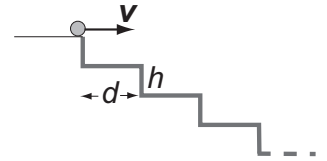


FACOLTÀ DI INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE
Corso di laurea in Ingegneria Clinica

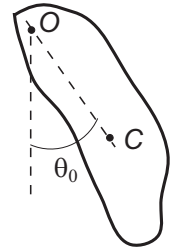
Anno Accademico 2021-2022
Prova scritta dell'esame di Fisica I - 7 luglio 2022

Risolvete, prima analiticamente poi numericamente, gli esercizi seguenti.

1. Una pallina è lanciata orizzontalmente con velocità $v = 3,2 \text{ m/s}$ dalla sommità di una scalinata i cui gradini sono alti $h = 15 \text{ cm}$ e profondi $d = 30 \text{ cm}$. Quale sarà il primo gradino, contando a partire dall'alto, che la pallina colpirà durante la sua caduta?



2. Un corpo rigido soggetto alla forza di gravità è vincolato a oscillare senza attrito attorno a un asse fisso orizzontale passante per un punto O non coincidente con il centro di massa C . All'istante $t = 0$ il corpo viene rilasciato con velocità angolare nulla e con il segmento OC formante un angolo θ_0 rispetto alla verticale per O . Si determini la reazione vincolare in O all'istante $t = 0$ supponendo nota la massa m del corpo, il momento d'inerzia I_o e lunghezza d del segmento OC .



3. Un litro di acqua si trova in equilibrio termico alla temperatura $T_1 = 30^\circ\text{C}$ all'interno di un contenitore termicamente isolato. Se nel contenitore vengono immersi 50 g di ghiaccio alla temperatura $T_2 = -18^\circ\text{C}$, quale sarà la temperatura finale del sistema? (Calore specifico del ghiaccio $c_g = 0,5 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$, calore latente di fusione del ghiaccio $\lambda = 80 \text{ cal/g}$.)
4. Una macchina termica scambia calore con due sorgenti termiche alla temperatura $T_1 = 350 \text{ K}$ e $T_2 = 300 \text{ K}$. La macchina sviluppa una potenza $P = 10 \text{ W}$ compiendo $n = 10$ cicli al secondo. Si determini la quantità di calore Q_T assorbita dalla macchina alla sorgente a temperatura superiore in un minuto di funzionamento sapendo che la variazione dell'entropia dell'universo per ogni ciclo è $\Delta S = 0,1 \text{ J/K}$.

SOLUZIONI DELLA PROVA SCRITTA DELL'ESAME DI FISICA I DEL 07/07/2022
CORSO DI LAUREA IN INGEGNERIA CLINICA

Esercizio N. 1

Rispetto a un sistema di riferimento con origine nel punto di lancio della pallina con asse verticale y diretto verso il basso e asse x orizzontale diretto verso destra, le leggi orarie del moto della pallina sono:

$$\begin{cases} x(t) = vt \\ y(t) = \frac{1}{2}gt^2. \end{cases}$$

Il tempo di volo della pallina dipende dalla sua quota y secondo la relazione

$$t_v = \sqrt{\frac{2y}{g}};$$

se allora si indica con n il numero di gradini superati dalla pallina senza essere urtati, deve essere:

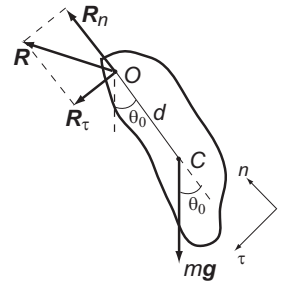
$$nd > v\sqrt{\frac{2nh}{g}} \Rightarrow n > 3,4.$$

Di conseguenza, il primo gradino urtato è il quarto.

Esercizio N. 2

Se si indica con \mathbf{R} la reazione vincolare in O , le due componenti della prima equazione cardinale della dinamica dei sistemi lungo la direzione OC (normale, n) e lungo la direzione tangente (τ) alla traiettoria del centro di massa assumono, all'istante $t = 0$, la forma:

$$\begin{cases} n) & R_n - mg \cos \theta_0 = 0 \Rightarrow R_n = mg \cos \theta_0 \\ \tau) & mg \sin \theta_0 + R_\tau = ma_{c\tau}. \end{cases}$$



D'altra parte

$$v_c(t) = \omega(t)d \Rightarrow a_c(0) = a_{c\tau}(0) = \dot{\omega}(0)d,$$

ma dalla seconda equazione cardinale, valutata all'istante $t = 0$ considerando O come polo, si ha:

$$mgd \sin \theta_0 = I_o \dot{\omega}(0) \Rightarrow \dot{\omega}(0) = \frac{mgd \sin \theta_0}{I_o}.$$

Pertanto la componente lungo τ della reazione vincolare è:

$$R_\tau = mg \sin \theta_0 \left(\frac{md^2}{I_o} - 1 \right).$$

Esercizio N. 3

Poiché il contenitore è termicamente isolato deve essere

$$Q_{\text{acqua}} + Q_{\text{ghiaccio}} = 0.$$

Indicando con T_0 la temperatura di 0°C , e con m_a ed m_g la massa dell'acqua e del ghiaccio, rispettivamente, la precedente relazione assume la forma

$$c_a m_a (T_E - T_1) + [c_g m_g (T_0 - T_2) + m_g \lambda + c_a m_g (T_E - T_0)] = 0$$

dove c_a è il calore specifico dell'acqua e T_E la temperatura di equilibrio del sistema. Si ricava così:

$$T_E = \frac{c_g m_g (T_2 - T_0) + c_a (m_a T_1 + m_g T_0) - m_g \lambda}{c_a (m_a + m_g)} = 24,3^\circ\text{C}.$$

Esercizio N. 4

Indicando con Q_1 la quantità di calore scambiata in un ciclo dalla sorgente termica alla temperatura superiore con la macchina

$$Q_T = n \times 60 \times |Q_1| = 600|Q_1|.$$

D'altra parte, deve essere

$$-\frac{|Q_1|}{T_1} + \frac{|Q_2|}{T_2} = \Delta S \quad (1)$$

essendo Q_2 è la quantità di calore scambiata in un ciclo dalla sorgente termica alla temperatura inferiore. Il lavoro svolto in un ciclo dalla macchina è

$$L_C = \frac{P}{n} \times (1\text{s}) = 1\text{ J}$$

dove

$$L_C = |Q_1| - |Q_2| \quad \Rightarrow \quad |Q_2| = |Q_1| - L_C.$$

Sostituendo tale espressione di $|Q_2|$ nell'Eq. (1) si ottiene

$$|Q_1| = \frac{T_1 T_2 \Delta S + T_1 L_C}{T_1 - T_2} = 217\text{ J} \quad \Rightarrow \quad Q_T \simeq 13 \times 10^4\text{ J}.$$