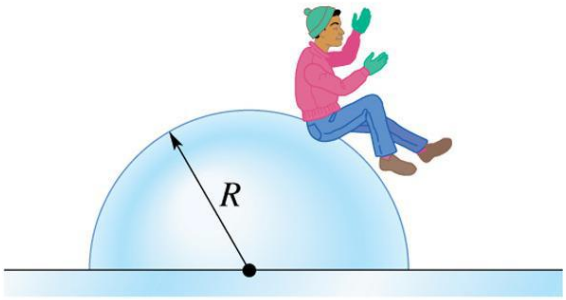
Miscellanea di problemi

in preparazione alla gara di secondo livello delle Olimpiadi della Fisica 2015

Tiziana Segalini, Liceo Ariosto-Spallanzani, Reggio Emilia

Problema 1.



Un ragazzo è seduto sulla cima del blocco di ghiaccio semisferico di raggio R = 5 m della figura. Comincia a scivolare in giù con velocità trascurabile. Se il ghiaccio è privo di attrito, a che altezza dal suolo si staccherà dal ghiaccio? Quanto vale l'angolo tra il raggio e la verticale in quel momento? Il ragazzo ripete la discesa partendo con velocità v_0 non trascurabile e si stacca quando l'angolo formato dal raggio e dalla verticale è 30°: con quale velocità è partito?

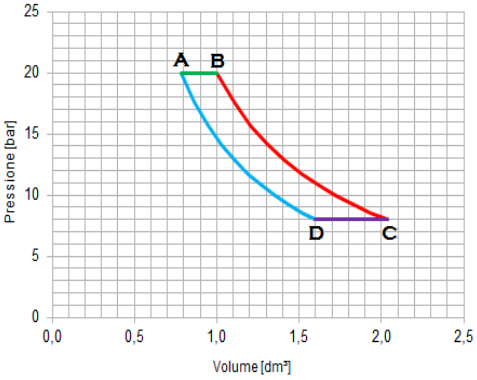
Problema 2.

Una scatola di biscotti si sta muovendo su un piano inclinato di $\theta = 30°$ e lunghezza L = 3m. In un punto del piano a l_0 = 1 m dall'estremità inferiore ha una velocità v_0 = 5 m/s. Il coefficiente di attrito dinamico tra scatola e piano è $\mu = 0.25$.

- Determinare l'espressione della velocità della scatola quando ha percorso la distanza l dalla base inferiore.
- Di quanto salirà ancora sul piano inclinato? Rimarrà sul piano?
- Determinare la relazione esistente tra la velocità v_F che avrà la scatola quando ripasserà nel punto l_0 e la velocità v_0.
- Qual è il valore della velocità v_F nelle condizioni descritte?
- Quale dovrebbe essere il valore del coefficiente di attrito per ottenere $v_F = 0.5\ v_0$?

Problema 3.

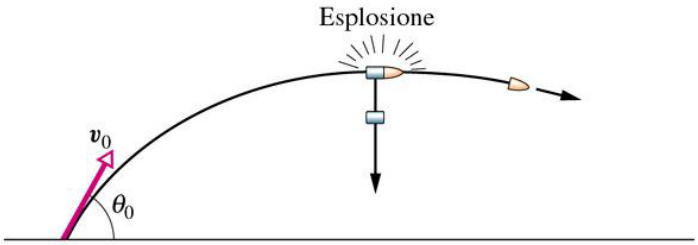
La pressione di un gas è $p = bT^4$ e la sua energia interna vale $U = a\,V\,T^4$ con a e b parametri reali costanti. Determinare il rendimento del ciclo rappresentato nel grafico (dove le curve B-C e D-A sono adiabatiche) e determinare per quale tipo di gas il rendimento si riduce a quello del ciclo di Carnot.



Problema 4.

Il cannone in figura ha sparato una granata con velocità all'uscita di 20 m/s a un angolo di 60° sopra il piano orizzontale. Al vertice della traiettoria la granata esplode rompendosi in due frammenti di uguale massa. Uno dei due, che immediatamente dopo l'esplosione ha velocità nulla, cade

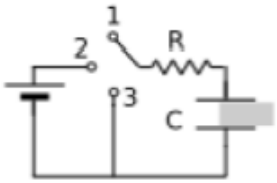
verticalmente. A che distanza dal cannone atterrerà l'altro frammento ammettendo che il terreno sia in piano e la resistenza dell'aria trascurabile?



Problema 5.

In un circuito RC il condensatore è piano a facce quadrate di lato L = 1 cm. Durante la fase di carica del condensatore si osserva che, partendo da una condizione iniziale di condensatore scarico, la differenza di potenziale ai capi del condensatore raggiunge un terzo del valore della forza elettromotrice del generatore in un tempo $t_0 = 0.81$ s.

- Calcolate la costante caratteristica τ del circuito.
- Supponendo di poter inserire parzialmente un materiale dielettrico ($\varepsilon_r = 3$) nel condensatore, di quanto bisogna inserirlo per avere $\tau = 3$ s?



Soluzioni ai problemi proposti.

Sol. P.1 Scrivendo la legge di Newton e la conservazione dell'energia si ottiene che la condizione affinché il ragazzo scivola senza staccarsi è $\cos\theta \geq \frac{2}{3}$ e quindi l'altezza a cui si stacca è $h = 1.67$ m. Se K_0 è l'energia cinetica iniziale, l'angolo di distacco soddisfa la relazione $\cos\theta = \frac{2}{3}\left(1 + \frac{K_0}{mgR}\right)$ e quindi $v_0 = 5.4$ m/s.

Sol. P.2 Imponendo che la variazione dell'energia meccanica sia il lavoro della forze non conservative si ottiene $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mv_0{}^2 - mg(l - l_0)(\sin\theta + \mu\cos\theta)$. La massima distanza dalla base raggiunta dalla scatola è data dalla relazione : $l - l_0 = \frac{v_0{}^2}{2g(\sin\theta + \mu\cos\theta)}$ = 1.78 m. Nella discesa il segno reciproco tra forza di gravità e forza d'attrito cambia: si ottiene $\frac{v_F^2}{v_0^2} = \frac{\sin\theta - \mu\cos\theta}{\sin\theta + \mu\cos\theta}$. Nelle condizioni del problema si ottiene che la velocità con cui ripassa nel punto iniziale è 4.3 m/s. Per ottenere una velocità finale pari a metà di quella iniziale $\mu = \frac{\sqrt{3}}{5}$. **Sol. P. 3** Per dimostrare che il rendimento del ciclo proposto $\eta = 1 - \frac{T_1^4}{T_2^4}\frac{(V_C - V_D)}{(V_B - V_A)}$ coincide con quello della macchina di Carnot bisogna considerare le relazioni che caratterizzano le trasformazioni adiabatiche.

Sol. P. 4 $x = 53$ m **Sol. P.5** $\tau = 2$ s ; $x = 0.25$ cm