29.05.17

Outra forma de acha

$k_e = \dfrac{1}{4\pi e_0}$ → permissividade do vácuo

$\left[\dfrac{C^2}{Nm^2}\right]$ → $8{,}8542 \cdot 10^{-12}$

Força de Coulomb

→ de intensid

→ lei de Coulomb → $F = \dfrac{K_e\, q_1 q_2}{r^2}$ $\quad K_e = 8{,}99 \cdot 10^9 \dfrac{Nm^2}{C^2}$

→ fornece somente o módulo

→ Carga do elétron → $-1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C (Coulomb) → unidade de carga

$\oplus$ → = próton

→ como é vetorial $\vec{F}_{12} = \dfrac{K_e\, q_1 q_2}{r_{12}^2}\, \hat{r}_{12}$ → me dá a direção e o sentido

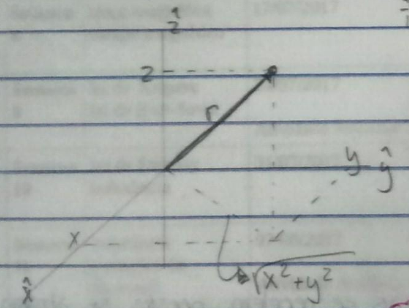
→ Força q 1 exerce sobre 2

—— ” ——

Relembrar

vetor qualquer → $\vec{r} = x\hat{x} + y\hat{y} + z\hat{z}$

$\hat{x} \to \vec{i}$, $\hat{y} \to \vec{j}$, $\hat{z} \to \vec{k}$



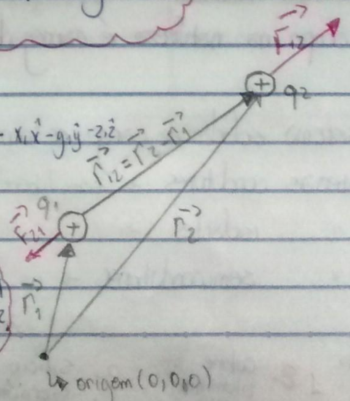
* Módulo do vetor → $|\vec{r}| = r = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$

* $\vec{r}_{12} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = x_2\hat{x} + y_2\hat{y} + z_2\hat{z} - x_1\hat{x} - y_1\hat{y} - z_1\hat{z}$

$= (x_2-x_1)\hat{x} + (y_2-y_1)\hat{y} + (z_2-z_1)\hat{z}$

$r_{12}^2 = |\vec{r}_{12}|^2$

→ $\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2+(z_2-z_1)^2}$



$$|r_{12}|^2 = (x_2 - x_1)\hat{x} + (y_2 - y_1)\hat{y} + (z_2 - z_1)^2$$

$$\hat{r}_{12} = \frac{\vec{r}_{12}}{|\vec{r}_{12}|}$$

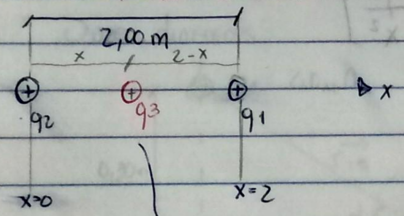
e se fosse $\vec{F}_{21} \rightarrow \vec{r}_{21} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ e muda toda a ordem e sinal troca

concluindo

$\rightarrow \vec{F}_{21} = -\vec{F}_{12}$

—— // ——

Exemplo 1 → em uma dimensão



$q_1 = 15,0\ \mu C$

$q_2 = 6,00\ \mu C$

→ onde tenho que coloca q_3 p/ que a força sobre ela seja nula?

→ calcula q_2 sobre q_3 e q_1 sobre q_3 e a soma tem que ser igual a zero!

—— // ——

Resolução

$$\vec{F}_{13} + \vec{F}_{23} = 0$$

$$\vec{F}_{13} = \frac{K_e\, q_1 q_3}{r_{13}^2}\,\hat{r}_{13}$$

$\rightarrow |\vec{r}_{13}| = \vec{r}_3 - \vec{r}_1$

$= x\hat{x} - 2\hat{x}$

$= (x-2)\hat{x}$

$$= \frac{K_e\, q_1 q_3 (-\hat{x})}{(2{,}00 - x)^2}$$

$|\vec{r}_{13}| = (x-2)$ ←

$$\hat{r}_{13} = \frac{\vec{r}_{13}}{|\vec{r}_{13}|} = \frac{(x-2)\hat{x}}{(2-x)} = -\hat{x}$$

29.05.17

$$F_{23} = \frac{k_e\, q_2 q_3}{r_{23}^2}\, \hat{r}_{23}$$

$$= \frac{k_e\, q_2 q_3}{x^2}\, \hat{x}$$

→ seguindo o mesmo raciocínio

→ agr soma os dois

$$\vec{F_{13}} + \vec{F_{23}} = \left[\frac{-k_e q_1 q_3}{(-2{,}00-x)^2} + \frac{k_e q_2 q_3}{x^2} \right] \hat{x} = 0$$

$$k_e q_3 \left[\underbrace{\frac{-q_1}{(2{,}00-x)^2} + \frac{q_2}{x^2}}_{0} \right] \hat{x} = 0$$

$$\rightarrow \frac{q_1}{(2{,}00-x)^2} = \frac{q_2}{x^2}$$

→ Produto notável $a^2 + 2ab + b^2$

$$\rightarrow q_1 x^2 = q_2 (4{,}00 - 4{,}00x + x^2)$$

$$(q_1 - q_2)x^2 + 4{,}00\, q_2 x - 4{,}00\, q_2 = 0$$

→ substituindo os valores → $x = 0{,}78\ldots$ pq só um resultado ?

