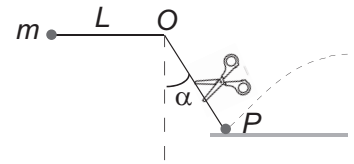


FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE
Corso di laurea in Ingegneria Clinica

Anno Accademico 2020-2021
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 22 marzo 2021

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

- Una massa puntiforme m è sospesa a un punto fisso O mediante un filo inestensibile e privo di massa di lunghezza L . La massa viene lasciata con velocità iniziale nulla e con il filo teso a 90° rispetto alla verticale; successivamente, il filo viene tagliato nell'istante in cui forma un angolo α rispetto alla verticale. Si determini α in modo che sia massimo il tempo (tempo di volo) per ricadere sul piano orizzontale passante per la posizione P di m al momento del taglio del filo.



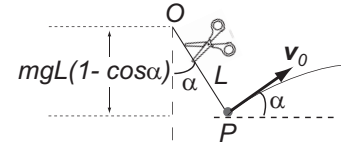
- Un cowboy si lascia cadere da un albero, da un'altezza $h = 3\text{ m}$ rispetto al suolo, per salire in sella al suo cavallo, di altezza $h_c = 1,5\text{ m}$ alla sella, mentre questo si sta avvicinando al galoppo. All'istante iniziale il cavallo parte da una distanza $d = 20\text{ m}$ rispetto all'albero del cowboy. Determinare l'istante nel quale il cowboy dovrà lasciarsi cadere, da fermo, sapendo che il cavallo galoppa in moto rettilineo uniforme con velocità $v_c = 5\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, e l'espressione della velocità del cowboy rispetto al cavallo.
- Una massa m_g di ghiaccio alla temperatura $T_g = -2^\circ\text{C}$ viene immersa in una massa d'acqua $m_a = 100\text{ g}$ alla temperatura $T_a = 20^\circ\text{C}$. L'acqua si trova in un contenitore dalle pareti adiabatiche aventi capacità termica trascurabile. Si determini la quantità massima di ghiaccio che può fondere nell'acqua. (Calore specifico del ghiaccio $c_g = 0,49\text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot (^\circ\text{C})^{-1}$; calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda = 80\text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot (^\circ\text{C})^{-1}$).
- Una macchina termica lavora reversibilmente tra due sorgenti: la prima consiste di un sistema di acqua e ghiaccio in equilibrio e la seconda in una certa quantità di stagno fondente (temperatura di fusione dello stagno 230°C). Se in un ciclo si ha la solidificazione di 500 g di acqua, calcolare la corrispondente quantità di stagno che fonde nel ciclo ed il corrispondente lavoro impiegato. (Calori di solidificazione per l'acqua $\lambda = 80\text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot (^\circ\text{C})^{-1}$, per lo stagno $\lambda = 14\text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot (^\circ\text{C})^{-1}$).

**SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 22/03/2021
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA**

Esercizio N. 1

Se v_0 è la velocità della massa m quando passa per il punto P , allora per la conservazione dell'energia meccanica si ha:

$$mgL = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgL(1 - \cos \alpha) \quad \Rightarrow \quad v_0^2 = 2gL \cos \alpha$$



La velocità della massa m lungo la direzione verticale è

$$v_y(t) = v_{0y} - gt \quad \text{con} \quad v_{0y} = v_0 \sin \alpha.$$

Se t_v è il tempo (tempo di volo) che intercorre da quando m parte dal punto P a quando ricade sul piano orizzontale per P , allora

$$v(t_v) = -v_{0y} \quad \Rightarrow \quad -v_{0y} = v_{0y} - gt_v \quad \Rightarrow \quad t_v(\alpha) = \frac{2v_{0y}}{g} = \frac{2 \sin \alpha}{g} \sqrt{2gL \cos \alpha}.$$

Per trovare il massimo di t_v :

$$\frac{d}{d\alpha} [t_v(\alpha)] = 0 \quad \Rightarrow \quad \frac{2}{g} \left(\cos \alpha \sqrt{2gL \cos \alpha} - \sin^2 \alpha \frac{2gL}{2\sqrt{2gL \cos \alpha}} \right) = 0$$

da cui

$$2 \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0 \quad \Rightarrow \quad \tan \alpha = \sqrt{2} \quad \Rightarrow \quad \alpha \simeq 54,7^\circ.$$

Esercizio N. 2

Il cavallo in moto rettilineo uniforme percorre la distanza d che lo separa dall'albero in un tempo

$$t^* = \frac{d}{v_c} = 4 \text{ s.}$$

Il cowboy cade dall'albero come un grave:

$$y(t) = h - \frac{1}{2}g(t - t_0)^2$$

dove t_0 è l'istante nel quale deve lasciarsi cadere per arrivare all'altezza h_c all'istante t^* ; quindi:

$$t^* = t_0 + \sqrt{\frac{2(h - h_c)}{g}} \quad \Rightarrow \quad t_0 = t^* - \sqrt{\frac{2(h - h_c)}{g}} = 3,45 \text{ s.}$$

La velocità del cowboy rispetto al cavallo ($\mathbf{v}_c = \mathbf{v}_t$) è:

$$\mathbf{v}' = \mathbf{v} - \mathbf{v}_t = -v_c \mathbf{i} - g(t - t_0) \mathbf{j}.$$

Esercizio N. 3

Poiché il contenitore è termicamente isolato con pareti di capacità termica trascurabile, se $T_0 = 0^\circ\text{C}$, allora:

$$c_g m_g (T_0 - T_g) + m_g \lambda + c_a m_a (T_0 - T_a) = 0 \quad \Rightarrow \quad m_g = \frac{c_a m_a (T_a - T_0)}{c_g (T_0 - T_g) + \lambda} = 23,8 \text{ g.}$$

Esercizio N. 4

La macchina funziona da frigorifero: la solidificazione di 500 g di acqua fornisce la quantità di calore $Q_2 = m_{H_2O} \lambda_{H_2O} = 40 \text{ kcal}$. Alla temperatura più alta ($T_1 = 230^\circ\text{C}$) viene ceduta la quantità di calore $Q_1 = m_{Sn} \lambda_{Sn} (< 0)$ che provocherà la fusione di m_{Sn} grammi di stagno. Essendo la macchina reversibile:

$$Q_1 = -Q_2 \frac{T_1}{T_2} = m_{H_2O} \lambda_{H_2O} \frac{T_1}{T_2} = 73\,680 \text{ cal,}$$

quindi:

$$m_{Sn} = \frac{Q_1}{\lambda_{Sn}} = 5,26 \text{ kg}$$

e

$$L = Q_1 - Q_2 = 33\,680 \text{ cal} \simeq 141 \text{ kJ.}$$