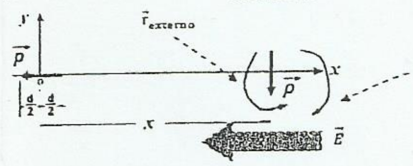
Exercícios Provas- Capítulo 21

1) P3- 1ºsem11 –noturno

1. A molécula de água tem um momento de dipolo elétrico de módulo $p = 6.17.10^{-30}\ C.m$. Suponha que uma dessas moléculas esteja fixa na origem de um sistema de eixos, com seu momento de dipolo orientado conforme mostra a figura abaixo. Suponha ainda, que uma segunda molécula de água se encontra a uma distância x >> d da primeira, e que seu momento de dipolo é perpendicular ao daquela.



a) sabendo-se que o campo elétrico produzido pela molécula que se encontra na origem tem módulo $E = \frac{p}{2\pi\varepsilon_0 x^3}$ a uma distância x dela, determine o torque realizado por um operador externo para manter a segunda molécula de água na orientação mostrada na figura (1 pto)

b) a energia potencial elétrica da segunda molécula. (0,5 pto)

c) Se a segunda molécula estivesse livre para girar em torno de um eixo perpendicular ao plano xy, qual seria seu sentido de rotação? Justifique sua resposta. (1 pto)

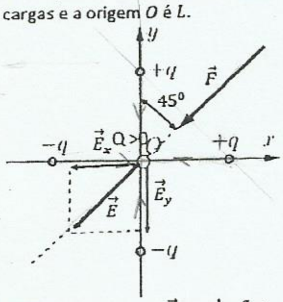
Dados: $x = 5.10^{-8}\ m$ $\quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9,0.10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}$

Formulário: $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad U = -\vec{p}.\vec{E}$

Resp:
a)-5,48.10^{-27} K (N.m)
b)zero
c)sentido horário

2) P1- 1°sem11 –noturno

1. As quatro cargas elétricas mostradas na figura formam um quadrupolo elétrico. A distância entre cada uma das cargas e a origem O é L.



a) Mostre que o campo elétrico produzido pelo quadrupolo na origem possui módulo

$$E = \frac{\sqrt{2}q}{2\pi\varepsilon_0 L^2} \qquad (1,0\ pt)$$

b) Se uma carga elétrica $Q > 0$ for colocada na origem, quais serão a direção e o sentido da força que exercerá sobre o quadrupolo? (1,0 pt)

c) Se um dipolo elétrico for colocado na origem, qual será sua orientação na situação de equilíbrio estável? (0,5 pt)

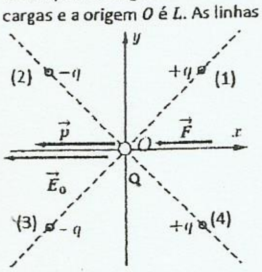
Formulário: $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r}$ $\quad \vec{F} = Q\vec{E}$ $\quad \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$

Resp:
b)
$\vec{F}_{quadrupolo} = +\frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{\overbrace{Qq}^{>0}}{L^2}[\hat{\imath} + \hat{\jmath}]$

C)na mesma direção de E

3) P1- 1°sem11 –diurno

1. As quatro cargas elétricas mostradas na figura formam um quadrupolo elétrico. A distância entre cada uma das cargas e a origem O é L. As linhas tracejadas na figura são as bissetrizes de cada quadrante.



a) Mostre que o campo elétrico produzido pelo quadrupolo na origem possui módulo

$$E = \frac{\sqrt{2}q}{2\pi\varepsilon_0 L^2} \qquad (1,0\ pt)$$

b) Se uma carga elétrica $Q > 0$ for colocada na origem, quais serão a direção e o sentido da força que exercerá sobre o quadrupolo? (1,0 pt)

c) Se um dipolo elétrico for colocado na origem, qual será sua orientação na situação de equilíbrio estável? (0,5 pt)

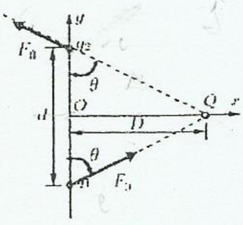
Formulário: $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r}$ $\quad \vec{F} = Q\vec{E}$ $\quad \vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad U = -\vec{p} \cdot \vec{E}$

Resp:
b)
$\vec{F}_{quadrupolo} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{\sqrt{2}qQ}{L^2}\hat{\imath}$

C)na mesma direção de E (-i)

4) P1- 1°sem10 –diurno

1. As cargas elétricas $q_1 = -e$ e $q_2 = e$, separadas pela distância d, formam um dipolo elétrico que está na vizinhança de uma carga $Q > 0$.



a) Mostre que a força exercida pela carga Q sobre o dipolo é

$$\vec{F}_{dip} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Qed}{(D^2 + d^2/4)^{3/2}}\hat{\jmath} \qquad (1,0\ pt.)$$

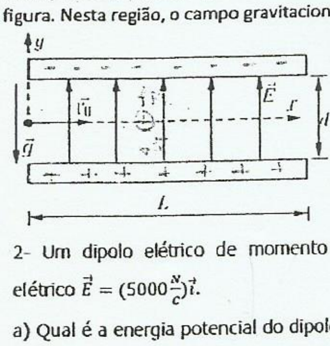
$\to \sqrt{(D^2 + \frac{d^2}{4})^3}$

b) Calcule o torque $\vec{\tau}_{dip}$ sobre o dipolo em relação à origem O, no centro do dipolo, e indique claramente qual será o sentido de rotação do dipolo. (1,0 pt.)

Resp:
b)
$\vec{\tau}_{dip} = \overbrace{\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{eQDd}{(D^2+d^2/4)^{3/2}}}^{>0}\hat{k}$
gira no anti-horário

5) P1- 1°sem10 –noturno

1. Uma partícula de massa $m = 3{,}50 \times 10^{-18}$kg e carga de módulo $|q| = e = 1{,}60 \times 10^{-19}$C atravessa com velocidade constante $\vec{v}_0 = 1{,}50\,\hat{\imath}$ m/s uma região na qual há um campo elétrico uniforme $\vec{E} = E\hat{\jmath}$ produzido por duas placas eletrizadas quadradas de aresta $L = 10{,}0$ cm separadas pela distância $d = 3{,}00$ mm, como mostra a figura. Nesta região, o campo gravitacional é $\vec{g} = -(9{,}80\ m/s^2)\hat{\jmath}$.



a) A carga da partícula é positiva ou negativa? Explique. (0,5 pt.)

b) Mostre que $E = 214$ N/C. (1,0 pt.)

c) Na ausência de campo gravitacional, qual seria a velocidade inicial mínima necessária para que a partícula não colidisse com as placas? (0,5 pt.)

Resp:
a) positiva
b)214N/C
c)5,715m/s

6) P3- 1°sem10 –noturno

2- Um dipolo elétrico de momento dipolar $\vec{p} = (9{,}0x10^{-10}C.m)\hat{\imath} + (12{,}0x10^{-10}C.m)\hat{\jmath}$ é submetido a um campo elétrico $\vec{E} = (5000\frac{N}{C})\hat{\imath}$.

a) Qual é a energia potencial do dipolo elétrico? (0,5 pto)

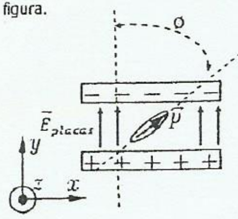
b) Qual é o torque que age sobre o dipolo? (1,0 pto)

c) Se um agente externo faz girar o dipolo até que o momento dipolar seja $\vec{p} = (-12{,}0x10^{-10}C.m)\hat{\imath} + (9{,}0x10^{-10}C.m)\hat{\jmath}$, qual é a energia potencial nessa posição? (0,5 pto) Qual é o trabalho realizado pelo agente externo? (1 pto)

Resp:
a) -4,5.10^{-6} J
b)-6.10^{-6} k (N.m)
c) 6.10^{-6} J e 10,5.10^{-6} J

7) P1- 2°sem10 –noturno

1. Um dipolo elétrico de momento de dipolo elétrico $\vec{p}$ está localizado entre duas placas paralelas muito grandes, separadas por uma distância L, carregadas com cargas de sinais opostos e com densidades $-\sigma$ e $+\sigma$, como mostra a figura.



a) Quais são a direção e o sentido do campo elétrico $\vec{E}_{placas}$ produzido pelas placas paralelas? (0,5 pt.)

b) Quais são a direção e o sentido do torque sobre o dipolo? (1,0 pt.)

c) Qual deveria ser a orientação do dipolo elétrico para que estivesse em equilíbrio estável? Explique. (1,0 pt.)

Formulário: $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad U = -\vec{p}.\vec{E}$

Resp:
a)+j
b)+K
c)alinhado com E, ângulo 0

8) P1- 2°sem09 –noturno e P1- 2°sem10 –diurno.

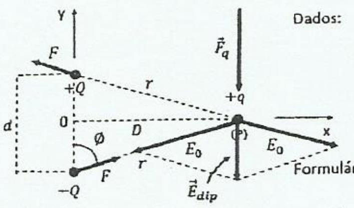
1. Um dipolo elétrico formado pelas cargas elétricas $+Q > 0$ $-Q < 0$ separadas pela distância d e uma terceira partícula de carga elétrica $q > 0$ estão localizados no plano xy como mostra a figura.

a) Mostre que o campo elétrico produzido pelo dipolo na posição da carga q é $\vec{E}_{dip} = -\frac{Qd}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{(D^2+d^2/4)^{3/2}}\hat{j}$. (1 pto)

b) calcule a força elétrica $\vec{F}_q$ que atua sobre a carga q. (0,5 pto)

c) Indique, na figura, a direção e o sentido das forças elétricas produzidas pela carga q sobre as cargas $+Q$ e $-Q$ do dipolo. (0,5 pto)

d) Quais são a direção e o sentido do torque sobre o dipolo? (0,5 pto)



Dados: $Q = 15.10^{-12}$ C $\quad d = 0{,}1$ m

$q = 50.10^{-12}$ C $\quad D = 0{,}2$ m

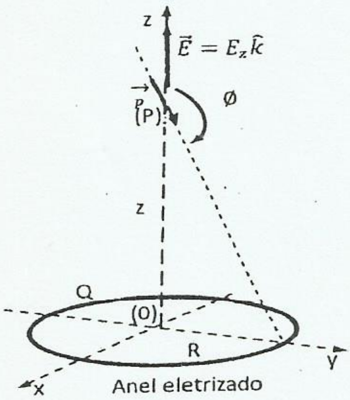
Formulário: $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{r}$ $\quad \vec{F} = q\vec{E}$

$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad U = -\vec{p}\cdot\vec{E}$ $\quad \vec{p} = q\vec{d}$

Resp:
b)-7,7.10^{-11} j (N)
d) +K

9) P1- 2°sem09 –diurno

2- Um anel, de raio R, é mantido fixo e está eletrizado uniformemente com uma carga elétrica Q ao longo de seu comprimento. Em um ponto P situado sobre o seu eixo de simetria é colocado um dipolo elétrico com o seu momento de dipolo elétrico $\vec{p}$ orientado conforme ilustrado na figura.



Anel eletrizado

a) Sabendo-se que o campo elétrico produzido pelo anel no ponto P é dado por: $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{Q.z}{(R^2+z^2)^{\frac{3}{2}}}\vec{k}$, mostre que para z>> R o campo elétrico pode se aproximado por $\vec{E} \cong \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{z^2}\vec{k}$. Lembre que $(1+x)^n \approx 1 + nx$ se $x \ll 1$; (1 pto)

b) Calcular a energia potencial U do dipolo. (1 pto)

c) Qual deve ser a orientação do dipolo para que permaneça em equilíbrio estável? Justificar a resposta. (1 pto)

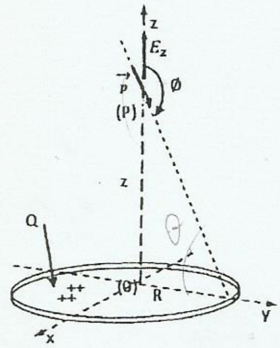
Formulário: $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad U = -\vec{p}.\vec{E}$

Dados: R = 4 m $\quad$ z = 3 m $\quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ $\quad Q = 1 \times 10^{-6}C$ $\quad p = 5{,}0 \times 10^{-12}C.m$

Resp: b- 6,48x10^{-10} J c- zero grau

10) P1- 2°sem09 –noturno

2- Um disco, de raio R, é mantido fixo e está eletrizado uniformemente na sua superfície com uma carga elétrica Q. Em um ponto P situado sobre o seu eixo de simetria é colocado um dipolo elétrico com o seu momento de dipolo elétrico $\vec{p}$ orientado conforme ilustrado na figura.



a) Sabendo-se que o campo elétrico produzido pelo disco no ponto P é dado por: $\vec{E} = \frac{\sigma}{2.\varepsilon_0}.\left[1 - \frac{z}{\sqrt{R^2+z^2}}\right]\vec{k}$. Mostre que se $z \gg R$ o campo elétrico pode ser aproximado por: $\vec{E} \cong \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{Q}{z^2}\vec{k}$. Lembre que $(1+x)^n \approx 1 + nx$ se $x \ll 1$. (0,5 pto)

b) Calcular o torque $\vec{\tau}$ exercido pelo disco sobre o dipolo elétrico e a energia potencial U do dipolo. (2 ptos)

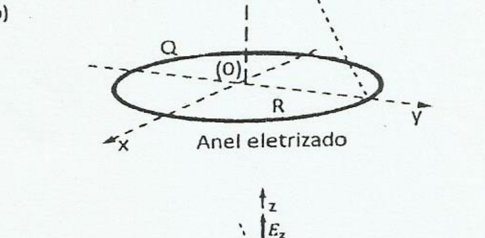
c) Qual deve ser a orientação do dipolo para que permaneça em equilíbrio instável? Justificar a resposta. (0,5 ptos)

Dados: R = 4 m $\quad$ z = 3 m $\quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$ $\quad Q = 1 \times 10^{-6}C$ $\quad p = 5{,}0 \times 10^{-12}C.m$ $\quad$ Formulário: $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $\quad U = -\vec{p}.\vec{E}$ $\quad \sigma = \frac{Q}{A}$ $\quad A = \pi.R^2$

Resp: b- 1,8x10^{-9} i N/C e 1,35x10^{-9} J c- 180^0

11) P3- 2°sem09 –diurno

5- Um dipolo elétrico é composto por uma carga positiva +q e por uma carga negativa –q separadas por uma distância d, como mostra a figura. O dipolo é mantido fixo.