pq o outro tá fora da distância

ali kk eu sabia

— 11 —

Exemplo 2: átomo de hidrogênio → diferença de intensidade entre duas forças
$F \to 1p\ e\ 1e$

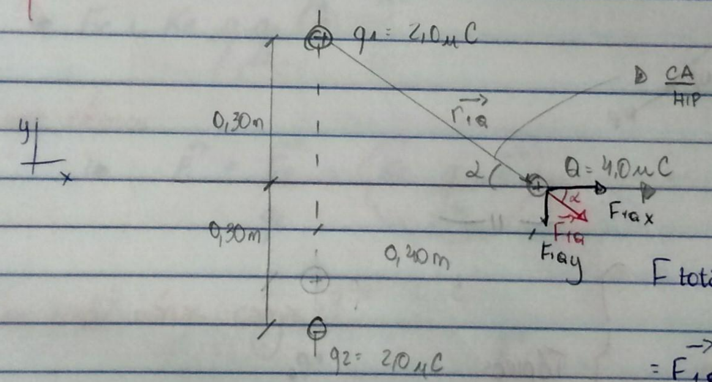
$F_e = K_e \frac{q_e q_p}{r^2}$ $\qquad \frac{F_g}{F_e} = \frac{G\, m_e m_p}{K_e\, q_e^2}$

$F_g = G \frac{m_e m_p}{r^2}$

$$= \frac{6{,}7 \cdot 10^{-11}\ Nm^2/Kg^2\ (9{,}11 \cdot 10^{-31} Kg)(1{,}67 \cdot 10^{-27} Kg)}{8{,}99\ Nm^2/C^2\ (1{,}60 \times 10^{-19} C)^2}$$

$$\approx 4{,}4 \cdot 10^{-40}$$

Exemplo 3 - Duas dimensões



$F_{total}(Q) = ?$

$= \vec{F}_{1Q} + \vec{F}_{2Q}$

Resolução

$r_{1Q} = |\vec{r}_{1Q}| = \sqrt{(0{,}4)^2 + (0{,}30)^2} = 0{,}50\ m$

$F_{1Qx} = |\vec{F}_{1Q}| \times \cos\alpha = 0{,}29\ N\ \frac{0{,}40}{0{,}50} = 0{,}23\ N\ \hat{x}$

$F_{1Qy} = |\vec{F}_{1Q}| \times \operatorname{sen}\alpha = 0{,}29\ N\ \frac{0{,}30}{0{,}50} = -0{,}17\ N\ \hat{y}$ → pq tá p/ baixo

$\vec{F}_{1Q} = (0{,}23\hat{x} - 0{,}17\hat{y})\ N$ por simetria → $\vec{F}_{2Q} = (0{,}23\hat{x} + 0{,}17\hat{y})\ N$

29.05.17

$$F_{1Q} = \frac{K_e\, q_1 Q}{r_{1Q}^2} = 8{,}99 \cdot 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \frac{(4{,}0 \cdot 10^{-6} C)(2{,}0 \times 10^{-6} C)}{(0{,}50 m)^2}$$

$$= 0{,}29\ N$$

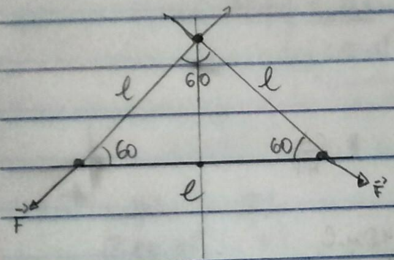
→ $\hat{y}$ se anulam ↑↓

$$F_{total}(Q) = 2 \cdot 0{,}23\ N\hat{x} = 0{,}46\ N\hat{x}$$

— // —

Exercício

3 cargas q nos vértices de um triangulo equilátero. Qual o valor da força sobre cada uma das ~~forç~~ cargas?



01/06

— // —

- Campos Elétricos
- Linhas de Campo
- Movimento de cargas em campo uniforme

Tópicos da aula

— // —

Campos Elétricos

- Associação/analogia com campo gravitacional
- O q uma carga sente é devido ao campo elétrico
- $\vec{F} = m\vec{g} \rightarrow \vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$

