

Scritto corso di Fisica. Canale 1
A.A. 2022-2023 23 Ottobre 2023 Scritto –
COMPITO Straordinario

Corso di Laurea: Ingegneria Gestionale, Sapienza. Canale 1

Nome:

Cognome:

Matricola

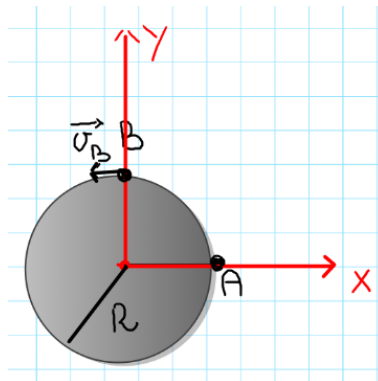
Aula:

Riportare sul presente foglio i risultati numerici trovati per ciascun esercizio.
Nell'elaborato riportare le soluzioni in formato sia alfanumerico che numerico. Copiare in bella copia tutti i passaggi, disegni e conti che sono serviti alla risoluzione dell' esercizio. Motivare molto chiaramente le risposte, anche qualora non richiedano formule.

Esercizio 1

Una macchina, indicata con A, si trova al tempo $t = 0$ ferma e nella posizione indicata in figura. La macchina B invece allo stesso tempo si trova in un'altra posizione, anche essa indicata in figura (a $\pi/2$ radianti da A) e si muove a velocità costante pari a $v_B = 100$ km/h. v_B resta costante. Sia A che B sono vincolate a percorrere la traiettoria tangente alla circonferenza, che ha raggio $R = 15$ km, in senso antiorario. Al tempo $t = 0$ la macchina A accelera da ferma, per raggiungere B, con accelerazione pari a 1 m/s² e mantiene costante l' accelerazione fino a che non ha percorso un tratto pari ad 1 km. A questo punto continua a muoversi alla velocità costante raggiunta.

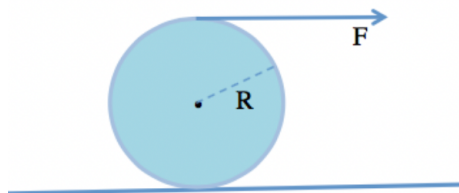
Determinare:



- a) dopo quanto tempo, sempre dal momento in cui si è mossa, la macchina A raggiunge la macchina B $t_I = \underline{\hspace{2cm}}$
- a) l' angolo spazzato dalla macchina A quando raggiunge la macchina B, espresso in radianti $\theta_{AB} = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 2

Una cilindro omogeneo di massa m pari a 4 kg e raggio R pari a 0.5 m viene spinto su un piano orizzontale scabro da una forza $\vec{F}$ costante, tangente al cilindro ed orizzontale, come indicato in figura (che mostra una sezione del cilindro passante per il suo centro di massa). Il coefficiente di attrito statico fra la ruota e il piano è pari a 0.5. Si ricorda che il momento di inerzia del cilindro rispetto al suo centro di massa è pari a $I = 1/2 mR^2$. Determinare:



- a) il valore massimo del modulo forza F , per cui il moto risulti di rotolamento puro $F_{max} = \underline{\hspace{2cm}}$
- b) il lavoro fatto dalla forza F_{max} , se la velocità angolare del cilindro, partendo da zero, diventa (sotto la sua azione) pari a $\omega_f = 20 \text{ rad/s}$ $L_{F_{max}} = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 3

Abbiamo due sfere di materiale isolante ed uniformemente cariche. Esse sono poste nel vuoto, con i centri a distanza tale che la loro distanza D soddisfi la disequazione $D > 2R_1$, dove R_1 indica il maggiore fra i raggi della due sfere. La carica della sfera di raggio R_1 vale $Q_1 = 3 \text{ nC}$ e la carica di quella di raggio minore, indichiamolo con R_2 , vale $Q_2 = 6.0 \text{ nC}$. Il valore del potenziale elettrico nel punto H equidistante dai due centri, lungo la loro congiungente vale $V_H = 27 \text{ Volt}$. Si scelga, si indichi e si utilizzi il sistema di riferimento in modo chiaro. Determinare:

- a) il valore della distanza fra i centri delle due sfere $D = \underline{\hspace{2cm}}$
- b) il valore del campo elettrico (indicare chiaramente modulo, direzione e verso) nel punto H $\vec{E}_H = \underline{\hspace{2cm}}$

Esercizio 4

Un fornello elettrico viene usato per riscaldare due litri di acqua. L'acqua viene portata, alla pressione atmosferica, in un tempo di 5 minuti, dalla temperatura di 20°C alla temperatura di ebollizione. La tensione usata per alimentare il fornello vale 220 Volt . Il costo di 1 kWh di energia elettrica è pari a 0.15 euro .

Determinare:

- a) la resistenza del fornello $R = \underline{\hspace{2cm}}$
- b) il costo in euro $C = \underline{\hspace{2cm}}$

Si ricorda che il calore specifico dell'acqua vale $c_S = 4186 \text{ J/kg/K}$ oppure $1 \text{ kcal/kg/}^\circ\text{C}$ e che la densità dell'acqua vale 10^3 kg/m^3

Soluzioni Compito

Soluzione Esercizio 1

Dati: $v_A(t) = 0 + at$, con $a = \text{costante} = 1 \text{ m/s}^2$ fino ad aver percorso 1 km, ossia fino al tempo che si ottiene risolvendo questa equazione: $s_A(t^*) = s_{A*} = 10^3 \text{ m} = (1/2)at^{*2}$. Si ricava $t^* = 44.72 \text{ s}$. $v_B = 100 \text{ km/h}$ costante. Per B: $\theta_0 = \pi/2$ al tempo $t=0$.

a) La macchina A al tempo t^* ha raggiunto la velocità $v_{A*} = at^* = 44.72 \text{ m/s}$.

Se vogliamo lavorare con le velocità angolare possiamo notare che la sua velocità angolare è pari a: $\omega_{A*} = \alpha t^*$, con $\alpha = a/R = 6.67 \cdot 10^{-5} \text{ rad/s}^2$. Dunque $\omega_{A*} = 3 \text{ mrad/s}$ e lo spostamento angolare è $\theta_{A*} = \frac{1}{15} = 0.067 \text{ rad}$ (questo è il dato del testo, 1 km diviso il raggio di 15 km). La macchina B, prendendo lo zero nella posizione iniziale di A, al tempo t^* si trova a: $\theta_B(t^*) = \theta_0 + (v_B/R)t^*$ o anche $s_B(t^*) = s_{0B} + v_B t^*$, con $s_{0B} = (\pi/2)R = 2.36 \cdot 10^4 \text{ m}$. Si ricava $\theta_B(t^*) = 1.66 \text{ rad}$ o anche $s_B(t^*) = 2.48 \cdot 10^4 \text{ m}$.

Ora cerchiamo il tempo al quale A raggiunge B e anche qui si può lavorare con lo spostamento tangenziale o con quello angolare e passare facilmente da uno all'altro. Riferiamo i tempi a partire da t^* e calcoliamo t_I :

Abbiamo:

$$s_B(t_I) = s_B(t^*) + v_B t_I = s_A(t_I) = s_{A*} + v_{A*} t_I, \text{ da cui si calcola } t_I = \frac{s_B(t^*) - s_{A*}}{v_{A*} - v_B} = \frac{2.48 \cdot 10^4 - 10^3}{44.72 - \frac{100}{3.6}} = 1.40 \cdot 10^3 \text{ s}.$$

Il tempo totale per incontrarsi vale dunque: $T = 44.72 + 1.40 \cdot 10^3 \text{ s} = 1444.72 \text{ s}$.

b) L'angolo spazzato da A nel tratto da t^* a t_I vale pertanto: $s_A(t_I)/R = \frac{63608}{15000} = 4.24 \text{ rad}$.

L'angolo totale spazzato da A al momento dell'incontro è pertanto pari a: $\theta_{AB} = (0.067 + 4.24) \text{ rad} = 4.31 \text{ rad}$.

