FISICA APPLICATA

A.A. 2020-2021

2° Appello del 15 Febbraio 2021

PROBLEMI

1) Testo. Un aereo inizialmente fermo all'inizio di una pista attiva i motori imprimendo una accelerazione costante **a_1=2m/s^2** per poter decollare su una pista lunga 2km. Sapendo che la velocità di decollo è 260 km/h, il pilota decide dopo 20 secondi di aumentare bruscamente l'accelerazione **a_2=3m/s^2** per rapidizzare l'operazione di decollo Determinare quanto tempo impiega l'aereo a decollare e se la lunghezza della pista è sufficiente.

1) Soluzione Durante il decollo il primo aereo si muove di moto rettilineo uniformemente accelerato secondo le seguenti equazioni della cinematica

$$\begin{cases} a(t) = a_1 \\ v(t) = a_1 \cdot t \\ s(t) = \frac{a_1}{2} \cdot t^2 \end{cases}$$

con seguenti valori iniziali **a_1=2m/s^2** *e* **t=20s**

Dopo t=20 s lo spazio percorso è $s_1 = \frac{a_1 t^2}{2} =$ **400 m** mentre la velocità è $v_1 = a_1 t =$ **40 m/s**

Nella seconda fase le equazioni divengono

$$\begin{cases} a(t) = a_2 \\ v(t) = a_2 \cdot t + v_1 \\ s(t) = s_1 + v_1 t + \frac{a_2}{2} \cdot t^2 \end{cases}$$

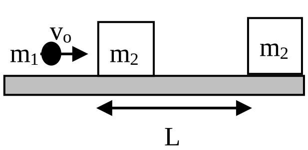
con il seguente valore iniziale **a_2=3m/s^2**

Il decollo avviene quando la velocità raggiunge il valore v_2 **=260 km/h=72.2 m/s**

Tale condizione avviene imponendo $v(t) = a_2 \cdot t + v_1 = v_2$ da cui si ricava il tempo della seconda fase $t^* = \frac{v_2 - v_1}{a_2} = \frac{(72{,}2 - 40)m/s}{3m/s^2}$ **=10.74 s** per un tempo complessivo di decollo $t + t^* =$ **20.74 s**

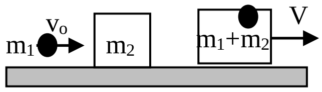
Lo **spazio** complessivamente percorso è $s(t^*) = s_1 + v_1 t^* + \frac{a_2}{2} \cdot t^{*2} =$ **1003 m** ampiamente entro i limiti della pista

2. Un proiettile di massa m_1=5g viene sparato orizzontalmente alla velocità v_o=100 m/s contro un blocco di legno massa m_2=3kg, inizialmente fermo. Al momento dell'impatto il proiettile si incastra nel blocco (urto perfettamente anelastico) che comincia a muoversi nel piano con una velocità iniziale V da determinare. Successivamente a causa degli attriti lungo il piano orizzontale scabro (μ_d=0.3) riduce gradatamente la sua velocità e si ferma. Determinare lo spazio percorso dal blocco.



2. Soluzione. Il processo può essere suddiviso in **3 fasi**:

fase (a): urto perfettamente anelastico



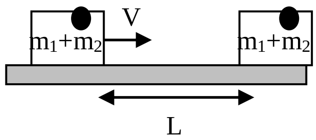
dalla conservazione della quantità di moto

$m_1 v_o = (m_1 + m_2)V$ da cui la $V = \dfrac{m_1}{m_1+m_2} v_0 = \dfrac{0.005}{3.005} 100 \dfrac{m}{s} =$ **0.166 m/s**

cui corrisponde l'energia cinetica $K_o = \dfrac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2 = \dfrac{1}{2}(3.005kg)\left(0.166\dfrac{m}{s}\right)^2 =$ **41.6 J**

fase (b): moto rettilineo uniformemente decelerato

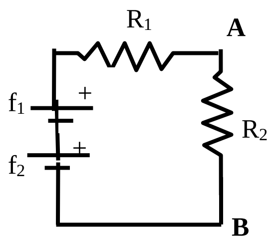
La forza di attrito dinamico $A_d = \mu_d (m_1 + m_2) g$ è contraria al moto e compie un lavoro negativo che fa azzerare l'energia cinetica del blocco fermandolo
(il blocco ha massa aumentata $m_1 + m_2$)



Dal bilancio energetico si ha quindi $L_A = -A_d L = K_{fin} - K_o$

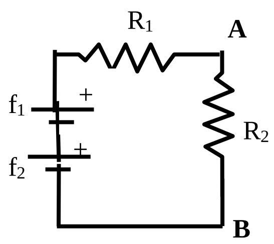
da cui lo spazio percorso dal blocco $L = \dfrac{K_o}{A_d} = \dfrac{\frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2}{\mu_d (m_1 + m_2) g} = \dfrac{V^2}{2\mu_d g} =$ **4.7 mm**

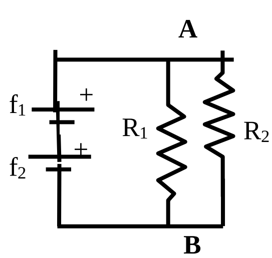
3) Due batterie di forza elettromotrice distinta f_1=8 V e f_2=2 V sono applicate in serie in una maglia dove è presente un led avente comportamento ohmico con resistenza R_1=200 Ω, ed in serie una seconda resistenza R_2=300 Ω. Calcolare il valore della corrente che circola nel circuito e la potenza fornita al led. Ripetere l'esercizio mettendo in parallelo le due resistenze e confrontare la potenza fornita al led in questo secondo caso.