04.06.17

$\vec{F_e} = q \vec{E}$ → campo elétrico

$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ $\quad [E] = \frac{N}{C}$

* Direção do $\vec{E}$ é o mesmo de $\vec{F_e}$

— " —

* dois tipos de carg

q → carga que gera o campo $\vec{E}$

q_0 → " teste, que sofre os efeitos de $\vec{E}$

— " —

Aula passada

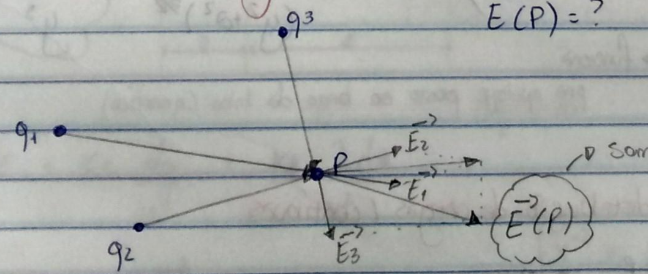
→ $F_e = K_e \frac{q\, q_0}{r^2} \hat{r}$ $\quad \hat{r} \rightarrow \frac{\vec{r}}{|\vec{r}|}$

Campo elétrico

→ $\vec{E} = \frac{\vec{F_e}}{q_0} = K_e \frac{q}{r^{3/2}} \vec{r}$

E se tenho várias cargas?

$\vec{E}(P) = ?$

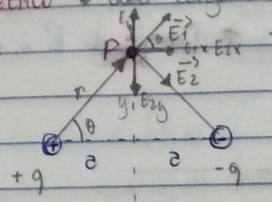


$\vec{E}(P) = \vec{E_1} + \vec{E_2} + \vec{E_3}$
$= \sum_i \vec{E_i}$

→ $\vec{E}(P) = K_e \sum_i \frac{q_i}{r_i^{3/2}} \vec{r_i}$

01 . 06 . 17

Exemplo 1: Dipolo elétrico → duas cargas sinais opostos afastadas, qual $\vec{E}$ em P?



$\} \; 2E_{1x}$

$\cos\theta = \frac{a}{r}$

$r = \sqrt{a^2+y^2}$

$r^3 = (a^2+y^2)^{3/2}$

→ ñ se preocupa pq se cancela

$\vec{E_1} = E_1 \cos\theta \, \hat{x} + E_1 \operatorname{sen}\theta \, \hat{y}$

SOHCAHTOA

$E_1 = Ke \frac{q}{r^{3/2}}$

↳ módulo

$\vec{E} = \vec{E_1} + \vec{E_2}$

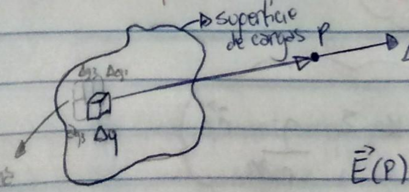
$E = 2E_{1x} \Rightarrow 2Ke \frac{q}{r^2} \cdot \frac{a}{r}$

→ se a os P tiverem mto afastados do dipolo $y >> a$ despreza o a!

$\vec{E} = 2Ke \frac{q}{r^3} a \, \hat{x}$ → $Ke \frac{2qa}{(y^2+a^2)^{3/2}} \Rightarrow Ke \frac{2qa}{y^3}$

$= Ke \frac{2qa}{r^3} \hat{x}$ → funciona pra qualquer ponto ao longo da linha (genérico)

* Passo além: campo p/ uma distribuição de cargas (contínuas)



Some todos os Δq

$\Delta\vec{E} = Ke \frac{\Delta q}{r^{3/2}} \vec{r}$

⇓

$\vec{E}(P) \simeq \sum_i \frac{\Delta q_i}{r_i^{3/2}} \vec{r_i}$

⇓

07.06.17

$$\vec{E}(P) = \lim_{\Delta q_i \to 0} \sum k_e \frac{\Delta q_i}{r^{3/2}} r_i$$

$$= \int k_e \frac{dq}{r^2} \vec{r} = \int \frac{k_e \, \rho \, dv}{r^2} \vec{r}$$

→ vamo dizer que conheço a densidade da distribuição

carga total

$$\rho = \frac{Q}{V} \Rightarrow Q = \rho V \Rightarrow dq = \rho \, dv$$

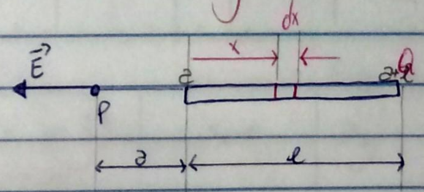
→ tem q ser ρ cte

— = —

- $dq = \sigma \, dA$ → σ = densidade superficial
- $dq = \lambda \, dL$ → λ = densidade linear de carga

— = —

Exemplo 2 - Haste carregada com densidade linear cte



$dq = \lambda dx$

$$dE = k_e \frac{dq}{x^2} = \frac{k_e \, \lambda dx}{x^2}$$

$$\int x^{-2} = \frac{x^{-1}}{-1} = -\frac{1}{x}$$

$$E = k_e \lambda \int_a^{a+l} \frac{dx}{x^2}$$

01 . 06 . 17

$$E = k_e \lambda \left[-\frac{1}{x}\right]_a^{a+l} = -k_e \lambda \left[\frac{1}{a+l} - \frac{1}{a}\right] = -k_e \lambda \, \frac{\cancel{a} - \cancel{a} - l}{a(a+l)}$$

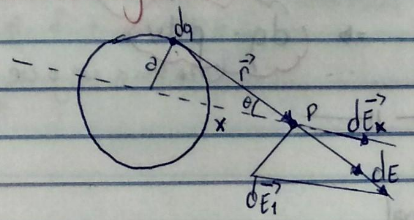
$$= \frac{k_e \lambda l}{a(a+l)} = \frac{k_e Q}{a(a+l)} \rightsquigarrow a \gg l \rightarrow \boxed{E = \frac{k_e Q}{a^2}}$$

