cdot 10^2}{3{,}6}\right)^2}{2 \cdot 5{,}015 \cdot 2 \cdot 10^3} = 2{,}3 \cdot 10^{-3}\ °C$$

B) la massa del blocco di ghiaccio è talmente grande che il sistema dopo l'urto non si muove. In questo caso tutta l'energia cinetica del proiettile si convertirà in riscaldamento del blocco:

$$\delta E_{cin} = \frac{1}{2} mv_0^2$$

Da cui:

$$\frac{1}{2} mv_0^2 = Mc_G \delta T \quad \rightarrow \quad \delta T = \frac{mv_0^2}{2Mc_G} = \frac{15 \cdot 10^{-3} \left(\frac{2 \cdot 10^2}{3{,}6}\right)^2}{2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10^3} = 2{,}3 \cdot 10^{-3}\ °C$$

(nel calcolo è stata trascurata la variazione di temperatura del proiettile, ininfluente nel calcolo a causa della massa ridotta).

Tra le soluzioni A e B la prima è più corretta anche se, sempre a causa della ridotta massa del proiettile, i due risultati differiscono di una quantità infinitesima.

5) Si noti che il gas è già contenuto in tutto il volume a disposizione cioè in entrambi i contenitori. Pertanto, nell'espansione NON compie lavoro. Inoltre, la trasformazione è adiabatica in quanto il recipiente è isoltato termicamente. Quindi dal 1° Principio della T.D.:

$$\Delta U = Q - L = 0 \quad \rightarrow \quad n_1 c_V\left(T_{eq} - T_1\right) + n_2 c_V\left(T_{eq} - T_2\right) = 0$$

$$T_{eq} = \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2}{n_1 + n_2} = 367\ K$$