Università degli Studi di Roma "La Sapienza"
Ingegneria Informatica e Automatica
Proff . Massimo Petrarca e Marco Toppi
FISICA 5.11.2024

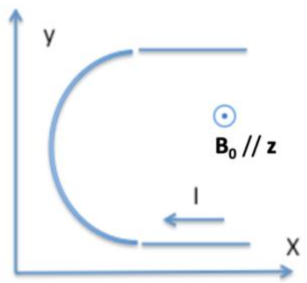
Si ricorda di svolgere i conti tutti in forma analitica verificando lo studio dimensionale; solo alla fine inserire i numeri dove richiesto.

Esercizio 1: Una ruota (disco omogeneo di massa M = 2 kg e raggio R = 20 cm) è appoggiata su un piano scabro. Sotto l'azione di una coppia di forze di momento costante di modulo m = 3 Nm, la ruota rotola in senso orario sul piano senza strisciare. Calcolare l'accelerazione a_c del centro di massa della ruota specificando modulo direzione e verso; calcolare anche il modulo f_a della forza di attrito fra il piano e la ruota specificandone la direzione e il verso.

Esercizio 2: Un gas perfetto monoatomico compie un ciclo reversibile 1-2-3, costituito da un'espansione isobara 1-2, seguita da un raffreddamento isocoro 2-3 e da una trasformazione isoterma 3-1. Si rappresenti nel piano di Clapeyron il grafico della trasformazione; si determini il rendimento η del ciclo sapendo che V2 = 2.718 V1.

Esercizio 3: Una carica e' distribuita entro una sfera di raggio R= 2 cm, con una densita' che varia linearmente in funzione della distanza dal centro secondo la relazione $\rho = \rho_0 \times (r/R)$ con $\rho_0 = 10^{-7}$ C/m^3. Determinare l'espressione del campo elettrico in tutto lo spazio e calcolare la differenza di potenziale fra il centro e la superficie della sfera.

Esercizio 4: Un filo rigido percorso da corrente I e' piegato nel piano (xy) in modo da formare una semicirconferenza di raggio R e due tratti rettilinei molto lunghi. Lungo l'asse z positivo vi e' un campo magnetico B_0. Calcolare la forza totale che si esercita sul filo.



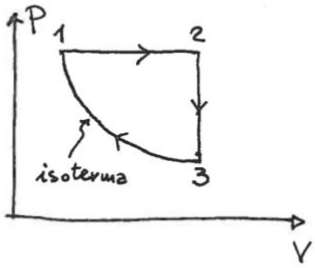
I Eq. cardinale $\quad Ma_c = f_a \qquad I_0 = I_c + MR^2 = \frac{3}{2}MR^2$

II Eq. cardinale $\quad I_0 \dot{\omega} = -m \qquad$ (polo O = pto di contatto ruota - piano)

puro rotolamento $\quad a_c = -\dot{\omega}R$

$$\Rightarrow a_c = mR/I_0 = 5\ m/s^2 \quad ; \quad f_a = 10\,N \ .$$

(11.9)



$$\eta = 1 - \frac{|Q_{ceduto}|}{Q_{assorbito}} = 1 - \frac{|Q_{23}| + |Q_{31}|}{Q_{12}}$$

$$|Q_{23}| = |n C_v (T_3 - T_2)| = n C_v (T_2 - T_3)$$

$$Q_{12} = n C_p (T_2 - T_1)$$

$$|Q_{31}| = \left| nRT_1 \ln \frac{V_1}{V_3} \right| = nRT_1 \ln \frac{V_3}{V_1}$$

inoltre: $T_2 = T_1 \frac{V_2}{V_1} = 2.718\,T_1$; $C_v = \frac{3}{2}R$; $C_p = \frac{5}{2}R$; $T_3 = T_1$; $V_3 = V_2$

$$\eta = 1 - \frac{(3/2)\cancel{nRT_1}(2.718-1) + \cancel{nRT_1}\ln 2.718}{(5/2)\cancel{nRT_1}(2.718-1)} = 0.167$$