↳ ponto mt longe da haste

↳ vira carga pontual

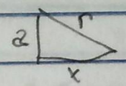
—— || ——

Exemplo 3: Anel de carga uniforme



SOHCAHTOA

↳ vai ter uma carga q cancela pq é um anel



$\Rightarrow r = \sqrt{a^2 + x^2}$ $\quad \cos\theta = \dfrac{x}{r}$

$$dE = k_e \frac{dq}{r^2}$$

$$dE_x = k_e \frac{dq}{r^2} \cos\theta$$

$$= k_e \frac{dq}{r^2} \frac{x}{r} = \frac{k_e \, dq \, x}{(a^2+x^2)^{3/2}}$$

nada muda

$$E_x = \frac{k_e x}{(a^2+x^2)^{3/2}} \int dq = E_x = \frac{k_e x Q}{(a^2+x^2)^{3/2}}$$

se $x \gg a$ $\quad E_x = \dfrac{k_e Q}{x^2}$

↳ carga pontual

$x = 0$

$E_x = 0$

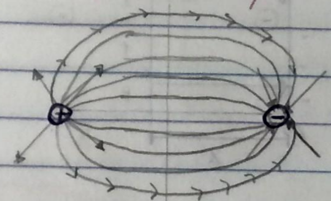
↳ casos particulares

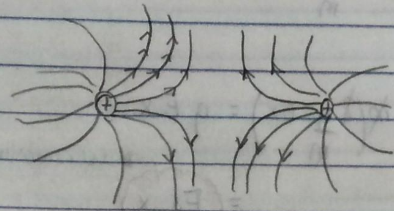
01.06.17

LINHAS DE CAMPO

→ descrevem a trajetória da carga teste

Linhas de campo de um dipolo

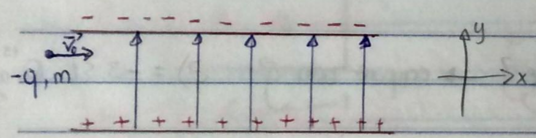




Sempre saem das positivas e entram nas negativas e apontam na direção do vetor $\vec{E}$

— " —

Movimento de partículas carregadas em $\vec{E}$ uniforme



$q\vec{E} = m\vec{a}$

$\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E}$

$a_x = 0$	$a_y = \frac{q}{m}E$
$V_x = V_{0x}$	$V_y = \frac{q}{m}Et$
$X = V_{0x}t$	$y = \frac{q}{m}E\frac{t^2}{2}$

$t = \frac{V_{0x}}{x}$

$y = \frac{q}{m}\frac{E}{2}\left(\frac{x}{V_{0x}}\right)^2$

$y = \left(\frac{q}{m}\frac{E}{2V_{0x}}\right)x^2$ → parábola

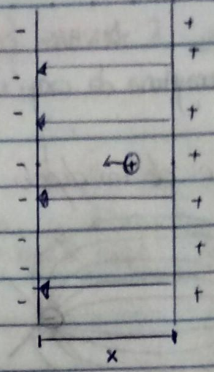
↳ análogo à gravitacional

01 . 06 . 17

Exemplo 4: carga acelerada

$$V^2 = V_0^2 + 2ax$$

$$V^2 = 2\frac{q}{m}Ex$$

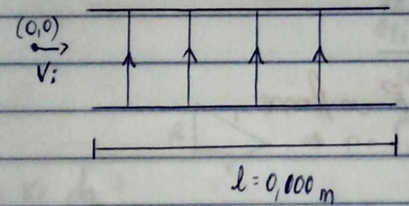


$$\Delta K = \frac{1}{\cancel{2}}\cancel{m}\left(\cancel{2}\frac{q}{\cancel{m}}Ex\right) = qEx$$

$$= F_e x \rightarrow W \text{ (trabalho)}$$

— u —

Exercício



$E = 200 \frac{N}{C}$, $V_i = 3,00 . 10^6 \, m/s \, \hat{x}$

a) Qual a aceleração que a carga sofre? → compare com $\vec{g}$ — a) $= -3,51 . 10^{13} \, m/s^2$

b) Quanto tempo leva p/ atravessar o campo? — b) $t = 3,33 . 10^{-8}$ s

c) Que altura a carga "cai"? — c) $\Delta y = -0,0195$

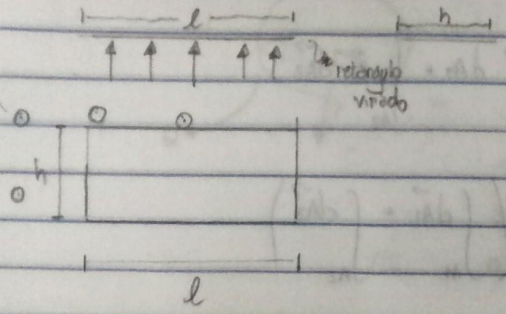
— u —

a)