a) Mostrar que o campo elétrico produzido pelo dipolo no ponto P é dado por $\vec{E}_{dipolo} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}.\left[\frac{1}{\left(x+\frac{d}{2}\right)^2} - \frac{1}{\left(x-\frac{d}{2}\right)^2}\right]\hat{i}$; (0,5 pto)

b) Quando $x \gg d$, mostrar que o campo do dipolo pode ser aproximado por $\vec{E}_{dipolo} \cong \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2\vec{p}}{x^3}$, onde $\vec{p} = -\overset{p}{\overline{qd}}\,\hat{i}$ é o momento do dipolo; (1 pto)

c) Supondo que na região existe um campo elétrico externo definido pela equação $\vec{E}_{externo} = E_x\hat{i} + E_y\hat{j}$, qual será o torque elétrico aplicado no dipolo? (1 pto)

Dados: $q = 2 \times 10^{-6}$ C $\quad d = 0{,}005$ m $\quad E_x = 100$ N/C $\quad E_y = 200$ N/C $\quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$

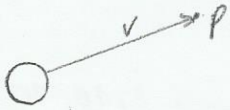
Formulário: $\quad \vec{E}_Q = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\hat{a}$ $\quad \vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$

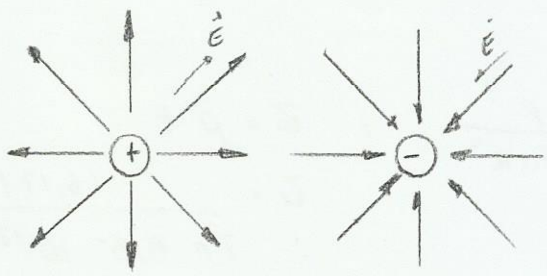
Resp: c- -2x10^{-6} k N.m

Eletrostática - Capítulos 21 e 22

Capítulo 21 - Carga elétrica e Campo elétrico

- Campo elétrico





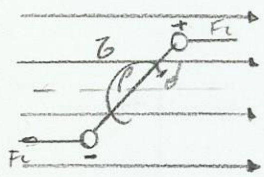
$$\vec{E}_q = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\vec{u} \qquad 9.10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$$

Nota

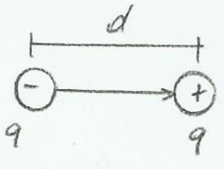
$$\lambda = \frac{Q}{L} = \frac{dQ}{dL} \qquad \sigma = \frac{Q}{A} = \frac{dQ}{dA} \qquad d\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{dQ}{r^2}\vec{u}$$

- Força elétrica

$$\vec{F}_e = q\cdot\vec{E} \qquad \text{Lei de coulomb: } F = \frac{q_1 q_2}{4\pi r^2 \varepsilon_0}$$



- Dipolo elétrico



$$\vec{p} = q\cdot\vec{d}$$

$$\vec{\tau} = \vec{p}\times E = p.E\,\mathrm{sen}\,\theta \quad [N.m$$

Energia Potencial de um dipolo

$$U = -\vec{p}\,\vec{E} \quad (J)$$

Exercícios de Provas (Capítulo 21)

1-) P3 - 1º sem 11 - noturno

$p = 6,17.10^{-30}\ C.m \quad ; x = 5.10^{-9} m$

(a)

$E = \dfrac{p}{2\pi \varepsilon_0 x^3} \quad ; \quad \tau = \vec{p}.E$

$\tau = \dfrac{(6,17.10^{-30})^2}{2\pi.8,85.10^{-12}.(5.10^{-9})^3} = 5,48.10^{-27}\ Nm$

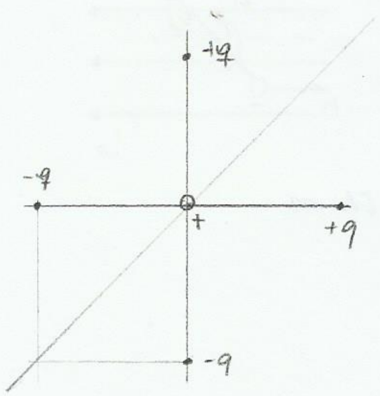
$\therefore \boxed{\tau_{ext} = -\tau = -5,48.10^{-27}\ Nm}$

(b) $U = -p.\vec{E}$

$U = -p.E.\cos\cancel{90}\,0^{\circ} = 0$

(c) Sentido horário, pois o dipolo tenderá se alinhar ao campo.

2) P1 - 1º sem 11 - noturno



(a)

$E = \dfrac{\sqrt{2}\,q}{2\pi \varepsilon_0 L^2}$

$\vec{E} = E_x + \vec{E_y}$

$E_x = \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0.L^2} + \dfrac{q}{4\pi\varepsilon_0 L^2} = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 L^2}$

$E_y = \dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 L^2}$

$E = \sqrt{\left(\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 L^2}\right)^2 + \left(\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 L^2}\right)^2}$

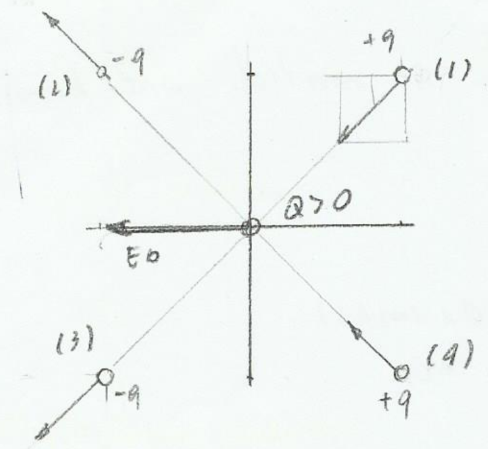
$= \sqrt{2\left(\dfrac{q}{2\pi\varepsilon_0 L^2}\right)^2} \quad \therefore \boxed{E = \dfrac{\sqrt{2}\,q}{2\pi\varepsilon_0 L^2}}$

b) $F = q.E$

$F = \dfrac{Q.q.\sqrt{2}}{2\pi\varepsilon_0 L^2}(i - j)$

$F_{quad} = \dfrac{Qq\sqrt{2}}{2\pi\varepsilon_0 L^2}[i + j]$

~~3) P1-1ºsem II diurno~~ 3) P1- 1ºsem II diurno



(a) $E = \dfrac{\sqrt{2}\,q}{2\pi\varepsilon_0 L^2} = ?$

$$E_0 = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{L^2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\left[-i-\cancel{j}\right] + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{L^2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\left[-i+\cancel{j}\right] + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{L^2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\left[-i-\cancel{j}\right] +$$

$$+\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{L^2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\left[-i+\cancel{j}\right] = \frac{\sqrt{2}\,q}{4\pi\varepsilon_0 L^2 . 2}\cdot\left[-4i\right] = \frac{-\sqrt{2}\,q}{2\pi\varepsilon_0 L^2}$$

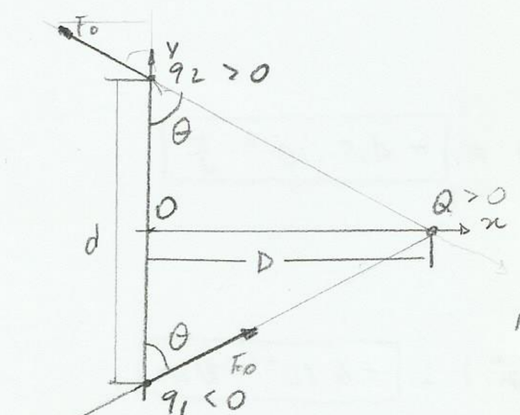
$$\vec{E} = -\vec{E_0} = \frac{\sqrt{2}\,q}{2\pi\varepsilon_0 L^2}\,i\left[\frac{C}{m}\right]$$

(b) $\vec{F} = q.\vec{E}$

$$= \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\,\frac{\sqrt{2}\,qQ}{L^2}\,\vec{i}$$

(c) Sua orientação será no mesmo sentido do campo, que é $E(-\vec{i})$

4) P1- 1ºsem-diurno



(a) $F = ?$

$F_0 = F_{Q\to q_1} = F_{Q\to q_2}$

$$\vec{F} = (\cancel{F_0 \sin\theta - F_0\sin\theta})\,i + (F_0\cos\theta + F_0\cos\theta)\,j$$

$$\vec{F} = 2F_0\cos\theta\,\vec{j}$$

$$\vec{F} = \frac{\cancel{2}.\,e.\,Q}{4\pi\varepsilon_0\left(\sqrt{(\frac{d}{2})^2+D^2}\right)^2}\cdot\frac{d/\cancel{2}}{\sqrt{(\frac{d}{2})^2+D^2}}$$

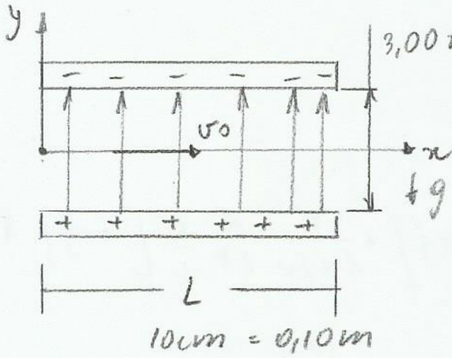
$$\vec{F} = \frac{Qed}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{1}{(D^2+d^2/4)^{3/2}}\,(\vec{j})$$

b) $\tau_{dip} = \vec{p} \cdot E = \vec{r} \times F$

$$\tau_{dip} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Qed}{(D^2 + d^2/4)^{3/2}} \vec{k}$$, gira no sentido anti horário

5) P1 - 1º sem10 - noturno

$m = 3{,}5 \cdot 10^{-18}$ kg $|q| = e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C $v_0 = 1{,}50\,\hat{i}$ (m/s)



(a) Como a partícula está em equilíbrio, temos que:

$F_{peso} + F_{ele} = 0$

$mg + qE = 0 \rightarrow mg = -qE$

O campo "E": $\vec{E} = \overset{>0}{E}\,\vec{j}$ $\vec{g} = \overset{>0}{g} \cdot (-j)$

$$q = \frac{-mg}{E} = \frac{\cancel{-}m \cdot (g(\cancel{-}j))}{E\,\vec{j}} > 0$$

(b) $$E = \frac{m \cdot g}{q} = \frac{3{,}5 \cdot 10^{-18} \cdot 9{,}8}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} \therefore \boxed{E = 214{,}4\ \frac{N}{C}}$$

6) P3 - 1º sem10 - noturno

$\vec{p} = (9{,}0 \cdot 10^{-9}\ C\,m)\,\vec{i} + (12{,}0 \cdot 10^{-10}\ (m))\,\vec{j}$ $\vec{E} = \left(5000\ \frac{N}{C}\right)\vec{i}$

a) $U = ?$

$U = -\vec{p}\,E$

$U = -(9{,}0 \cdot 10^{-9}\,\vec{i} + 12{,}0 \cdot 10^{-10}) \cdot (5000\,\hat{i}) = \boxed{-4{,}5 \cdot 10^{-6}\ J}$

i j k i j

b) $\tau = ?$

$\tau = \vec{p} \times \vec{E}$

$= (9{,}0 \cdot 10^{-9}\,\vec{i} + 12{,}0 \cdot 10^{-10}\,\vec{j}) \times (5000\,\vec{i}) = \boxed{-6 \cdot 10^{-6}\ Nm}$

c) $U = (-12 \cdot 10^{-10}\,\vec{i} + 9 \cdot 10^{-10}\,\vec{j}) \cdot 500\,\hat{i} = 6 \cdot 10^{-6}$ J

$W_{dip} = 6 \cdot 10^{-6} + 4{,}5 \cdot 10^{-6} = 10{,}5 \cdot 10^{-6}$ J

c) (Outro exercício)

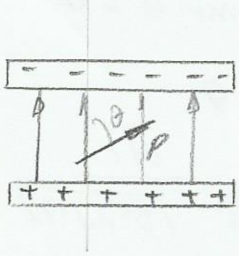
$s = \cancel{s_0}^{\to 0} + \cancel{v_0 t}^{\to 0} + \frac{1}{2} g t^2$

$0{,}0015 = \frac{1}{2} \cdot 9{,}8 \cdot t^2 \quad \therefore \quad t = 0{,}017\,s$

$s = \cancel{s_0}^{\to 0} + v_0 t$

$v_0 = \frac{0{,}1}{0{,}017} \quad \therefore \quad \boxed{v_0 = 5{,}715\ m/s}$

7) P1 - 2º sem 10 - noturno



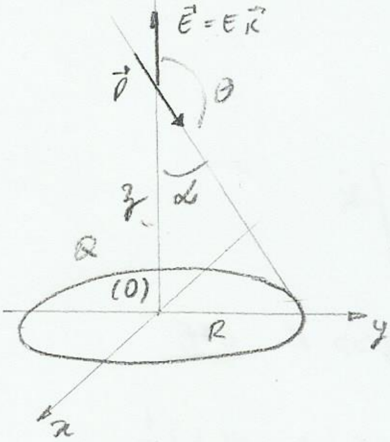
(a) $\vec{E} = +E\,\vec{j}$

(b) $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E} = p \cdot E \operatorname{sen}\theta \quad \therefore \quad +k$

(c) Deveria ser alinhado com E implicando

$\theta = 0$, com isso $\vec{\tau} \cdot \vec{p} \times \vec{E} \cdot \tau = p_j \cdot E_j \operatorname{sen} 0 = 0$

9) P1 - 2º sem 09 - diurno



(a) Sabendo que $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Qz}{(R^2+z^2)^{3/2}} \vec{k}$

Mostre $\vec{E}$ para $z \gg R$

$(1+x)^n = 1 + nx \quad$, se $x \ll 1$

$(R^2+z^2)^{3/2} = \left[z^2\left(1+\frac{R^2}{z^2}\right)\right]^{3/2}$

$= z^3 \cdot \left(1 + \cancel{\frac{3R^2}{z^2}}^{\to 0}\right)^{3/2}$

$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{Q\cancel{z}}{z^{\cancel{3}}} \quad \therefore \quad \vec{E} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 \cdot z^2} (\vec{k})$

(b) $U = -p \cdot E$ $\qquad$ Obs: $\cos\theta = -\cos(180-\theta)$

$U = -p \cdot E \cdot \cos\theta$ $\qquad \therefore \cos\theta = \frac{-z}{\sqrt{z^2+R^2}}$

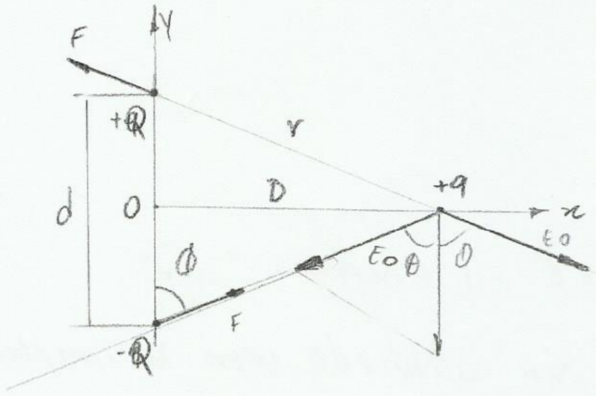
$U = -p \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{Qz}{(R^2+z^2)^{3/2}} \cdot \frac{(-z)}{\sqrt{z^2+R^2}}$