Soluzione Esercizio 2.

a) Scriviamo le equazioni cardinali, per le forze e i momenti. Ricordiamo che il rotolamento puro corrisponde ad accelerazione lineare del C.M. pari a $a = \alpha R$, indicando l'accelerazione angolare con α .

Risultante forze: $\vec{F}_{max} + \vec{f}_A + m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}$

dove N indica la reazione vincolare del piano sulla ruota. Si vede facilmente che $N - mg = 0$.

Risultante momenti, prendendo il polo nel punto P di contatto della ruota sul piano: $\vec{M}_{F_{max}} = I\vec{\alpha}$.

Rispetto a P il momento d'inerzia risulta essere: $I_P = (1/2)mR^2 + mR^2 = (3/2)mR^2$ Risolvendo, rispetto al riferimento indicato in figura:

$$ma_x = F_{max} - f_A.$$

$$F_{max} 2 R = I \alpha = I_P \frac{a_x}{R} = (3/2) m R a_x.$$

Da cui si ricava: $ma_x = 4F_{max}/3$. Sostituendo nella prima eq. cardinale : $(4/3)F_{max} - F_{max} = 1/3 F_{max} = \mu_s mg$, ossia: $F_{max} = 58.8 \text{ N}$.

b) Per calcolare il lavoro fatto da F_{max} quando la velocità angolare varia da 0 al valore dato, bisogna considerare che l'attrito statico non compie lavoro e pertanto $L_{F_{max}} = \Delta E_{cin} = (1/2) I_P \omega_f^2 = 300 \text{ joule}$.

Soluzione Esercizio 3.

Prendiamo il sistema di riferimento (asse x) con l'origine nel centro della sfera di raggio R_1 e diretto verso la sfera di raggio R_2 . Il punto P risulta esterno ad entrambe le sfere, per la condizione data ($D > 2 R_1$). Il campo elettrico generato da ciascuna sfera è uscente rispetto alla posizione della distribuzione di carica, essendo entrambe le sfere cariche positivamente. Con il riferimento scelto, pertanto, nel punto di mezzo fra le due sfere, indicando $d = D/2$, avremo:

a) $V_{D/2} = k_0 \times (\frac{Q_1}{d} + \frac{Q_2}{d})$. Da cui:

$$d = k_0 \times (\frac{Q_1}{V_{D/2}} + \frac{Q_2}{V_{D/2}}) = \\ 9 \times 10^9 \times (\frac{3}{27} + \frac{6}{27}) \times 10^{-9} = \\ 9 \times \frac{9}{27} = 3 \text{ m. Da cui } D = 6 \text{ m.}$$

c) Nel punto $H=D/2$ il campo è la somma dei campi generati dalle due sfere. Questi hanno verso opposto. Pertanto, si ha:

$$\vec{E}_H = k_0 \frac{Q_1 - Q_2}{d^2} (\hat{x}) = 9 \times 10^9 \frac{(3-6) \times 10^{-9}}{3^2} (\hat{x}) \text{ V/m} = -\frac{9 \times (-3)}{9} \hat{x} \text{ V/m} = \\ -3.0 (\hat{x}) \text{ V/m.}$$

Soluzione Esercizio 4.

a) Il calore assorbito dall'acqua è pari a $Q = c_{H_2O} m_{H_2O} (T_{eboll} - T_0) = 6.70 \cdot 10^6 \text{ Joule}$, dove $m_{H_2O} = \rho_{H_2O} V = 2 \text{ kg}$ è la massa dell'acqua e $c_{H_2O} = 4186 \text{ J/(kg K)}$ è il suo calore specifico. La potenza dissipata dal fornello è dunque pari a $P = Q/t = c_{H_2O} m_{H_2O} (T_{eboll} - T_0)/t = 2.23 \text{ kW}$.

La resistenza R del fornello è legata alla potenza dissipata e alla differenza di potenziale secondo la formula $P = \Delta V^2/R$, dunque vale: $R = \Delta V^2/P = 21.7 \Omega$.

b) Ricordando che $1 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$ l'energia spesa in questo processo è pari a $Q = 0.19 \text{ kWh}$, da cui segue che il costo è $C = 0.15 \times Q[\text{kWh}] = 0.028 \text{ euro}$