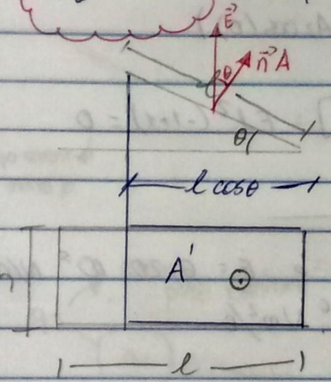
saindo da lousa - perpendicularmente 05.06.17

Fluxo Elétrico

⊗ → entrando



$\Phi_E = EA$ → fluxo do campo elétrico uniforme $[\Phi_E] = \frac{Nm^2}{C}$



——— " ———

$\Phi_E = E.A \Rightarrow E\,h\,l\cos\theta$

$\Phi_E = EA\cos\theta$

→ área inclinada

$* \ \Phi_E = \vec{E}\cdot\vec{A}$

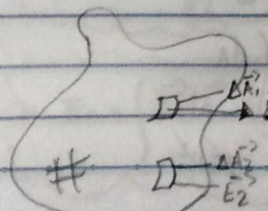
$= \vec{E}\cdot\vec{n}A$

$= |\vec{E}|\,|\vec{n}|\cos\theta\, A$

$= EA\cos\theta$

mesma fita

——— " ———

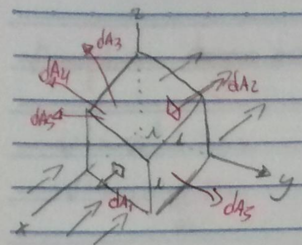


$\Delta\Phi_E = \vec{E}\cdot\Delta\vec{A}$

$\Phi_E \simeq \sum_i \vec{E}_i\cdot\Delta\vec{A}_i$

$\Rightarrow \Phi_E = \int_{\text{superfície}} \vec{E}\cdot d\vec{A}$

05 . 06 . 17



$$\Phi_E = \int_{A_1} \vec{E} \cdot d\vec{A_1} + \int_{A_2} \vec{E} \cdot d\vec{A_2}$$

$$\Phi_E = \vec{E}\vec{n} \left(\int_{A_1} d\vec{A_1} + \int_{A_2} d\vec{A_2} \right)$$

$$= E \left(\vec{n_1} \cdot \vec{A_1} + \vec{n_2} \cdot \vec{A_2} \right)$$

$$= E \left(A_1 \cos(180) + A_2 \cos(0) \right)$$

$$= E \left[l^2(-1) + l^2 \cdot 1 \right] = E l^2 (-1+1) = 0$$

↳ mesma qntd q entra sai

— = —

Exercício: P/ um retângulo de área $A = 3{,}20\,m^2$ e $E = 6{,}20 \cdot 10^5\ N/C$

a) $\vec{E} \parallel \vec{A} \Rightarrow \phi_E = ?$ Resp: $EA \overset{\cos 0 = 1}{=} 1{,}98 \cdot 10^6\ Nm^2/C$

b) $\vec{E} \perp \vec{A} \Rightarrow$ " " $EA\cos 90 = 0$

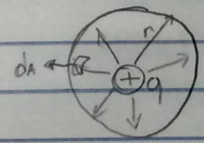
c) $\vec{E} \angle 75° \vec{A} \Rightarrow$ " " $EA\cos 75 = 1{,}92 \cdot 10^6\ Nm^2/C$

— = —

*

$$\vec{E} = K_e \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

$$K_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$$



$$\Rightarrow \Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

$$= \int \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} \hat{r} \cdot dA\,\hat{r}$$

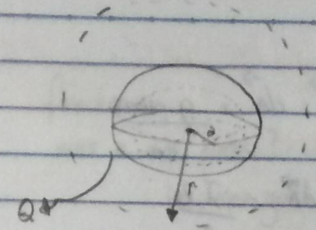
$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} \int dA$$

$$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{q}{r^2} 4\pi r^2$$

$$\Rightarrow \Phi_E = \frac{q}{\varepsilon_0}$$

05.06.17

* ②



se $r > a$

$$\Rightarrow \boxed{\Phi_E = \frac{Q}{\varepsilon_0}}$$

se $r < a$

$Q = \rho V$

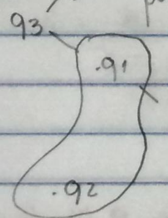
$q = \rho \frac{4}{3}\pi r^3$

$$\Rightarrow \Phi_E = \oint \vec{E}\, dA = \frac{\rho \frac{4}{3}\pi r^3}{\varepsilon_0}$$

$$= E\, \cancel{4}\pi \cancel{r^2} = \frac{\rho \frac{\cancel{4}}{3}\pi r^{\cancel{3}}}{\varepsilon_0}$$

$$= E = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0}$$

Altera? para nenhuma!



$$\Rightarrow \Phi_E = \frac{q_1 + q_2}{\varepsilon_0}$$

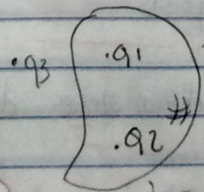
— || —

— || —

→ Lei de Gauss

$$\Phi_E = \frac{q_{interna}}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow \Phi_E = \oint \vec{E}\, d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\varepsilon_0}$$