$U = \frac{(-5\cdot10^{-12}) \cdot 1\cdot10^{-6} \cdot 3 \cdot (-3)}{4\pi \cdot 8{,}85\cdot10^{-12} \cdot (4^2+3^2)^{3/2} \sqrt{3^2+4^2}} \quad \therefore \quad \boxed{U = 6{,}47 \cdot 10^{-10}\,J}$

c) O ϕ deve ser 0, pois para existir o equilíbrio estável o torque deve ser 0, e através da análise da seguinte equação, temos

$\vec{\tau} = p \times E = p \cdot E \sin\theta$, para $\tau = 0$ o θ tem que ser 0

8) P1 - 2º sem 09 - noturno e P1 - 2º sem 10 - diurno



$\vec{E} = \vec{E_x} + \vec{E_y}$

$\vec{E_x} = E_0 \sin\theta - E_0 \sin\theta = 0$

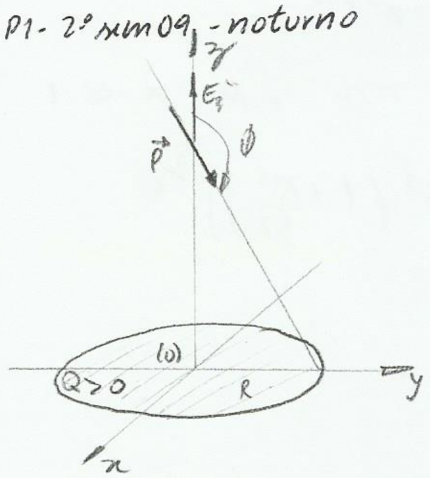
$\vec{E} = E_y = 2 E_0 \cos\theta$

$= \frac{2 \cdot Q}{4\pi\varepsilon_0 (\sqrt{D^2 + \frac{d^2}{4}})^2} \cdot \frac{d/2}{\sqrt{D^2 + d^2/4}}$

$\therefore \vec{E} = \frac{Qd}{4\pi\varepsilon_0 (D^2 + d^2/4)^{3/2}} \vec{j}$

(b) + K

10) P1 - 2º sem 09 - noturno



$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \left[1 - \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}} \right] \hat{k}$

Mostre para $z >> R$ o E

$(R^2 + z^2)^{\frac{1}{2}} = \left[z^2 \left(1 + \frac{R^2}{z^2}\right) \right]^{\frac{1}{2}}$

$= z \cdot \left(1 + \frac{R^2}{z^2}\right)^{\frac{1}{2}} =$

$\frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}} = \frac{\cancel{z}}{\cancel{z} \left(1 + \frac{R^2}{z^2}\right)^{1/2}} = \left(1 + \frac{R^2}{z^2}\right)^{-1/2} = 1 - \frac{R^2}{2z^2}$

$\vec{E} = \frac{Q/A}{2\varepsilon_0} \left[1 - \left(1 - \frac{R^2}{2z^2}\right) \right] = \frac{+Q/\pi R^2}{2\varepsilon_0} \cdot \frac{R^2}{2z^2} = \frac{+Q}{4\pi\varepsilon_0 z^2}$

Revisão do Ex:

$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}\left[1 - \frac{z}{\sqrt{R^2+z^2}}\right] \qquad \sigma = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\pi r^2}$$

para $z >> R$

$$\sqrt{R^2+z^2} = (R^2+z^2)^{\frac{1}{2}} = \left[z^2\left(1+\frac{R^2}{z^2}\right)\right]^{1/2}$$

$$= z \cdot \left(1+\frac{R^2}{z^2}\right)^{1/2}$$

$$\frac{\cancel{z}}{\cancel{z}\left(1+\frac{R^2}{z^2}\right)^{1/2}} = \left(1+\frac{R^2}{z^2}\right)^{-1/2} = 1 - \frac{R^2}{2z^2}$$

$$\vec{E} = \frac{Q/\pi r^2}{2\epsilon_0} \cdot \left[1-\left(1-\frac{R^2}{2z^2}\right)\right] = \frac{Q/\pi R^2}{2\epsilon_0} \cdot \frac{R^2}{2z^2} = \boxed{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 z^2}}$$

(b) $U = ?$

$U = \vec{p} \cdot \vec{E}$

$U = p \cdot E \cos\theta \quad ; \quad \cos\theta = -\cos(180-\theta)$

$$= -\frac{z}{\sqrt{z^2+R^2}}$$

$$U = \frac{5{,}0 \cdot 10^{-12} \cdot (1 \cdot 10^{-6}/\pi \cdot 4^2)}{2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}} \cdot \left[1 - \frac{3}{\sqrt{4^2+3^2}}\right] \cdot \frac{(-3)}{\sqrt{4^2+3^2}}$$

$$\boxed{U = 1{,}35 \cdot 10^{-9}\ J}$$

$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E} \rightarrow \tau = p E \sin\theta \quad ; \quad \sin\theta = \sin(180-\theta)$

$$\tau = p \cdot E \frac{R}{\sqrt{z^2+R^2}}$$

$$= \frac{5{,}0 \cdot 10^{-12} \cdot (1 \cdot 10^{-6}/\pi 4^2)}{2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}} \left[1 - \frac{3}{\sqrt{4^2+3^2}}\right] \frac{4}{\sqrt{4^2+3^2}}$$

$$\boxed{\tau = 1.8 \cdot 10^{-9}\ Nm}$$

(c) 180

11) P3 - 2ºsem09 - diurno

(a)

$$E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{\left(x+\frac{d}{2}\right)^2} + \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{\left(x-\frac{d}{2}\right)^2}$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{\left(x+\frac{d}{2}\right)^2} - \frac{1}{\left(x-\frac{d}{2}\right)^2}\right]\vec{i}$$

(b) $x >> d$

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\frac{1}{\left[x\left(1+\frac{d}{2x}\right)\right]^2} - \frac{1}{\left[x\left(1-\frac{d}{2x}\right)\right]^2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[x^{-2}\left(1+\frac{d}{2x}\right)^{-2} - x^{-2}\left(1-\frac{d}{2x}\right)^{-2}\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[x^{-2}\left(1-\frac{d}{x}\right) - \left(x^{-2}\left(1+\frac{d}{x}\right)\right)\right]$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0}\left[\cancel{\frac{1}{x^2}} - \frac{d}{x^3} - \cancel{\frac{1}{x^2}} - \frac{d}{x^3}\right]$$

$$= \frac{-2dq}{4\pi\varepsilon_0 x^3} \quad \therefore \quad E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{2\vec{p}}{x^3}\vec{i}$$

(c) $\vec{E} = 100\,\hat{i} + 200\,\hat{j}$

$\tau = \vec{p}\times\vec{E}$; $p = -qd = -2.10^{-6}.\,0{,}005$ $\therefore$ $p = 10^{-9}$

$\tau = -10.10^{-9}\,\hat{i} \times (100\hat{i} + 200\hat{j})$ $\therefore$ $\tau = -2.10^{-6}\,\hat{k}$ Nm

Capítulo 27-Força Magnética
Exercícios

1)P1-1°sem06-(noturno) Um elétron do feixe de um cinescópio de TV é acelerado, a partir do repouso, por uma diferença de potencial U. A seguir, ele passa em uma região onde existe um campo magnético transversal descrevendo uma circunferência de Raio R. Pedem-se:

a) a velocidade v atingida pelo elétron; (1 pto)**($2{,}3\times10^{7}$ m/s)**

b) a intensidade do campo magnético; (1 pto)**($6{,}53\times10^{-4}$ T)**

c) o tempo necessário para o elétron percorrer 1/3 da circunferência; (0,5 pto)**($1{,}83\times10^{-8}$ s)**

Dados: $m = 9{,}11\times10^{-31}$ kg $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C $U = 1500$ V $R = 0{,}2$ m

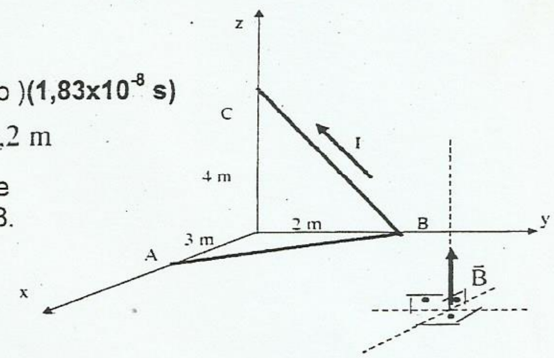
2)P1-2°sem06-(noturno) O fio ABC é percorrido por uma corrente elétrica I e está imerso em uma região com campo magnético uniforme de intensidade B.

a) a força magnética no trecho AB e no trecho BC. (2 ptos)**(6j +4i N; -4i N)**

b) a força magnética resultante no fio ABC; (1,5 ptos)**(6j N)**

Dados: I = 5 A B = 0,4 T

Formulário: $\vec{F} = I.\vec{L}\times\vec{B}$



3)P1-1°sem07-(diurno) Uma partícula de massa m e carga elétrica q situada numa distância D de uma tela contida em plano vertical é lançada com uma velocidade v horizontal no sentido da tela. Na região há um campo magnético uniforme de intensidade B, com direção paralela a tela e perpendicular a direção da velocidade da partícula. A partícula sofre um desvio de sua trajetória e choca-se no ponto P da tela. Pedem-se:

a) indicar na figura o sentido do campo magnético; (0,5 pto)**(X)**

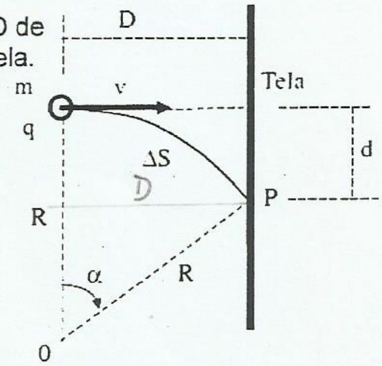
b) o desvio d; (1,5 ptos)**(0,08m)**

c) o intervalo de tempo entre o lançamento até o choque; (1 pto)**(4s)**

d) o novo desvio d* se a carga elétrica da partícula fosse q* = 0,4.q. (0,5 pto)**(0,032m)**

Dados: $B = 0{,}4$ T $q = -6{,}25\times10^{-4}$ C $m = 50\times10^{-3}$ kg $v = 2$ m/s $D = 8$ m

Formulário: $F_{mag.} = q.v.B$ $F_{resultante} = m.a$ $a = v^2/R$



4)P1-1°sem08-(noturno) Uma espira retangular de 5cm X 9cm está imersa num campo magnético de intensidade 0,2T de direção perpendicular à normal a superfície da espira. A corrente que percorre a espira é de 6A. Determine:

Formulário: $\vec{\mu} = IAN\vec{n}$, $\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$

a) o momento magnético da espira(1pto) **(0,027 Am^2)**

b) o torque na espira(1pto)**(0,0054N.m)**

c) o torque máximo que pode ser obtido sobre uma espira de mesmo perímetro e conduzindo a mesma corrente.(Lembre-se que a máxima área para um mesmo perímetro é a área do círculo) (1,5ptos)**(0,00749Nm)**

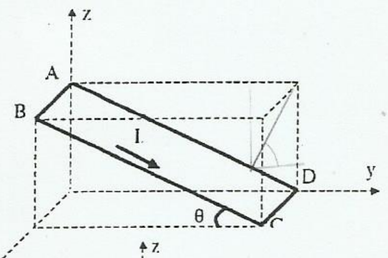
5)P1-2°sem05-(diurno)A espira retangular, percorrida por uma corrente elétrica I, está imersa em uma região com campo magnético *B*. O plano da espira está inclinado de um ângulo θ com o plano horizontal. Determinar:

a) o vetor momento magnético μ da espira;(1,5 ptos)**(6j+10,4k)**

b) o vetor torque magnético τ que atua na espira; (1 pto) **(3i+8,32j-4,8k)**

c) a força magnética sobre o lado BC da espira. (1 pto)**(1,3i-1,2j-2,1k)**

Dados: a = AB= 4 m b = BC = 6 m I = 0,5 A **B = 0,8i + 0,5K T** θ =30°



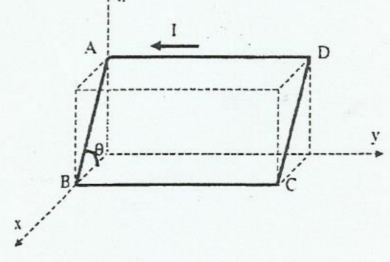
6)P1-2°sem05-(noturno)A espira retangular, percorrida por uma corrente elétrica I, está imersa em uma região com campo magnético *B*. O plano da espira está inclinado de um ângulo θ com o plano horizontal. Determinar:

a) o vetor momento magnético μ da espira;(1,5 ptos)**(24i+41,2k)**

b) o vetor torque magnético τ que atua na espira; (1 pto) **(33i+20,6j-19,2k)**

c) a força magnética sobre o lado CD da espira. (1 pto)**(1,6i+1j+2,8k)**

Dados: a = AB= 8 m b = BC = 12 m I = 0,5 A **B = 0,5i - 0,8j T** θ =30°



7)P1-1°sem09-(noturno) A espira retangular ABCD indicada abaixo possui massa m e esta articulada em torno do lado AB por meio de um eixo sem atrito. A corrente elétrica que circula no fio é Í, no sentido indicado. A espira é imersa em um campo magnético de Intensidade B e direção paralela ao eixo y no sentido negativo. O campo de gravidade local é paralelo ao eixo z no sentido negativo com intensidade g. A espira está em equilíbrio. Pedem-se:

a) o vetor força magnética que atua no lado CD da espira; (1 pto)**(4,8K N)**

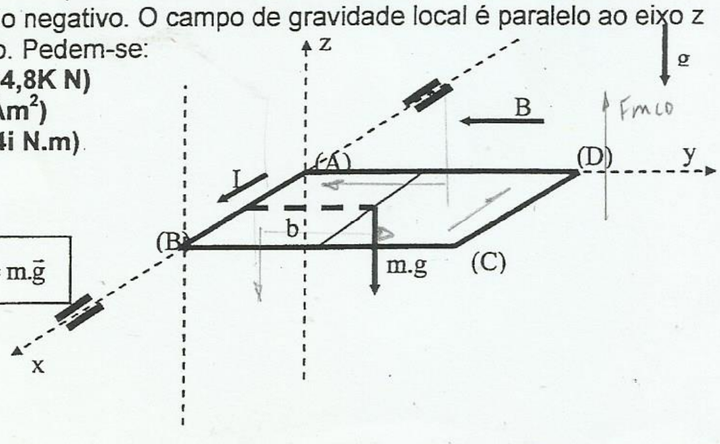
b) o vetor momento de dipolo magnético da espira; (1 pto)**(192K Am^2)**

c) o vetor torque magnético que atua sobre a espira; (0,5 pto)**(38,4i N.m)**

d) a massa da espira. (1 pto)**(0,96Kg)**

Dados: AB = 4 m BC = 8 m I = 6 A B = 0,2 T g = 10 m/s^2

Formulário: $\vec{F} = I.\vec{L}\times\vec{B}$ $\vec{\mu} = I.A.\vec{u}$ $\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$ $\vec{\tau} = \vec{r}\times\vec{F}$ $\vec{P} = m.\vec{g}$