3) Soluzione. La corrente circolante nella maglia **è unica** e si ottiene dalla 1ª legge di Ohm dividendo la somma di tutte le forze elettromotrici, per tutte le resistenze attraversate in serie presenti nella maglia

$$I = \frac{\sum f}{\sum R} = \frac{f_1 + f_2}{R_1 + R_2} = \frac{10}{500}\frac{V}{\Omega} = 20mA$$





La potenza erogata sul LED di resistenza R_1 è

$P_1 = I^2 \cdot R_1 = (20mA)^2 \cdot 200\Omega$ **=80 mW**

Nella seconda configurazione
la differenza di potenziale tra A e B vale $V_A - V_B = f_1 + f_2 = 10V$

La potenza erogata sul LED di resistenza R_1 è $P_1 = (V_A - V_B)^2 / R_1 = (10V)^2 / 200\Omega =$ **=500 mW**

Domande orali

4) Dimostrare il teorema del lavoro e dell'energia cinetica. Calcolare il lavoro che la forza motrice di una macchina deve fornire per portare una macchina di 1000 kg da 0 a 100 km/h quando la forza degli attriti e del vento contrario si oppongono fornendo un lavoro negativo di 200 kJ.

$$L_{tot} = \vec{F}_{tot} \cdot \Delta\vec{s} = (m\vec{a}) \cdot (\vec{v}\Delta t) = m\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} \cdot \vec{v}\Delta t = m\Delta\vec{v} \cdot \vec{v} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1) \cdot \left(\frac{\vec{v}_2 + \vec{v}_1}{2}\right) = \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = K_2 - K_1$$

dove alla velocità è stato sostituito il valor medio $\vec{v} = \vec{v}_{media} = \left(\frac{\vec{v}_2 + \vec{v}_1}{2}\right)$

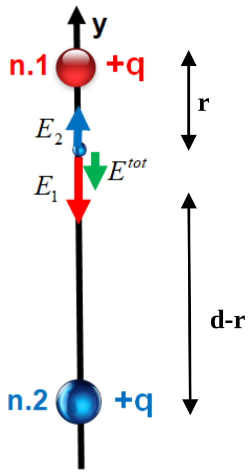
Nell'esempio la variazione di energia cinetica della macchina è

$$K_2 - K_1 = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}1000kg \cdot \left(27.78\frac{m}{s}\right)^2 = \mathbf{385\ kJ}$$

Il lavoro totale delle forze L_{TOT} è dato dal lavoro della forza motrice L sommato algebricamente con il lavoro della forza di attrito L_A che però è negativo: $L_{TOT} = L + L_A = K_2 - K_1 =$ **385 kJ**

da cui il lavoro della forza motrice vale L **=385 kJ +200 kJ=585 kJ**

5) Date due cariche puntiformi positive di medesima carica q= 2 μC e distanti 20 cm, calcolare il campo elettrico che si registra sulla linea di congiunzione alla distanza di 5 cm dalla prima carica. Dati del problema: ε_o=8.854 10^{-12} F/m.

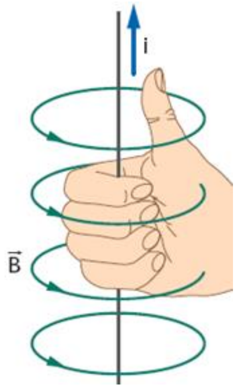


5) Soluzione. Il campo elettrico generato in un generico punto P alla distanza r da una sorgente q è espresso dalla formula $E = k_o \frac{q}{r^2}$**.** Nel caso delle due sorgenti **il** campo elettrico complessivo è dato dalla differenza dei due campi elettrici generati singolarmente data secondo la formula

$$E_{tot} = -E_1 + E_2 = -k_o\frac{q}{r^2} + k_o\frac{q}{(d-r)^2} = kq\left[-\frac{1}{r^2} + \frac{1}{(d-r)^2}\right] = 9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-6}\left[-\frac{1}{0.05^2} + \frac{1}{0.15^2}\right]$$

E_{tot}= -6.4·10^6 V/m (il segno meno indica che è nel verso opposto dell'asse y)

6) Descrivere la legge di Biot-Savart per un filo rettilineo indefinito percorso dalla corrente di 100 A e calcolare a quale distanza dal filo il vettore induzione magnetica raggiunge il livello di guardia di B=10^{-3} T. Si assuma μ_o=4π 10^{-7} H/m.



6) Soluzione. La legge di Biot-Savart stabilisce che il vettore **induzione magnetica** generato da un filo rettilineo infinito segue la legge $B = \mu_o H = \frac{\mu_o I}{2\pi r}$

da cui si ricava la **distanza di sicurezza** $r = \frac{\mu_o I}{2\pi B} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 100}{2\pi \cdot 10^{-3}} =$ **0.02 m = 2 cm**