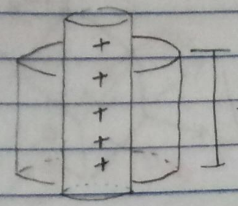


→ posição das cargas tb n

→ ñ muda nada se altero o volume/forma da superfície

05.06.17

*



$\lambda = \rho_{linear}$

$q = \lambda l$

$$\Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{interna}}{\varepsilon_0}$$

$$E \int d\vec{A} = \frac{\lambda l}{\varepsilon_0}$$

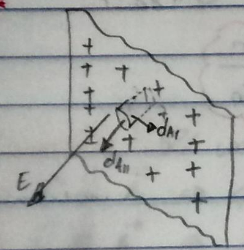
$$E\, 2\pi r \cancel{l} = \frac{\lambda \cancel{l}}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \frac{\lambda}{r}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0} \frac{\lambda}{r} \hat{r}$$

---

*



$q = \sigma A$

$$\Phi_E = 2\int \vec{E}\, d\vec{A}_{\parallel} + \cancel{\int E\, dA_{\perp}}^{\,0}$$

$$\Phi_E = 2EA = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0} = E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

---

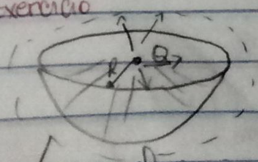
1 → material condutor nunca tem $\vec{E}$ no interior

2 → $\vec{n} \parallel \vec{E}$

3 → carga líquida ≠ vão p/ superfície

4 → tendem a se acumular em pontas pq? sla

Exercício



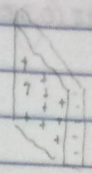
↳ semi esfera

a) Qual o fluxo elétrico através da face plana e da superfície esférica?

$$\Phi_E = \frac{Q}{2\varepsilon_0}$$

↳ pq é meia esfera

05 . 06 . 17



fora é zero

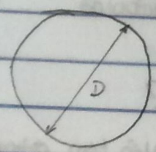
entre as duas placas?

↳ campo gerado entre cada uma das placas

↳ soma $E = \frac{2\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$

— " —

08/06 Exercícios Serway seção 19.8 → 29 fluxo



$D = 40{,}0\,cm = 0{,}4\,m$

$\Phi_E = 5{,}20 \cdot 10^5 \frac{Nm^2}{C}$

E é cte ⇒ $\vec{E} = ?$

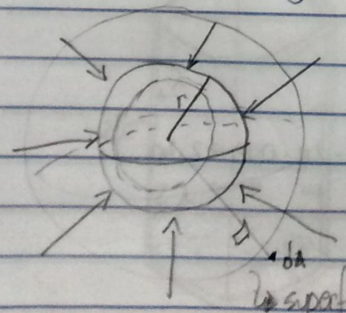
↳ E perpendicular à área do anel p/ fluxo ser máximo

$$\Phi = \int \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \int dA = E \left(\frac{d}{2}\right)^2 \pi$$

$$E = \frac{\Phi_E}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2} = \frac{5{,}20 \cdot 10^5}{\pi (0{,}2)^2} \frac{Nm^2}{Cm^2} = 4{,}14 \cdot 10^{-6}\, N/C$$ // ainda dá conferir

— " —

Seção 19.9 → 30 gauss



$\vec{E} \sim -\hat{r}$ (entrando), $r = 0{,}750\,m$; $E = 890\,N/C$

a) Qual carga líquida na superfície? $Q = ?$

$$\int \vec{E} \cdot dA = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

dA

↳ superfície gaussiana

* esfera oca

$$\int -890 \frac{N}{C} \hat{r} \cdot dA\, \hat{r} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

08.06.17

$\hat{r}\cdot\hat{r} = 1\cdot 1 \cos 0 = 1$

$Q = -\varepsilon_0 \int 890\, dA = -\varepsilon_0\, 890 \int dA = -\varepsilon_0\, 890\; 4\pi r^2 = -\varepsilon_0\, 890\; 4\pi (0{,}750)^2$

$Q = -8{,}854 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2} \cdot 890 \frac{N}{C} \cdot 4\pi (0{,}750)^2\, m^2$

$Q = -0{,}557 \cdot 10^{-7} C = -55{,}7\, nC$ //

b) O q tu pode conclui sob a natureza da carga dentro da esfera?

→ Não tem carga no interior

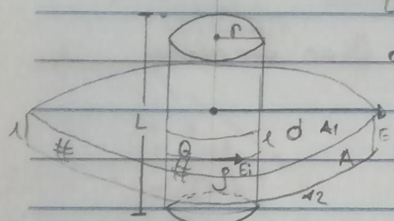
→ Já na casca é negativa (pq tá chegando) e igualmente distribuída → pq chegam perpendicular

Seção 19.10 (gauss) - 36

$r = 7{,}00\,cm$ $E = 36{,}0\, \frac{kN}{C}$ (por SG nesse ponto) $E_i = ?$

$L = 240\,cm$ $Q = ?$ ↳ Não tem campo dentro da casca pq ñ tem carga

$d = 19\,cm$ $\rho = 4{,}00\,cm$



$$\int_{superf} \vec{E} \cdot dA = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$= E \int dA = \frac{\lambda \ell}{\varepsilon_0} \Rightarrow Q = \varepsilon_0 E \int dA = \varepsilon_0 E$