8)P1-2°sem09-(diurno)

3- Uma espira retangular é percorrida pela corrente elétrica I e está imersa em um campo magnético uniforme e estacionário de intensidade B cuja direção forma com o plano da espira um ângulo θ. Para a posição ilustrada, pedem-se:

a) o momento de dipolo magnético $\vec{\mu}$ da espira; (0,5 pto)

b) o torque magnético $\vec{\tau}$ aplicado na espira pelo campo magnético; (1 pto)

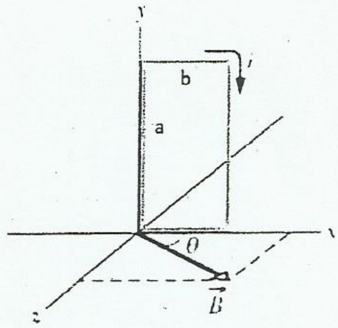
c) a energia potencial U da espira; (0,5 pto)

d) a direção do momento de dipolo magnético $\vec{\mu}$ que permitiria o equilíbrio instável da espira. Justificar a resposta. (1 pto)

Formulário: $\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$ $\quad U = -\vec{\mu}.\vec{B}$ $\quad \vec{\mu} = I.A.\vec{n}$

Dados: I = 0,05 A B = 0,2 T a = 4 m b = 3 m θ = 30°

Resp: a)-0,6k A.m^2 b)-0,104j N.m c)0,06J d) paralelo a B

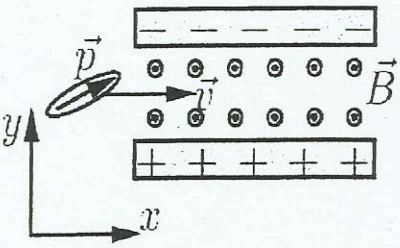


9)P1-2°sem09-(diurno)

1- Um colega seu decide criar um seletor de orientação para um dipolo elétrico de momento de dipolo $\vec{p}$, composto por uma carga positiva $+q = 1{,}60 \times 10^{-19}$C e por uma carga negativa $-q = -1{,}60 \times 10^{-19}$C separadas por uma distância $d = 2{,}25 \times 10^{-9}$ m. O dipolo elétrico, com velocidade $\vec{v}$ é lançado entre duas placas paralelas muito grandes de densidade de carga $+\sigma = 3{,}50 \times 10^{-9}$C/m² e $-\sigma = -3{,}50 \times 10^{-9}$ C/m². Nesta região, aplica-se, também, um campo magnético uniforme $\vec{B} = (0{,}05\text{T})\hat{k}$, como mostra a figura.

Dado: $\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}$ F/m

Formulário: $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$, $\vec{\tau}_{\text{elétrico}} = \vec{p} \times \vec{E}$, $E = \sigma/\varepsilon_0$ $\quad \vec{p} = q.\vec{d}$



a) Mostre que o torque sobre o dipolo, em relação a seu centro, é dado por $\vec{\tau} = p(E - vB)\,\text{sen}\theta\,\hat{k}$ em que θ é o ângulo entre o sentido positivo do eixo Oy e o momento de dipolo $\vec{p}$. (1 pto)

b) Para qual velocidade v a orientação do dipolo elétrico não é alterada pela ação dos campos elétrico e magnético? (0,5 pto)

Resp: b- 7910m/s

BASE+ Cursinho da Engenharia

10)P3-1°sem10-(diurno)

3- Um dipolo magnético de momento magnético $\vec{\mu} = (9{,}0\hat{\imath} + 12{,}0\hat{\jmath})\,Am^2$ é submetido a um campo magnético $\vec{B} = 0{,}4\,\hat{\imath}\,T$.

a) Qual é a energia potencial do dipolo magnético; (0,5 pto)

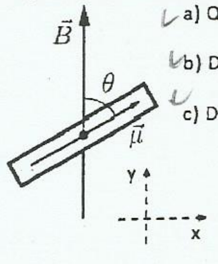
b) Qual é e o torque que atua sobre ele? (0,5 pto)

c) Se um agente externo faz girar o dipolo até que o momento magnético seja $\vec{\mu}^* = (-12\hat{\imath} + 9{,}0\hat{\jmath})\,Am^2$, qual é a energia potencial nessa posição? (0,5 pto). E o trabalho realizado pelo agente externo? (1 pto)

Resp: a) -3,6J b)4,8k N.m c)4,8J e 8,4 J

11)P1-1°sem10-(diurno)

2. A agulha de uma bússola é uma barra imantada de massa $m = 50{,}0$ mg, comprimento $L = 3{,}00$ cm e momento de inércia $I = mL^2/12$ que pode girar em torno de seu centro. Inicialmente, o momento de dipolo magnético da agulha forma um ângulo $\theta = 50{,}0°$ com o campo magnético local da Terra de magnitude $B = 35{,}0\,\mu$T, como mostra a figura. Assim que a agulha é liberada para girar, atua na mesma um torque magnético de intensidade $\tau = 58\,\mu Nm$, que resulta em uma aceleração angular α.



a) Qual é o sentido de rotação da agulha? Justifique. (0,5 pt.)

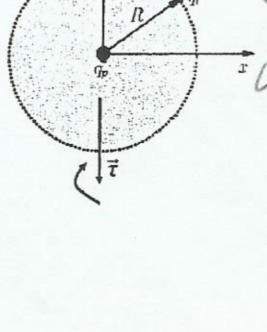
b) Determine a energia potencial magnética U da agulha, quando liberada. (0,5 pt.)

c) Determine a aceleração angular $\vec{\alpha}$. Pode ser útil saber que $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$. (0,5 pt.)

Resp: a) anti horário b)-28,6x10^{-6} J c)1,55x10^{4}k rad/s^2

12)P1-1°sem10-(noturno)

3. No estado de menor energia do modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, um elétron de carga elétrica $q_e = -e = -1{,}60 \times 10^{-19}$ C e massa $m_e = 9{,}11 \times 10^{-31}$ kg se move em uma órbita circular de raio $R = 52{,}9$ pm com velocidade escalar $v = 2{,}19 \times 10^6$ m/s no plano xy, como mostra a figura.



a) Mostre que o movimento do elétron é equivalente a uma corrente elétrica de magnitude $I = 1{,}05$ mA. (0,5 pt.)

b) Calcule o momento de dipolo magnético $\vec{\mu}$ associado ao movimento orbital do elétron. (1,0 pt.)

c) Se um campo magnético uniforme $\vec{B} = B\hat{\imath}$ de magnitude $B = 0{,}500$ T fosse aplicado sobre o átomo de hidrogênio, a órbita do elétron giraria em torno de qual eixo? Explique. (1,0 pt.)

Resp: a)1,05mA b)-9,27x10^{-24} K A.m^2 c) torque = -4,63x10^{-24}j N.m portanto, ao redor do eixo y

13)P1-2°sem10-(diurno)

3. A espira retangular ABCD é percorrida por uma corrente elétrica I, e está imersa em uma região de campo magnético uniforme de intensidade B. A espira pode girar em torno do lado CD. Supondo que a espira seja abandonada na posição ilustrada, pedem-se:

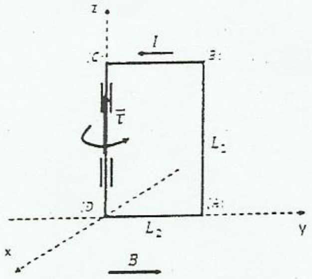
a) as forças magnéticas $\vec{F}_{AB}$ e $\vec{F}_{BC}$, que atuam nos lados AB e BC da espira respectivamente; (1 pto)

b) o torque magnético $\vec{\tau}$ que atua sobre a espira; (1 pto)

c) o sentido da rotação da espira. Explique. (0,5 pto)

Dados: $L_1 = 0{,}3$ m $L_2 = 0{,}2$ m $I = 1{,}25$ A $\vec{B} = 0{,}5\hat{j}$ T

Formulário: $\vec{F} = I.\vec{L}\times\vec{B}$ $\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$ $U = -\vec{\mu}\cdot\vec{B}$ $\vec{\mu} = IA\hat{n}$



Resp: a) -0,1875i(N) e 0 b)0,0375k N.m c)vista por z, no sentido anti-horário

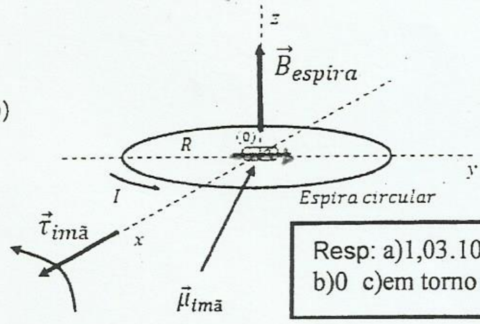
14)P3-2°sem10-(noturno)

4. No centro de uma espira circular de raio R, mantida fixa e percorrida por uma corrente elétrica I, há um ímã, de dipolo magnético $\vec{\mu}_{imã}$. Ignore a ação do campo de gravidade.

a) Calcular o torque magnético sobre o imã. (1 pto)
b) Determinar a energia potencial do dipolo. (0,5 pto)
c) Em torno de qual eixo girará o imã, se for liberado? Justificar a resposta. (0,5 pto)
d) Qual é a posição em que o ímã estará em equilíbrio estável? (0,5 pto)

Dados: $R = 0{,}5\,m$ $I = 10\,A$ $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,\frac{T.m}{A}$ $\vec{\mu}_{imã} = 0{,}82\,\hat{j}\,(Am^2)$

Formulário: $\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$ $\vec{B}_{\text{anel (centro)}} = \mu_0\frac{I}{2R}\hat{k}$ $U = -\vec{\mu}.\vec{B}$



Resp: a)$1{,}03.10^{-5}$ i N.m b)0 c)em torno de x d) +k

15)P1-1°sem11-(noturno)

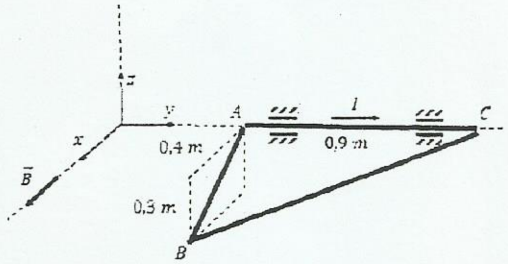
4. A espira triangular ABC, percorrida pela corrente elétrica I, está imersa em uma região onde existe um campo magnético $\vec{B}$. A espira pode girar em torno do lado AC. Para a posição ilustrada, pedem-se:

a) a força magnética no lado BC da espira. (1 pto)
b) mostrar que o momento de dipolo magnético da espira vale $\vec{\mu} = -0{,}27\hat{\imath} - 0{,}36\hat{k}\,(Am^2)$; (1 pto)
c) a energia potencial da espira no campo magnético; (0,5 pto)

Dados: $I = 2\,A$ $B = 0{,}5\,T$

Formulário: $\vec{F} = I\vec{L}\times\vec{B}$ $\vec{\mu} = IA\hat{n}$ $\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$ $U = -\vec{\mu}.\vec{B}$

Resp:
a) 0,54K – 0,3j (N)
c)-0,135 J



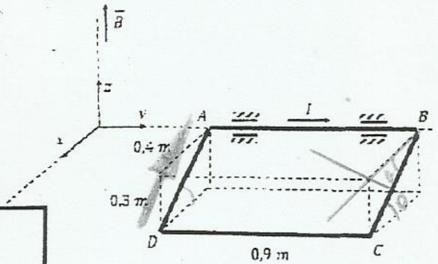
16)P1-1°sem11-(diurno)

4. A espira retangular ABCD, percorrida pela corrente elétrica I, está imersa em uma região onde existe um campo magnético $\vec{B}$. A espira pode girar em torno do lado AB. Não considerar a ação do campo de gravidade local. Para a posição ilustrada, pedem-se:

a) a força magnética no lado DA da espira. (0,5 pto)
b) mostrar que o momento de dipolo magnético da espira vale $\vec{\mu} = -0{,}54\hat{\imath} - 0{,}72\hat{k}\,(Am^2)$; (1 pto)
c) o torque magnético que atua sobre a espira; (0,5 pto)
d) o sentido de movimento do vértice D da espira, supondo que a mesma seja <u>liberada</u> na posição ilustrada. (0,5 pto)

Dados: $I = 2\,A$ $B = 0{,}5\,T$

Formulário: $\vec{F} = I\vec{L}\times\vec{B}$ $\vec{\mu} = IA\hat{n}$ $\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$ $U = -\vec{\mu}.\vec{B}$



Resp:
a) 0,4j (N) c)0,27 J(N.m)
d) olhando de +j no sentido ~~horário~~ ANTI-horário

17)P3-1°sem11-(diurno)

1. Duas placas condutoras, de comprimento L e separadas por uma distância d, estão carregadas com cargas de mesmo módulo mas com sinais contrários. Na região entre as placas também existe um campo magnético de intensidade B. Sabe-se que uma carga elétrica q, quando lançada com velocidade v como mostra a figura abaixo, passa pela região sem sofrer desvios em sua trajetória.

a) Determinar o módulo, a direção e o sentido do campo elétrico na região. (1 pto)
b) Numa situação em que a carga q é lançada da origem do sistema de eixos em $t = 0$ s e que o campo magnético é desligado $t = 0{,}002\,s$ após seu lançamento, represente a trajetória da carga na figura abaixo; (0,5 pto)
c) Na situação descrita no item anterior, determinar a distância d supondo que a carga elétrica passaria pelo ponto de coordenadas $(x,y) = (L, \pm\frac{d}{2})$. (1 pto)

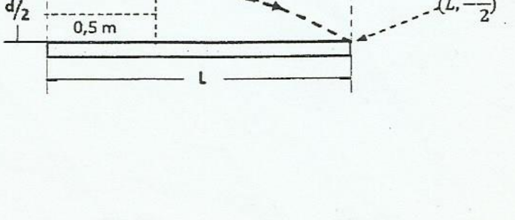
$v = 250\ m/s$

$B = 2\ T$

$L = 1{,}75\ m$

$m = 1.10^{-3}\ Kg$

$q = -0{,}144\ C$



Resp:
a) 500j (V/m) c)1,8m

Campo magnético e Força magnética

Força magnética: - sobre condutores $F_{mag} = I\vec{L} \wedge \vec{B} = ILB \sin\theta$