ESERCIZIO 3

$R = 2\,cm$

$$\rho = \rho_0 \cdot \left(\frac{r}{R}\right)$$

$E(r) = ?$ per $r < R$

$$E(r)\, 4\pi r^2 = \frac{q(r)}{\varepsilon_0} = \frac{\int_\tau \rho(r)\, d\tau}{\varepsilon_0} =$$

$$= \frac{\rho_0}{R\varepsilon_0} \int_0^r r\, 4\pi r^2\, dr = \frac{\rho_0}{R\varepsilon_0} \frac{r^4}{4} 4\pi$$

$$\vec{E}(r) = \frac{\rho_0 r^2}{4R\varepsilon_0} \hat{r}$$

Per $r > R$

$$E(r)\, 4\pi r^2 = \frac{q(R)}{\varepsilon_0} = \frac{1}{\varepsilon_0} \int_0^R \rho_0 \frac{r}{R}\, 4\pi r^2\, dr =$$

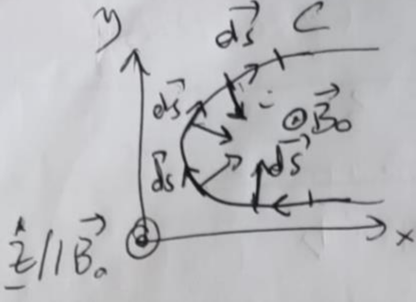
$$= \frac{\rho_0}{\varepsilon_0 R} 4\pi \frac{R^4}{4} \Rightarrow \vec{E}(r) = \frac{\rho_0 R^4}{4\varepsilon_0 R r^2} \hat{r}$$

$$\vec{E}(r = R) = \frac{\rho_0 R^2}{4R\varepsilon_0} \hat{r} = \frac{\rho_0 R}{4\varepsilon_0} \hat{r}$$

$$\boxed{V(0) - V(R)} = \int_0^R \frac{\rho_0 r^2}{4R\varepsilon_0}\, dr = \frac{\rho_0}{4R\varepsilon_0} \frac{R^3}{3} = \boxed{\frac{\rho_0 R^2}{12\varepsilon_0}}$$

$\boxed{= 376\ mV}$

ESERCIZIO 4



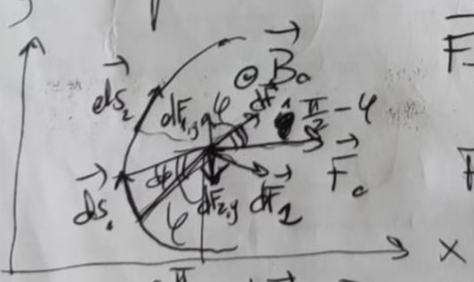
$d\vec{F} = i\, \vec{ds} \wedge \vec{B}_0$

$\Rightarrow$ La forza che si esercita sui due tratti di filo rettilinei è uguale e contraria

$\Rightarrow$ Bisogna calcolare solo il contributo che agisce sulla semi-circonferenza

$|\vec{ds} \wedge \vec{B}_0| = |\vec{ds}| B_0 \operatorname{sen}\theta = |\vec{ds}| B_0$
$(\theta = \frac{\pi}{2})$

Per simmetria la componente lungo y delle forze sulla semicirconferenza C è nulla. Rimane solo da calcolare la componente x ~~lungo~~



$\vec{F}_{TOT} = \vec{F}_c = F_{c,x}(\hat{x})$

$F_{c,x} = \int_0^\pi |d\vec{F}| \operatorname{sen}\varphi =$

$= \int_0^\pi i |\vec{ds}| B_0 \operatorname{sen}\varphi = \int_0^\pi i B_0 \operatorname{sen}\varphi\, R\, d\varphi =$

$= 2 i B_0 R \quad \Rightarrow \boxed{\vec{F}_c = (2 i B_0 R)\, \hat{x}}$