$= \varepsilon_0 E\, 2\pi d \ell = \lambda \ell$

$\int E (dA_1 + dA_2 + dA)$

$\lambda = \varepsilon_0 E\, 2\pi d$

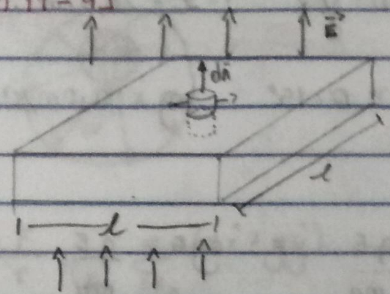
$Q = \varepsilon_0 E\, 2\pi d L =$

$= 8{,}854 \cdot 10^{-2} \cdot 36 \cdot 10^3 \cdot 2\pi \cdot 0{,}19 \cdot 2{,}40$

$= 991\, \mu C$

8.6.17

Seção 19.11-41



$l = 0{,}500\,m$

$E = 80{,}0\ \frac{kN}{C}$

* a.ub de ⊕ em cima e ⊖ em baixo
* dentro material cond ñ tem $\vec{E}$

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\varepsilon_0} = E \cdot \int dA = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$$

Area do cilindro gaussiano

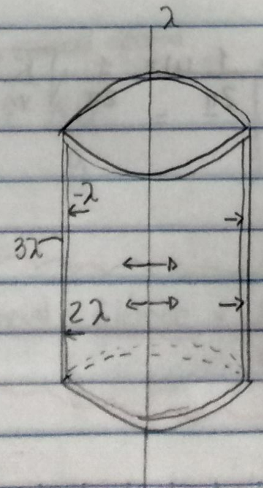
$$\Rightarrow E A = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0}$$

$$\Rightarrow \sigma_{em\,cima} = E \cdot \varepsilon_0 = 0{,}71\ \mu C/m^2$$

$$\sigma_{em\,baixo} = -0{,}71\ \mu C/m^2$$

$Q = \sigma \cdot A \Rightarrow 0{,}71 \cdot (0{,}5)^2 = 0{,}18\ \mu C$ // e embaixo $-0{,}18\ \mu C$ //

Seção 19.11-42



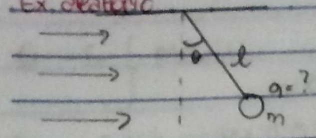
$Q = h(\lambda + 2\lambda)$

$= 3h\lambda$

$$\int E\, dA = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

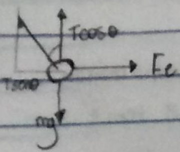
8 . 6 . 17

Ex. aleatório



$E = 1{,}00 \cdot 10^3 \frac{N}{C} \hat{x}$ $\ell = 20{,}0\,cm$

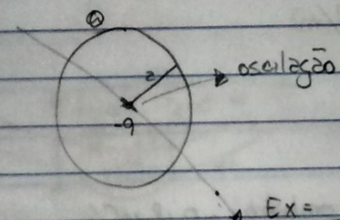
$m = 2{,}00g$ $\theta = 15°$ $g = 10{,}0\,m/s^2$



$$\frac{\cancel{T} \operatorname{sen}\theta = qE}{\cancel{T} \cos\theta = mg} = tg\theta = \frac{qE}{mg}$$

$$q = \frac{mg\, tg\theta}{E} = \frac{2 \cdot 10 \cdot tg\,15}{1 \cdot 10^3} = ?$$

Ex aleatório 2 —— 11 ——



$$E_x = \frac{K_e\, x\, Q}{(x^2+a^2)^{3/2}} = E_x \approx \frac{K_e Q x}{a^3}$$

$f = ?$ $x \ll a$

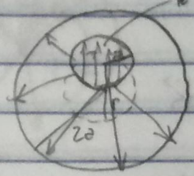
$$F_e = -q E_x = \underbrace{-\frac{K_e Q q}{a^3}}_{cte} x \Rightarrow F = -Kx \;(\text{mola}) \Rightarrow f = \frac{1}{2\pi}\omega = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{m}}$$

$$\Rightarrow f = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K_e Q q}{m \cdot a^3}}$$

//

8 . 6 . 17

Ex Aleatório



$\to E_i = ? \Rightarrow E_1 + E_2$

$a = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} a\hat{y}$ //

$\vec{E_1} = \frac{\rho}{3\varepsilon_0} \frac{r\vec{r}}{r} \to \frac{\rho}{3\varepsilon_0}(x\hat{x} + y\hat{y})$

$E_x = 0$

$E_y = \frac{\rho a}{3\varepsilon_0}$

$E_2 = \to -\frac{\rho}{3\varepsilon_0}(x\hat{x} + (y-a)\hat{y})$

—— // ——

12/06

Potencial Elétrico

→ Queda a medida das tomadas

$\to$ deslocamento

$$W = \int \vec{Fe} \cdot d\vec{s} = \Delta K = -\Delta U$$

$$\Delta E = \Delta K + \Delta U = 0$$

$\to$ Potencial elétrico

$$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = -\int \frac{\vec{Fe}}{q} \cdot d\vec{s} \Rightarrow -\int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} = V_B - V_A$$