- sobre cargas $F_{mag} = qV \wedge B = qVB \sin\theta$

Momento de Dipolo magnético: $\vec{\mu} = N.I.A\,\hat{n}$ (Am^2)

Torque magnético: $\tau = \vec{\mu} \times B$ (Nm)

Energia Potencial $U = -\mu \vec{B}$

↳ equilíbrio $\begin{cases} \text{estável: } \theta = 0 \quad \mu \text{ e } \vec{B} \text{ alinhados} \\ \text{instável: } \theta = 180 \quad \mu \text{ e } \vec{B} \text{ sentidos contrários} \end{cases}$

Movimento circular $F = qvB\sin\theta$

$$F = ma = \frac{mv^2}{R}$$

$$q\cancel{v}B\sin\theta = \frac{mv^{\cancel{2}}}{R} \quad \therefore \quad R = \frac{mv}{qB}$$

Lei de Ampere

$$\oint \vec{B}\, d\vec{l} = \mu_0 I_{nt} \qquad B.2\pi r = \mu_0 I$$

$$B \oint dl = \mu_0 I_{nt} \qquad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$BL = \mu_0 I_{nt}$$

Campo magnético produzido por cargas

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{q\vec{v} \wedge \hat{r}}{r^2}$$

1) P1 - 1º sem06 - (noturno)

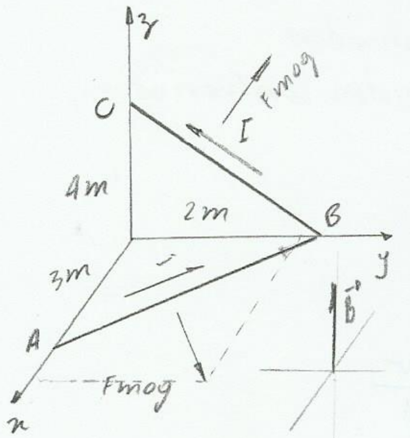
Dados: $m = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg $\quad e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C $\quad U = 1500$ V $\quad R = 0{,}2$ m

$$F_{mag} = q\vec{v} \times B = \frac{mv^2}{R} \rightarrow qB = \frac{mv}{R} \rightarrow v = \frac{qBR}{m}$$

2) P1 - 2º sem06 - noturno

Dados: $I = 5$ A $\quad B = 0{,}4$ T

$$\overset{+}{\overrightarrow{i\ j\ k\ i\ j}}$$



(a)

$$F_{mag} = I\vec{L} \times \vec{B}$$
$$= ILB \sin\theta$$
$$= 5 \cdot \sqrt{3^2 + 2^2} \cdot 0{,}4 \sin 90$$
$$\therefore \boxed{F_{mag} = 7{,}21 \text{ N}} \quad (AB)$$

ou

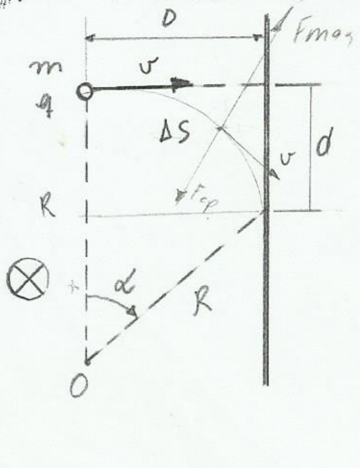
$$F_{mag} = 5 \cdot (-3\vec{i} + 2\vec{j}) \wedge (0{,}4k)$$
$$= 5 \cdot (1{,}2\vec{j} + 0{,}8\vec{i}) \quad \therefore \boxed{\vec{F}_{mag} = 4\vec{i} + 6\vec{j}} \quad (AB)$$

No trecho BC

$$\vec{F}_{mag} = I\vec{L} \times \vec{B}$$
$$= 5(-2\vec{j} + 4\vec{k}) \wedge (0{,}4\vec{k}) \quad \therefore \boxed{\vec{F}_{mag} = -4\vec{i}\ (N)} \quad (BC)$$

(b) $\quad F_{resultante} = 4i + 6\vec{j} - 4i \quad \therefore \boxed{F_r = 6j\ (N)}$

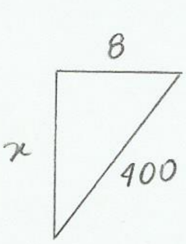
3) P1 - 1º sem07 - (diurno)



Dados: $B = 0{,}4$ T $\quad q = -6{,}25 \cdot 10^{-4}$ C $\quad m = 50 \cdot 10^{3}$ kg

$v = 2$ m/s $\quad D = 8$ m

$$\frac{mv^2}{R} = q\vec{v}B \rightarrow R = \frac{mv}{qB} = \frac{50 \cdot 10^{-3} \cdot 2}{6{,}25 \cdot 10^{-4} \cdot 0{,}4} = 400$$



$\therefore x = 399{,}92 \quad \therefore d = 400 - 399{,}92$

$\therefore \boxed{d = 0{,}08 \text{ m}}$

(c)

$\sin\alpha = \frac{D}{R} \Rightarrow \alpha = \arcsin\left(\frac{8}{400}\right) \therefore \alpha = 0{,}02\,rad$

$\alpha = \frac{comp}{raio} \therefore \Delta s = 8$

$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} \therefore \Delta t = \frac{8}{2} = 4 \Rightarrow \boxed{t = 4s}$

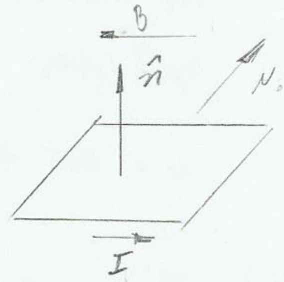
(d)

Caso $q^* = 0{,}4\,q \therefore q^* = 2{,}6.10^{-4}$

$R = \frac{50.10^{-3}.2}{2{,}6.10^{-4}.0{,}4} \therefore R = 961{,}54$

$d = 961{,}54 - \sqrt{961{,}54^2 - 8^2} \therefore \boxed{d = 0{,}033\,m}$

4) P1 - 1ºsem08 - (noturno)



(a) espira retangular: 0,05 × 0,09 (m)

B = 0,2T I = 6A

$\vec{\mu} = IAN\hat{n} = 6.0{,}05.0{,}09.1.\sin 90 \therefore \mu_0$

$\boxed{\therefore \mu = 0{,}027\,Am^2}$

(b) $\tau = \mu_0 \times B$

$= 0{,}027.0{,}2 \therefore \boxed{\tau = 0{,}0054\,Nm}$

(c) $\tau = \mu \times B = \mu.B \sin \overset{1}{90}$

$\tau = IANB$

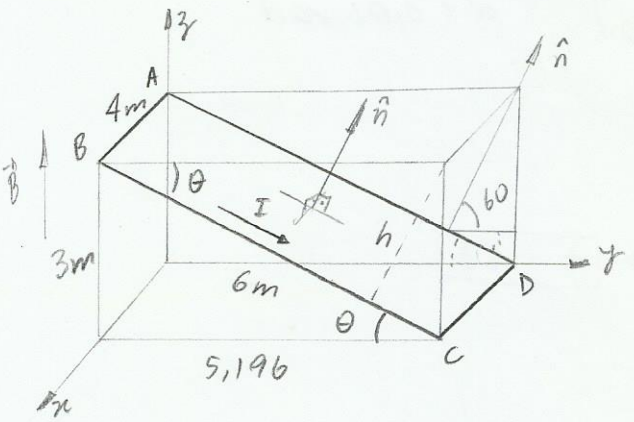
$\tau = 6 . 6{,}23.10^{-3} . 0{,}2$

$\boxed{\therefore \tau = 0{,}0075\,Nm}$

$A_{max} = \pi R^2 = \pi\, 0{,}044^2 = 6{,}23.10^{-3}$

$Perim = 2\pi r = 0{,}28 \therefore r = 0{,}045$

5) P1- 2ºMMO5 - (diurno)



Dados: $a = AB = 4m$ $\theta = 30°$

$b = BC = 6m$

$I = 0{,}5A$

$B = 0{,}8\vec{i} + 0{,}5\vec{k}$ (T)

(a) $\vec{\mu} = IAN\hat{n}$

$= 0{,}5 . 4 . 6 . (0{,}866\,\vec{j} + 0{,}5\vec{k})$

$\boxed{\vec{\mu} = 10{,}4\vec{j} + 6\vec{k}}$

$$\hat{n} = \frac{5{,}196\vec{j} + 3\vec{k}}{\sqrt{5{,}196^2 + 3^2}} \Rightarrow \hat{n} = 0{,}866\vec{j} + 0{,}5\vec{k}$$

$$\hat{n} = \frac{1{,}299\vec{j} + 2{,}25\vec{k}}{\sqrt{1{,}299^2 + 2{,}25^2}} \Rightarrow \hat{n} = 0{,}5\vec{j} + 0{,}866\vec{k}$$

$h = 5{,}196 \operatorname{sen} 30 = 2{,}598$

$h_y = 1{,}299$ $h_z = 2{,}25$

$\mu = 0{,}5 . 4 . 6 (0{,}5\vec{j} + 0{,}866\vec{k}) = \boxed{6\vec{j} + 10{,}4\vec{k}}$

$\overset{+}{\overrightarrow{ijkij}}$

(b) $\tau = \mu \times B$

$\tau = (6\vec{j} + 10{,}4\vec{k}) \times (0{,}8\vec{i} + 0{,}5\vec{k})$

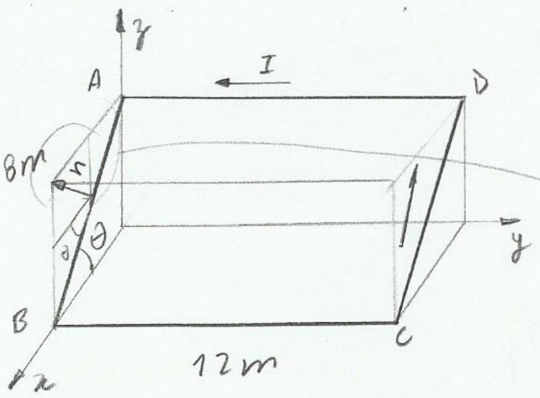
$\tau = -4{,}8\vec{k} + 3\vec{i} + 8{,}32\vec{j}$ $\therefore$ $\boxed{\vec{\tau} = 3\vec{i} + 8{,}32\vec{j} - 4{,}8\vec{k}}$

(c) $F_{mag} = IL \times B$

$= 0{,}5\,[(5{,}196\vec{j} - 3\vec{k}) \times (0{,}8\vec{i} + 0{,}5\vec{k})]$

$= -2{,}08\vec{k} + 1{,}3\vec{i} - 1{,}2\vec{j}$ $\therefore$ $\boxed{F_{mag} = 1{,}3\vec{i} - 1{,}2\vec{j} - 2{,}08\vec{k}\ (N)}$

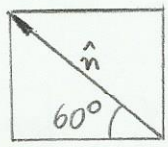
6) P1-2°sem05-(noturno)



Dados: $I = 0{,}5\ A$

$B = 0{,}5\vec{i} - 0{,}8\vec{j}\ T$

$\theta = 30^\circ$



$\hat{n} = (\cos 60\,\vec{i} + \operatorname{sen} 60\,\vec{k})$

(a) $\vec{\mu} = 0{,}5 \cdot 8 \cdot 12 \cdot (\cos 60\,\vec{i} + \operatorname{sen} 60\,\vec{k})$

$$\boxed{\vec{\mu} = 24\vec{i} + 41{,}2\vec{k}\ (Am^2)}$$

(b) $\tau = \mu \times B$

$\vec{\tau} = (24\vec{i} + 41{,}2\vec{k}) \times (0{,}5\vec{i} - 0{,}8\vec{j})$

$$\vec{\tau} = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 24 & 0 & 41{,}2 \\ 0{,}5 & -0{,}8 & 0 \end{vmatrix} = \boxed{33\vec{i} + 20{,}6\vec{j} - 19{,}2\vec{k}}$$

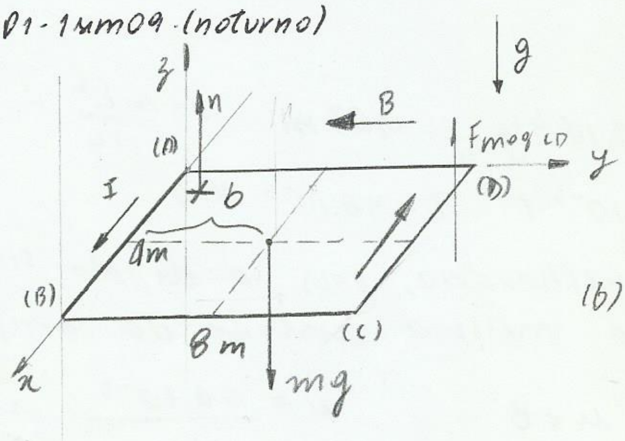
(c) $F_{mag} = IL \times B$

$= 0{,}5 \cdot (-6{,}93\vec{i} + 4\vec{k}) \times (0{,}5\vec{i} - 0{,}8\vec{j})$

$$L \times B = \begin{vmatrix} i & j & k \\ -6{,}93 & 0 & 4 \\ 0{,}5 & -0{,}8 & 0 \end{vmatrix} = 3{,}2\vec{i} + 2\vec{j} + 5{,}544\vec{k}$$

$$\boxed{F_{mag} = 1{,}6\vec{i} + \vec{j} + 2{,}78\vec{k}\ \ (N)}$$

7) P1-1sem09-(noturno)



Dados: $I = 6\ A$ $\quad B = 0{,}2\ T$

(a) $F_{mag} = IL \times B$

$= 6(-4\vec{i} \times -0{,}2\vec{j})$

$$\boxed{= 4{,}8\vec{k}\ N}$$

(b) $\mu = I \cdot A \cdot \hat{n}$

$\mu = 6 \cdot 4 \cdot 8 \cdot k \quad \boxed{\mu = 192\,k\ N}$

(c) $\tau = \mu \times B$

$= 192\,k \times 0{,}2\,(j) = \boxed{38{,}4\,\vec{i}\ Nm}$

(d) $\tau_{mag} = \tau_{peso}$

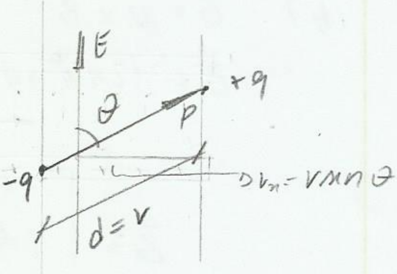
$36{,}4 = mg.d$

$\therefore m = \dfrac{38{,}4}{4.10}$ $\boxed{m = 0{,}96\ kg}$

9) (P1-2º sem 09)

$q = 1{,}60.10^{-19}\ C$ $d = 2{,}25.10^{-9} m$ $\sigma = 3{,}50.10^{-9}$ $\vec{B} = 0{,}05T\,(\vec{k})$