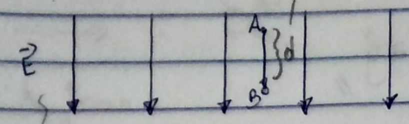
$$\text{Potencial Elétrico} = \frac{U}{q_0} = V$$

$[J/C]$ $[V]$ → Volt

$\to [E] = \frac{V}{\text{metro}}$ Volt

12.06.17

Campo Constante

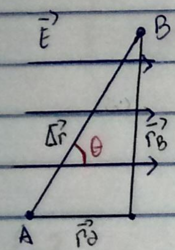


$$\Delta V = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{s}$$
$$= -\int_A^B E\cdot ds$$
$$= -E\int_A^B ds$$
$$= -E\,S\Big|_{S_A}^{S_B} = -E(S_b - S_a) = -Ed$$

$\Delta V = \frac{\Delta U}{q} = \quad \Delta U = q\Delta V \Rightarrow -qEd$

$-mgh$

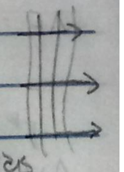
— II —



$$\Delta V = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{s} = \Delta V = -E\int_A^B d\vec{s} = -\vec{E}\cdot\Delta\vec{r}$$
$$= -E\,\Delta r\cos\theta \Rightarrow \Delta U = -q\,E\Delta r\cos\theta$$

se $\theta = 90^\circ$ $\Delta V = 0$

↳ superfícies equipotenciais



— II —

$E = 8{,}0.10^4\ V/m$

$d = 0{,}50\ m$

$q = 1{,}6.10^{-19}\ C$

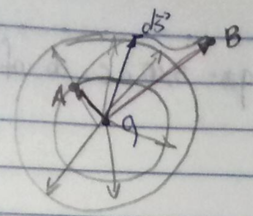
$\Delta V = -Ed = -4{,}0.10^4\ V$

$\Delta U = q\Delta V = 1{,}6.10^{-19}\cdot -4{,}0.10^4 = -6{,}4.10^{-15}\ J$

$\Delta U = -\Delta K = -\left(\frac{1}{2}m_p v_b^2 - \cancel{\frac{1}{2}m_p v_A^2}\right)$ ↳ ta soltando ela

$-6{,}4.10^{-15}\ J = -\frac{1}{2}m_p V_b^2$

12.06.17



$\vec{E} = \frac{kq}{r^2}\hat{r}$

$$\Delta V = V_b - V_A = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{s}$$

$$= -\int_A^B k_e \frac{q}{r^2}\,\hat{r}\cdot d\vec{s}$$

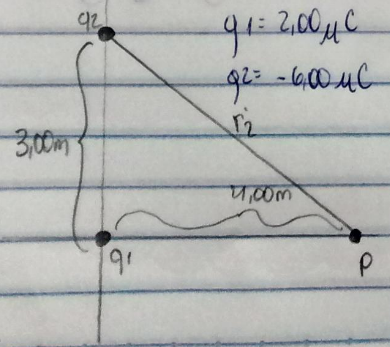
$$= -k_e q \int_A^B \frac{1}{r^2}\cdot ds\cos\theta \quad \to \cos\theta\,\frac{dr}{ds}$$

$$= -k_e q \int_A^B \frac{dr}{r^2} = -k_e q\left[-\frac{1}{r}\right]_A^B$$

$$= k_e q\left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right) = V_b - V_A \qquad \to \frac{1}{\infty} = 0$$

$$\boxed{V = \frac{k_e q}{r}} \to \text{carga pontual}$$

$V = k_e \sum \frac{q_i}{r}$ → varias cargas



$q_1 = 2{,}00\,\mu C$

$q_2 = -6{,}00\,\mu C$

a) Qual o potencial no ponto P devido às cargas?

$$V_p = k_e\left(\frac{q_1}{r_1} + \frac{q_2}{r_2}\right)$$

$$= k_e\left(\frac{2{,}00\cdot 10^{-6}}{4{,}00} - \frac{6{,}00\cdot 10^{-6}}{\sqrt{(3)^2+(4)^2}}\right)$$

$$V_p = -6{,}29\cdot 10^{3}\ V$$

12.06.17

b) Qual o trabalho realizado p/ trazer uma 3ª carga $q_3 = 3{,}00\,\mu C$ do infinito até o ponto P?

$$W = -\Delta U = -q\Delta V = -q(0 - V_P)$$

$$W = qV_P = 3{,}00 \cdot 10^{-6}\,(-6{,}29 \cdot 10^{3})$$

$$= -18{,}9 \cdot 10^{-3}\,J$$

—— // ——

$$\Delta V = -\int \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$dV = -\vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} \qquad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} \qquad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

$$E_r = -\frac{\partial V}{\partial r}$$

—— // ——

$$V = 3x^2y + y^2 + yz$$

$$\vec{E} = -6x\,\hat{x} - (3x^2 - 2y - z)\,\hat{y} - y\,\hat{z}$$

$$E_x = -\frac{\partial V}{\partial x} = -6x$$

$$E_y = -\frac{\partial V}{\partial y} = -(3x^2 + 2y + z) = -3x^2 - 2y - z$$

$$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z} = -(0 + 0 + y) = -y$$