(a) $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$



$= \vec{r} \times (q\,(E\vec{j} + v\vec{i} \times B\vec{k}))$

$= \vec{r} \times [q\,(E - vB)\vec{j})$

$= rq\,(E - vB)\,sen\,\theta\,\vec{k}$

$= p\,(E - vB)\,sen\,\theta\,\vec{k}$

$\therefore \tau = p\,(E - vB)\,sen\,\theta$

(b) A orientação do dipolo não é alterada, quando o $\tau = 0$ $\therefore$ temos:

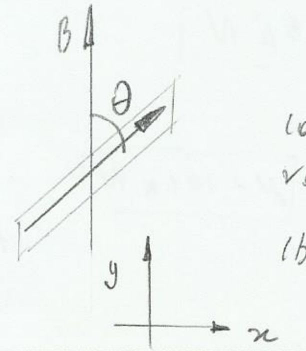
$\tau = 0$

$0 = r\,(E - vB)\,sen\,\theta$ $\therefore v = \dfrac{E}{B}$

$v = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0 B} = \dfrac{3{,}50.10^{-9}}{8{,}85.10^{-12}.0{,}05}$ $\boxed{\therefore v = 7910\ m/s}$

11) P1-1º sem 10 - diurno

$m = 50{,}0\,mg = 50.10^{-6} kg$ $L = 0{,}03m$ $I = \dfrac{mL^2}{12}$



$\theta_0 = 50°$ $B = 35.10^{-6}\ T$ $\tau = 58.10^{-6}\ Nm$

(a) Sentido antihorário, pois o dipolo tenderá sempre ao mesmo sentido do campo

(b) $U = ?$ $\tau = \mu \times B$ $\mu = \dfrac{58.10^{-6}}{35.10^{-6}\,sen\,50}$ $\therefore \mu = 2{,}16$

$\tau = \mu.B.sen\,\theta$

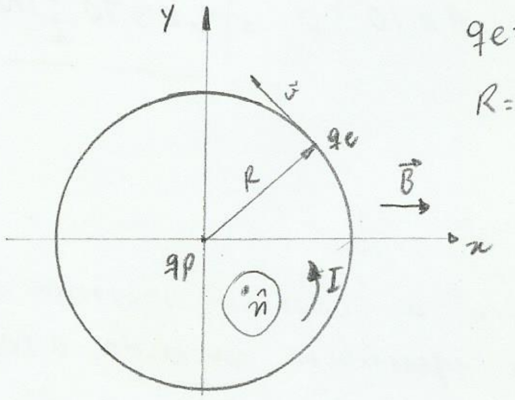
$\vec{U} = -\vec{\mu} \cdot \vec{B}$

$U = -\mu \cdot B \cos\theta = -2{,}16 \cdot 35 \cdot 10^{-6} \cos 50 \quad \therefore U = -48{,}67 \cdot 10^{-6}\, J$

c) $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$

$58 \cdot 10^{-6} = \dfrac{50 \cdot 10^{-6} \cdot (3 \cdot 10^{-2})^2}{12} \cdot \alpha \quad \therefore \boxed{\alpha = 1{,}55 \cdot 10^4 \dfrac{rad}{s^2}}$

12-) P1 - 1º sem 10 - (noturno)



$q_e = -e = -1{,}60 \cdot 10^{-19} \quad m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}\, kg$

$R = 52{,}9\, pm = 52{,}9 \cdot 10^{-12}\, m \quad v = 2{,}19 \cdot 10^6\, m/s$

a) $I = ?$

$v = \dfrac{\Delta S}{T} = \dfrac{2\pi r}{T} \qquad I = \dfrac{Q}{T}$

$T = \dfrac{2\pi R}{v} = \dfrac{Q}{I} \quad \therefore \quad I = \dfrac{qv}{2\pi R} = \dfrac{1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 2{,}19 \cdot 10^6}{2\pi \cdot 52{,}9 \cdot 10^{-12}} = 1{,}05 \cdot 10^{-3}\, A$

$F_{mag} = IL\cancel{B} = qv\cancel{B}$

$I = \dfrac{qv}{2\pi r} = \boxed{1{,}05 \cdot 10^{-3}\, A}$

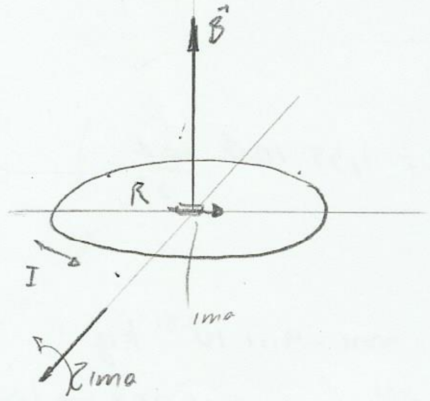
(b) $\vec{\mu} = NIA$

$\mu = 1{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot \pi \cdot (52{,}9 \cdot 10^{-12})^2 \quad \therefore \boxed{\mu = 9{,}27 \cdot 10^{-24}\, \hat{k}\, Am^2}$

(c) $\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B}$

$= \mu \cdot B \cdot (\hat{k} \times \hat{i}) = \mu \cdot B\,(-\hat{j}) \quad \therefore$ Sentido horário, ao redor do eixo y

14) P3-2ºsem10- (noturno)



Dados: $R = 0{,}5\,m$ $\quad I = 10\,A$ $\quad \mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,\frac{Tm}{A}$

$\vec{\mu} = 0{,}82\,\vec{j}\,(Am^2)$

$$\vec{B} = \frac{4\pi.10^{-7}.10}{2.0{,}5} = 4\pi.10^{-6}\,\vec{k}$$

$$\vec{\tau} = 0{,}82\,\vec{j}\cdot 4\pi.10^{-6}\,\vec{k} = \boxed{1{,}03.10^{-5}\,\vec{i}\,(Nm)}$$

b) $U = -\vec{\mu}.\vec{B} = -\mu.B.\cos\theta$

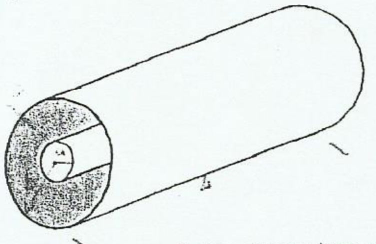
$= -0{,}82\,j \cdot 4\pi.10^{-6}\,k = 0$

c) e d) Em torno do eixo x, pois tenderá a estar na mesma direção do $\vec{B}$. Portanto ele estará em equilíbrio quando o torque for 0, e etc.

Exercícios Provas- Capítulo 22

1) P1- 1°sem10 –diurno

4.Um cilindro condutor de raio $a = 2{,}50$ cm e comprimento $L = 1{,}50$ m está eletrizado com carga $Q = 45{,}0\ \mu C$ e envolto por uma casca cilíndrica coaxial, condutora e eletricamente neutra de raio externo $b = 4{,}50$ cm, espessura $\delta = 0{,}20$ mm e comprimento $L = 1{,}50$ m, como mostra a figura.



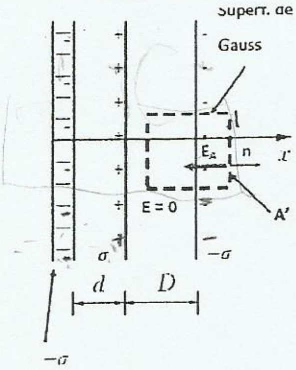
a) Calcule a densidade superficial de carga na face externa da casca cilíndrica. (1,0 pt.)

b) Determine o módulo do campo elétrico a uma distância $r = 5{,}00$ cm do eixo do cilindro. Indique claramente, na figura, a superfície gaussiana e os vetores normais usados no cálculo bem como todos os vetores campo elétrico necessários. (1,0 pt.)

Resp:
a)$1{,}06 \times 10^{-4}$ C/m^2
b)$1{,}08 \times 10^{7}$ N/C

2) P1- 1°sem10 –noturno

4. Uma chapa isolante muito fina de área $A = 1{,}50\ m^2$ está separada por uma distância $d = 1{,}00$ mm de um bloco metálico de espessura $D = 2{,}50$ mm. A chapa está eletrizada com carga total $Q = -25{,}0\ \mu C$ e o bloco é eletricamente neutro.



a) Calcule a densidade de carga elétrica σ em cada superfície vertical do bloco metálico. (1,0 pt.)

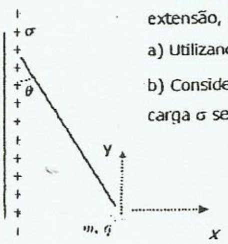
b) Determine o campo elétrico $\vec{E}$ no ponto A da figura. Indique claramente, na figura, a superfícies gaussianas e os vetores normais usados no cálculo bem como todos os vetores campo elétrico necessários. (1,0 pt.)

x

Resp:
a)$16{,}7 \times 10^{-6}$ C/m^2
b) E=$-1{,}89 \times 10^{6}$ N/C

3) P3- 1°sem10 –diurno

1- Na figura ao lado, uma pequena esfera não-condutora de massa m e carga q_o (distribuída uniformemente em todo volume) está pendurada em um fio isolante que faz um ângulo θ com uma placa vertical de grande extensão, não-condutora, uniformemente carregada com a densidade superficial σ.



a) Utilizando a Lei de Gauss, mostre que $\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{n}$, sendo $\vec{n}$ um vetor unitário normal à placa; (1,0 pto)

b) Considerando a força gravitacional a que a esfera está submetida, calcule a densidade superficial de carga σ se $\theta = 30{,}0°$, $m = 1{,}00$ g e $q_o = 40{,}0$ nC. Adotar $g = 10\ m/s^2$. (1,5 ptos)

Resp:
b)$2{,}5 \times 10^{-6}$ C/m^2

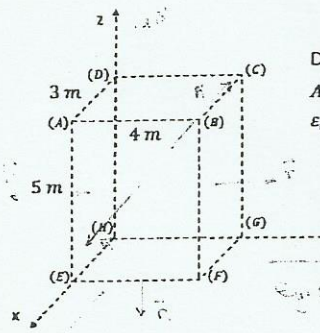
4) P1- 2°sem10 –diurno

2. A superfície do paralelepípedo mostrada está imersa em região de campo elétrico representado por $\vec{E} = E_x\hat{\imath} + E_y\hat{\jmath}$.

a) Calcular o fluxo elétrico nas faces indicadas na tabela; (2 pto)

b) Determinar a carga elétrica interna à superfície do paralelepípedo. (0,5 pto)

Formulário: $\oint \vec{E}.\hat{n}dA = q_{\text{int}}/\varepsilon_0$.



Dados: $E_x = 100\ \frac{N}{C}$ $E_y = 200\ \frac{N}{C}$

$AD = 3\ m$ $AB = 4\ m$ $AE = 5\ m$

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}\ C^2/N{\cdot}m^2$

Resp: a)

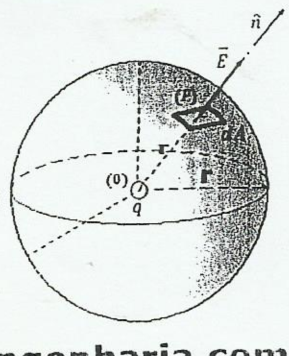
$\phi_{ABCD} = 0$	$\phi_{DCGH} = 2000\ \frac{N}{C}m^2$
$\phi_{CBFG} = 3000\ \frac{N}{C}m^2$	$\phi_{ADHE} = -3000\ \frac{N}{C}m^2$

b)zero

5) P1- 2°sem10 –noturno

2. Uma carga puntiforme q está fixa no centro de uma superfície esférica de raio r.

a) Mostre por meio da lei de ~~Coulomb~~ Gauss, que o fluxo elétrico que atravessa a superfície esférica é $\emptyset = \frac{1}{\varepsilon_0}q$. (1 pto)



b) Se o raio r for duplicado, qual será o novo fluxo? Explique. (0,5 pto)

c) Determinar o fluxo elétrico somente em um hemisfério.

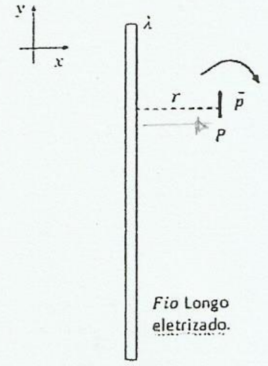
Suponha $q = 17.7.10^{-12}\ C$ e $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}\ C^2/N{\cdot}m^2$. (1 pto)

Formulário: $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r}$ $\quad \emptyset = \oint \vec{E}.\hat{n}dA$

Resp:
b)o mesmo
c)1NC/m^2

6) P3- 2°sem10 –diurno

1. Um fio longo está eletrizado uniformemente com densidade de carga λ. Um dipolo elétrico de momento de dipolo $\vec{p}$ está em um ponto P situado a uma distância r do fio (ver figura). Pedem-se:



a) o torque sobre o dipolo; (1 pto)
b) a energia potencial do dipolo; (0,5 pto)
c) o sentido em que girará o dipolo se for liberado. Justificar a resposta. (0,5 pto)
d) a posição do dipolo que garante um equilíbrio instável. (0,5 pto)

Dados: $\lambda = 1.10^{-6}\ C/m$ $r = 6\ m$ $\frac{1}{2\pi\varepsilon_0} = 18.10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}$ $p = 4.10^{-5}\ Cm$

Formulário: $\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$ $U = -\vec{p}\cdot\vec{E}$ $\vec{E} = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{r}\hat{n}$

Resp:
a)-0,12K n.m
b)zero
c)horário
d)na direção de -i

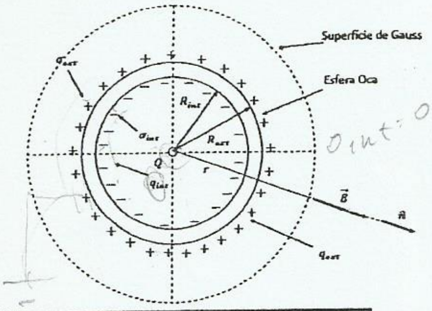
7) P1-1°sem11 –diurno

2. Uma carga positiva Q é colocada no centro da cavidade de uma esfera oca e condutora de raio interno R_{int} e raio externo R_{ext}.

a) Quais são as densidades σ_{int} e σ_{ext} de carga elétrica (magnitude e sinal) nas superfícies interna e externa da esfera, respectivamente? Justifique. (1,0 pt)

b) Use a lei de Gauss para determinar o campo elétrico $\vec{E}$ na região $r > R_{ext}$. Indique claramente a superfície de integração e a orientação do vetor normal utilizados. (1,0 pt)

c) Se um fio condutor conectar a superfície externa da esfera à Terra, determine as densidades σ_{int} e σ_{ext} de carga elétrica (magnitude e sinal) nas superfícies interna e externa da esfera, respectivamente. Justifique. (0,5 pt)



Formulário: $\oint \vec{E}\cdot\hat{n}dA = q_{int}/\varepsilon_0$ $\sigma = q/A$ $A_{esfera} = 4\pi r^2$

Resp:
a) $\sigma_{int} = -\frac{Q}{4\pi R_{int}^2}$ $\sigma_{ext} = +\frac{Q}{4\pi R_{ext}^2}$
b) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$
c) $\sigma_{int} = -\frac{Q}{4\pi R_{int}^2}$ $\sigma_{ext} = 0$

8) P1-1°sem11 –noturno

2. O eixo da cavidade de um longo cilindro oco e condutor de raio interno R_{int} e raio externo R_{ext} é eletrizado com densidade linear de carga $\lambda > 0$. A superfície externa do cilindro está ligada à Terra por um fio condutor.

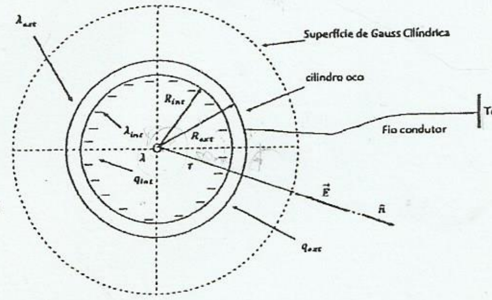
a) Determine a carga por unidade de comprimento λ_{int} e λ_{ext} (magnitude e sinal) nas superfícies interna e externa do cilindro, respectivamente. Justifique. (1,0 pt)

b) Use a lei de Gauss para determinar o campo elétrico $\vec{E}$ na região $r > R_{ext}$. Indique claramente a superfície de integração e a orientação do vetor normal utilizados. (1,0 pt)

c) Se o fio condutor for removido e, em seguida, o eixo eletrizado também for removido, quais serão a carga por unidade de comprimento λ_{int} e λ_{ext} (magnitude e sinal) nas superfícies interna e externa do cilindro, respectivamente? Justifique. (0,5 pt)

Formulário: $\oint \vec{E}\cdot\hat{n}dA = q_{int}/\varepsilon_0$ $q = \lambda\ell = 2\pi r\ell\sigma$

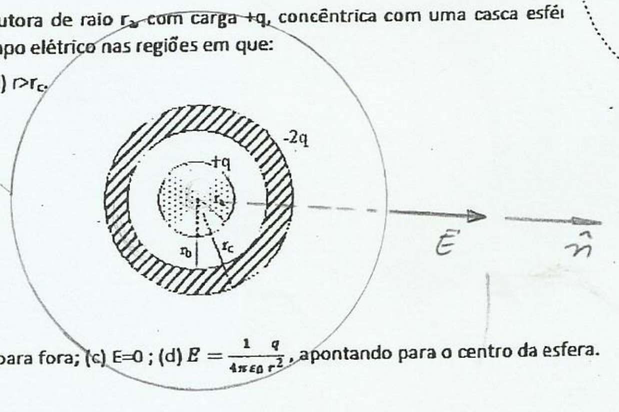
Resp:
a) $\lambda_{int} = -\lambda$
$\lambda_{ext} = -0$
b) $E = 0$
c) $\lambda_{int} = 0$ $\lambda_{ext} = -\lambda$



9)Lista Complementar

1- A figura mostra uma esfera condutora de raio r_a com carga +q, concêntrica com uma casca esfé[rica de] raios r_b e r_c e carga -2q. Calcule o campo elétrico nas regiões em que:

(a) $r<r_a$; (b) $r_a<r<r_b$; (c) $r_b<r<r_c$; (d) $r>r_c$.



Respostas:

(a) E=0 ; (b) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}$, apontando para fora; (c) E=0 ; (d) $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}$, apontando para o centro da esfera.

10)Lista Complementar

2-Um elétron é projetado diretamente sobre o centro de uma grande placa metálica, carregada negativamente com uma densidade superficial de carga $\sigma = 2 \times 10^{-6}\ C/m^2$. Sabendo-se que a energia cinética inicial do elétron é de 100 eV e que ele pára (devido a repulsão eletrostática) imediatamente antes de alcançar a placa, a que distância da placa ele foi lançado?

Dados: $m = 9{,}11\times10^{-31}$ kg $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C $1\ eV = 1{,}6\times10^{-19}$ J

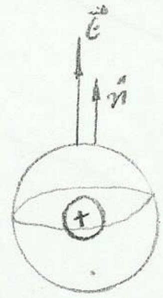
Resp:0,442mm

Capítulo 22 - Lei de Gauss

Fluxo elétrico: $\phi \int \vec{E}\hat{n}\, dA$

Lei de Gauss $\oint \vec{E}\, d\vec{A} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

Em uma carga puntiforme



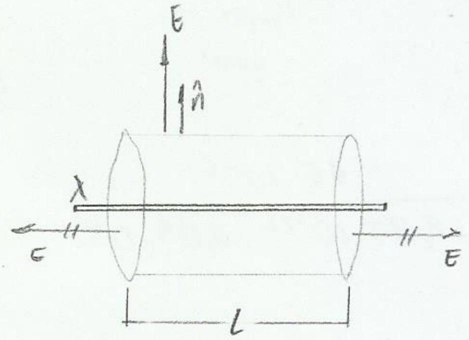
$$\oint \vec{E}\, d\vec{A} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$\oint E\hat{n}\, dA \cos 0 = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$E\int dA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \rightarrow EA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \rightarrow E = \frac{Q_{int}}{4\pi r^2 \varepsilon_0}$$

$$\therefore \boxed{E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}}$$

Em uma linha infinita



$$\int \vec{E}\hat{n}\, dA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

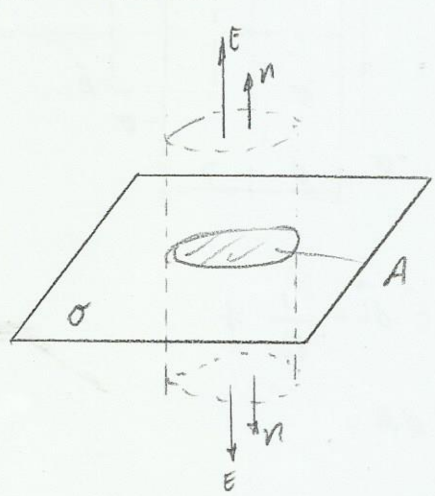
$$\int E n \overset{1}{\cancel{\cos 0}}\, dA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$EA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \quad ; \quad A = 2\pi r L$$

$$E = \frac{Q_{int}}{2\pi r L \varepsilon_0} \quad ; \quad \lambda = \frac{Q}{L}$$

$$\therefore \boxed{E = \frac{\sigma}{2\pi r \varepsilon_0}}$$

Em um plano infinito



$$\int \vec{E}\hat{n}\, dA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$\int E n \cos 0\, dA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$E2A = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \quad ; \quad A = \pi r^2$$

$$E = \frac{Q_{int}}{2A\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$$

Exercícios de Prova - Capítulo 22

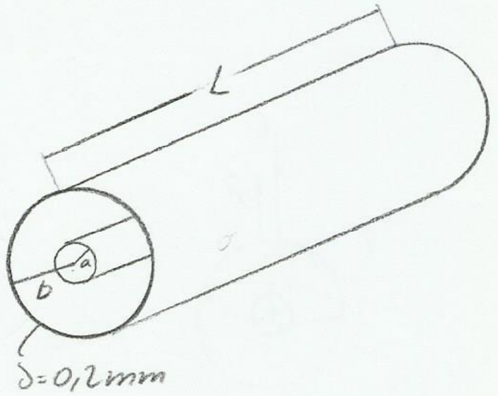
1) P1 - 1º sem10 - diurno

$l = 1{,}50\ m$

$a = 2{,}5\ cm$

$b = 4{,}5\ cm$

$Q = 45\ \mu C$

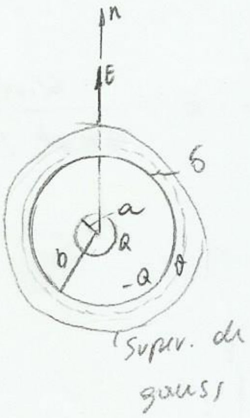


1a) $\sigma = ?$

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{45 \cdot 10^{-6}}{2\pi \cdot 0{,}045 \cdot 1{,}5}$$

$$\therefore \boxed{\sigma = 1{,}06 \cdot 10^{-4}\ C/m^2}$$

b)



$$\int \vec{E}\,\hat{n}\,dA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

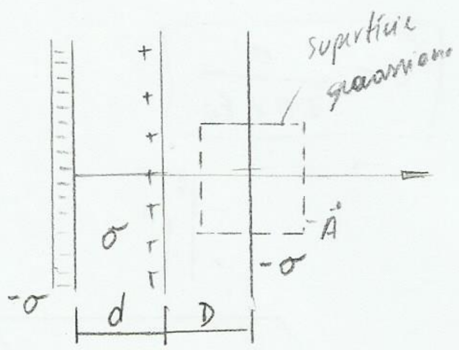
$$\int E\,\underbrace{\hat{n}\,\hat{n}}_{1}\,dA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$EA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$E \cdot 2\pi r L = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q_{int}}{2\pi\varepsilon_0\, rL}$$

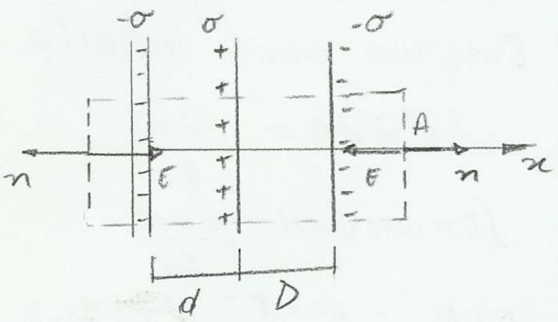
$$E = \frac{45 \cdot 10^{-6}}{2\pi \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 0{,}05 \cdot 1{,}5} \quad \therefore \boxed{E = 1{,}08 \cdot 10^{7}\ N/C}$$

2) P1 - 1º sem10 - noturno



a) $\sigma = \dfrac{25 \cdot 10^{-6}}{1{,}5} \quad \therefore \sigma = 16{,}67 \cdot 10^{-6}\ \dfrac{C}{m^2}$

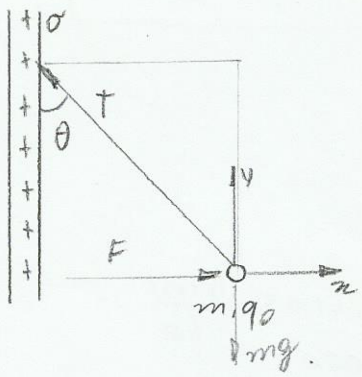
b)



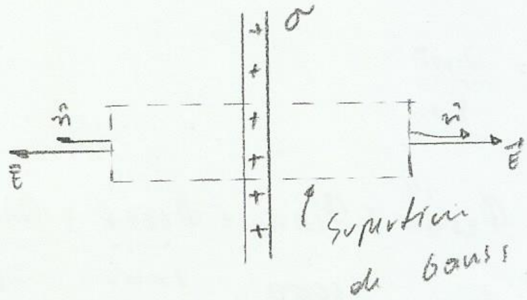
$$\oint \vec{E}\,d\vec{l} = \frac{1}{\varepsilon_0} q$$

$E\,dA =$

3) P3 - 1º sem 10 - diurno



a) Mostre a lei de gauss



$$\int \vec{E}\,\hat{n}\,dA = \frac{1}{\varepsilon_0} q \quad ; \quad q = \sigma A$$

$$2EA = \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot \sigma A \quad \therefore \quad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

b) $F = T\sin\theta \quad ; \quad F = q.E$

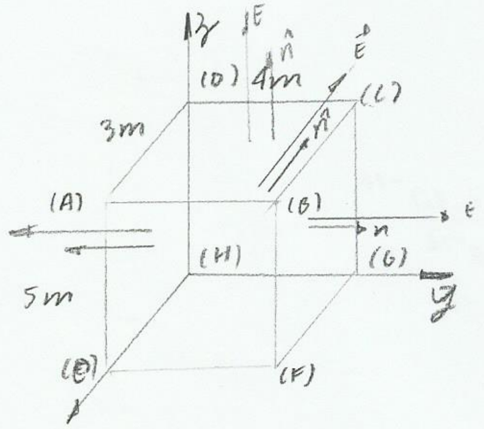
$mg = T\cos\theta$

$q_0.E = T\sin\theta \quad \rightarrow \quad tg\,\theta = \dfrac{q_0.E}{mg}$

$$tg\theta = \frac{q_0.\sigma}{2\varepsilon_0.mg} \rightarrow \sigma = \frac{2\,\varepsilon_0.m.g.tg\theta}{q_0}$$

$$\sigma = \frac{2.\,8{,}85.10^{-12}.\,0{,}001.\,10.\,tg\,30}{40.10^{-9}} \quad \therefore \boxed{\sigma = 2{,}55.10^{-6}\,C/m^2}$$

4) P1 - 2º sem 10 - diurno



$\vec{E} = 100\,\hat{i} + 200\,\hat{j}$

$\int \vec{E}\,\hat{n}\,dA$

$\int (100\hat{i} + 200\hat{j})\,\hat{k}\,dA$

$\int 0\,dA = 0 \quad \therefore \quad \Phi_{ABCD} = 0$

$\Phi_{CDGH} = \int (100\hat{i} + 200\hat{j})(-\hat{i})\,dA$

$= -100A = -100.4.5 \quad \therefore \quad \Phi_{CDGH} = -2000\,\dfrac{Nm^2}{C}$

$\Phi_{CBFG} = \int (100\hat{i} + 200\hat{j})(\hat{j})\,dA$

$= 200.3.5 \quad \therefore \quad \Phi_{CBFG} = 3000\,\dfrac{Nm^2}{C}$

$\phi_{ADHE} = \int (100\hat{i} + 200\hat{j})(-\hat{j})\, dA$

$= -200 . 3 . 5 = -3000 \;\therefore$

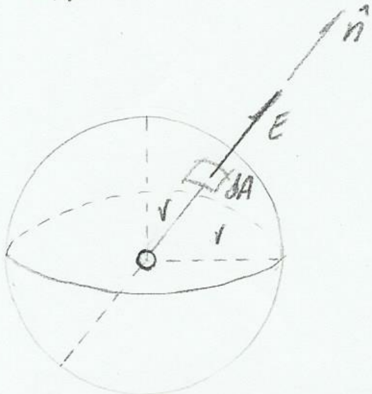
$\boxed{\phi_{ADHE} = -3000 \frac{N}{C} m^2}$

b) $\Sigma \phi = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

$\phi_{ABCD}^{\to 0} + \phi_{EFGH}^{\to 0} + \underbrace{\phi_{CDHG}}_{-2000} + \underbrace{\phi_{ABEF}}_{2000} + \underbrace{\phi_{ADEH}}_{-3000} + \underbrace{\phi_{BCFG}}_{3000} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

$\therefore \quad \phi = 0$ (zero)

5) P1 - 2º sem 10 - noturno



(a)

$\phi = \int \vec{E}\hat{n}\, dA$

$= \int E \hat{n}\hat{n}\, dA$

$= EA$

$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} . 4\pi r^2 \;\therefore\; \phi = \frac{q}{\varepsilon_0}$

(b) O fluxo será o mesmo, pois o fluxo depende apenas da carga, e a permissividade do vácuo.

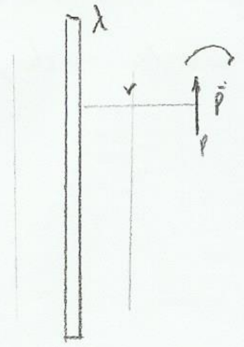
(c) $\phi = \int \vec{E}\hat{n}\, dA$

$= \int E \hat{n}\hat{n}^{\to 1}\, dA$

$= E . \frac{A}{2} = \frac{q}{4\pi r^2 \varepsilon_0} . \frac{4\pi r^2}{2} = \frac{17,7 . 10^{-12}}{8,85 . 10^{-12} . 2}$

$\therefore \phi = 1 \; NC/m^2$

6) P3 - 2º sem 10 - diurno



Dados:

$\lambda = 1.10^{-6}$ C/m $r = 6m$ $p = 4.10^{-5}$ Cm

$$\frac{1}{2\pi . \varepsilon_0} = 18.10^{9} \frac{Nm^2}{C^2}$$

(a) $\tau = ?$

$\tau = \vec{p} \times \vec{E}$

$\tau = p . E . sen\, 90$

$\tau = \frac{4.10^{-5} . 1.10^{-6}}{2\pi . 8{,}85 . 10^{-12} . 6}$ $\therefore$ $\tau = -0{,}12\, k\, (N.m)$

(b) $U = ?$

$U = p . E$

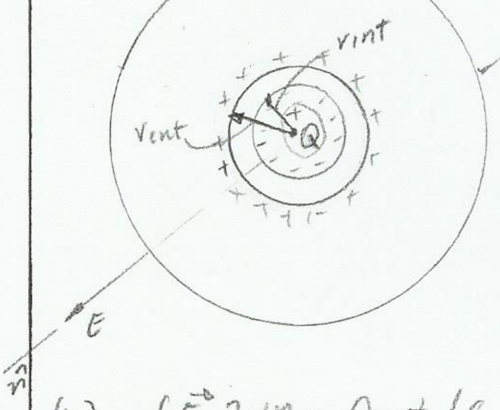
$U = p . E \cancel{\cos 90}^{\to 0}$ $\therefore$ $U = 0$

(c) Sentido horário, pois ele tenderá se alinhar com o campo, e podemos comprovar isso com a regra da mão direita

(d) Para que o dipolo garante um equilíbrio instável, ele deve formar um angulo de 180° com o campo elétrico, como o campo esta na direção i, o dipolo deve ficar na direção -i

7) P1 - 1 sem 11 - diurno

(a)



$\sigma = \frac{Q}{A} \Rightarrow \sigma_{int} = \frac{q_{int}}{4\pi r_{int}^2}$

$\therefore$ $\boxed{\sigma_{int} = \frac{-Q}{4\pi r_{int}^2}}$

$\sigma_{ext} = \frac{q_{ext}}{4\pi r_{ext}^2}$ $\boxed{= \frac{+Q}{4\pi r_{ext}^2}}$

(b) $\int \vec{E} \hat{n}\, dA = Q_{int} / \varepsilon_0$

$\int E \underbrace{\hat{n} \hat{n}}_{1} dA = Q_{int} / \varepsilon_0$

$E \int dA = Q_{int} / \varepsilon_0$

$E . A = Q_{int} / \varepsilon_0$

$A = 4\pi r^2$

$E = \frac{Q_{int}}{4\pi r^2 \varepsilon_0}$; $Q_{int} = +q - q + q = +q$

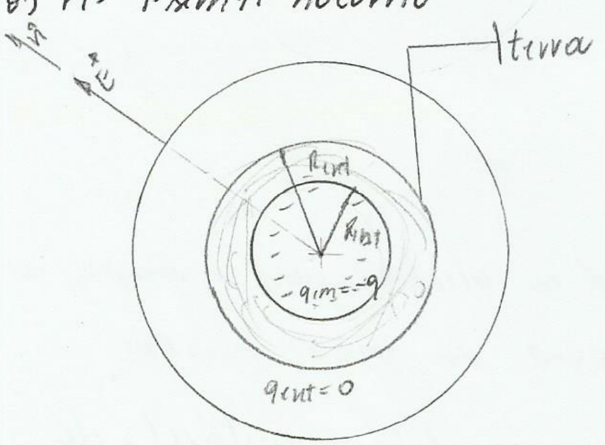
$E = \frac{q}{4\pi r^2 . \varepsilon_0}$

(c) Ao conectar um fio condutor a superfície interna da esfera à terra, a sua carga será neutralizada pela carga que vem da terra. Porém a carga interna será a mesma, caso seja ainda induzida pela carga que fica no centro da esfera

$q_{ext} = 0 \rightarrow \sigma_{ext} = \frac{0}{4\pi r_{ex}^2} = 0$

$q_{int} = -Q \rightarrow \sigma_{int} = \frac{-Q}{4\pi r_{int}^2}$

8) P1- 1º sem 11 noturno



(a)

$\lambda = \frac{Q}{L}$

$\lambda_{int} = \frac{q_{int}}{L} = \frac{-q}{L} = -\lambda$

$\lambda_{ext} = 0$

b) $\int \vec{E} \cdot \hat{n} \, dA = Q_{int} / \varepsilon_0$

$\int E \hat{n} \cdot \hat{n} \, dA = Q_{int} / \varepsilon_0$

$E \int dA = Q_{int} / \varepsilon_0$

$E \cdot A = Q_{int} / \varepsilon_0$; $A = 2\pi r L$

$E = \frac{q_{int}}{2\pi r L \cdot \varepsilon_0}$

Quando $r > R_{ext}$

$q = q - q = 0 \quad \therefore \quad \boxed{E = \frac{0}{2\pi r L \cdot \varepsilon_0} = 0}$

c) Ao remover o fio condutor, temos $\lambda_{ext} =$

I don't understand

9) Lista complementar

(a)

$$\int \vec{E}\,\hat{n}\,dA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$E = \frac{Q_{int}}{4\pi r^2 \cdot \varepsilon_0} = 0$$

$$\int E\,\underbrace{\hat{n}\,\hat{n}}_{1}\,dA = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$E \cdot A = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

(b) $r_a < r < r_b$

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

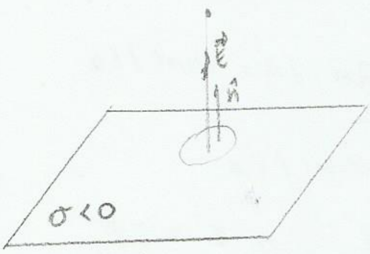
(c) $r_b < r < r_c$

$$E = \frac{0}{4\pi r^2 \cdot \varepsilon_0} = 0$$

(d) $r > r_c$

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

10)



$\sigma = 2.10^{-6}$

$$U = 1{,}6.10^{-7} = \frac{mv^2}{2}$$

$$F = ma = q.E$$

$$\therefore v = 5{,}926.10^{6}$$

$$\int \vec{E}\hat{n}\,dA = Q_{int}/\varepsilon_0$$

$$\int E\,\hat{n}\hat{n}\,dA = Q_{int}/\varepsilon_0$$

$$EA = Q_{int}/\varepsilon_0$$

$$E = \frac{Q_{int}}{\pi r^2 \varepsilon_0}$$

$$\sigma = \frac{Q}{A} \Rightarrow Q = A\sigma = \sigma.\pi r^2$$

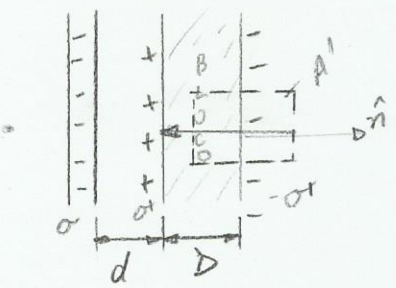
$$E = \frac{\sigma\,\pi r^2}{\pi r^2 \cdot \varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{2.10^{-6}}{8{,}85.10^{-12}} = 2{,}26.10^5$$

$$a = \frac{qE}{m} = \frac{1{,}6.10^{-19} \cdot 2{,}26.10^5}{9{,}11.10^{-31}} = 3{,}97.10^{16}$$

$$v^2 = \cancel{v_0^2}^{\,0} + 2a\Delta s$$

$$(5{,}926.10^6)^2 = 2.3{,}97.10^{16}\,\Delta s \quad \therefore \quad \boxed{\Delta s = 0{,}442\ mm}$$

P1 - 1xum10 - noturno



a) $\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{25.10^{-6}}{1,5} \therefore \sigma = 16,67.10^{-6}\ \frac{C}{m^2}$

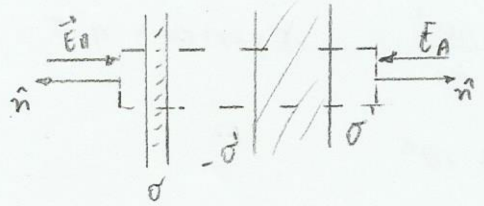
b)

$\int \vec{E}\hat{n}\, dA = Qint/\varepsilon_0$ $\qquad$ $Qint = -q$

$\int E\hat{n}(-\hat{n}) dA = Qint/\varepsilon_0$

$-EA = Qint/\varepsilon_0 \Rightarrow E = \frac{q'}{\varepsilon_0 A'} \Rightarrow E = \frac{\sigma'}{\varepsilon_0}$

Como o bloco eletricamente, $E_A = E_B$



$\int \Sigma \vec{E}\hat{n}\, dA = Qint/\varepsilon_0$

$\int -E\hat{n}\hat{n} - E\hat{n}\hat{n}\, dA = Qint/\varepsilon_0$

$-2EA = Qint/\varepsilon_0$

$Qint = q - q + q = q$

$E = -\frac{q}{\varepsilon_0 . 2 . A} \Rightarrow E = \frac{-\sigma}{2\varepsilon_0}$

$\therefore E = \frac{-16,67\, 10^{-6}}{2.8,85.10^{-12}} \therefore \boxed{E = -9,416.10^5\ \frac{N}{C}}$

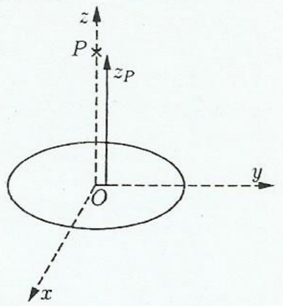
Capítulo23- Potencial

1)(P2-1°sem11-noturno) Um disco de raio R com densidade superficial σ de carga uniforme está sobre o plano oxy como mostra a figura. Um elétron de carga q0=-e e massa m é liberado do infinito, onde o potencial é nulo. O ponto P está sobre o eixo do disco (eixo oz) na coordenada z=zp .

a) Mostre que o trabalho realizado pela força elétrica sobre o elétron desde o infinito até o ponto P vale W ∞-P = 145x10-21 J . (1,0 pt)

b) Qual é a velocidade do elétron ao passar pelo ponto P? (1,0 pt) **(5,63.105 m/s)**

c) Determine o componente do campo elétrico Ez do disco sobre o eixo . (0,5 pt) **(3,62 V/m)**



Dados: $\sigma = 160 \times 10^{-12}$ C/m², $R = 0{,}200$ m $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C, $m = 9{,}11 \times 10^{-31}$kg, $z_P = 0{,}150$ m, $\varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}$ F/m

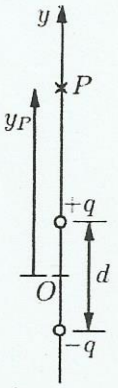
Formulário: $V(z) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{z^2+R^2} - z\right)$, $W_{a\to b} = q_0(V_a - V_b) = -(U_b - U_a)$, $K = \frac{mv^2}{2}$, $E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$

2)(P2-1°sem11-diurno) Um dipolo elétrico é constituído pelas cargas elétricas +q e –q separadas pela distância d como mostra a figura. Um elétron de carga q_0= -e e massa m é liberado do infinito, onde o potencial é nulo. O ponto P está sobre o eixo do dipolo (eixo oy) na coordenada $y=y_P$.

a) Mostre que o potencial elétrico do dipolo elétrico em um ponto sobre o eixo oy é dado por $V(y) = \frac{qd}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{y^2 - d^2/4}$ se | y| >d (1,0 pt)

b) Qual é a velocidade do elétron ao passar pelo ponto P ? (1,0 pt) **(6,64.10⁴ m/s)**

c) Determine o componente do campo elétrico Ey do dipolo em um ponto sobre o eixo oy , para | y|>d . (0,5 pt) **(0,146N/C)**



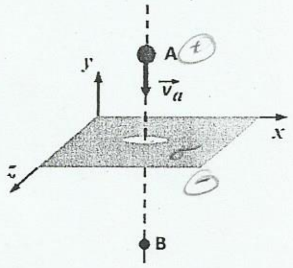
Dados: $q = 320 \times 10^{-15}$C, $d = 0{,}150$ m $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C, $m = 9{,}11 \times 10^{-31}$kg, $y_P = 0{,}200$ m, $1/4\pi\varepsilon_0 \approx 9 \times 10^9$ m/F

Formulário: $V^{\text{carga}}_{\text{puntiforme}} = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r}$, $W_{a\to b} = q_0(V_a - V_b) = -(U_b - U_a)$, $K = \frac{mv^2}{2}$, $E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$

3)(P3-1°sem11-diurno)O plano mostrado na figura está carregado com densidade superficial de cargas σ e possui, em seu centro, um pequeno orifício que em nada altera o campo elétrico criado pelas cargas contidas no plano (ou seja, para o cálculo do campo elétrico o plano pode ser considerado contínuo e com cargas uniformemente distribuídas por todo ele). Uma carga elétrica q em velocidade de módulo v ao passar pelo ponto A da figura, cuja coordenada é y_A. Considere nulo o potencial no plano e despreze os efeitos da gravidade.

a) a velocidade da carga q ao passar pelo orifício; (1,5 ptos) **(81,74m/s)**

b) a coordenada y_B em que a velocidade da carga elétrica se anula . (1 pto)**(-154m)**



4)(P2-2°sem10-diurno) Um anel de raio , mantido fixo, está eletrizado com uma carga elétrica distribuída uniformemente ao longo de sua circunferência. Considere zero o potencial elétrico a uma distância infinita do anel e ignore a ação do campo de gravidade.

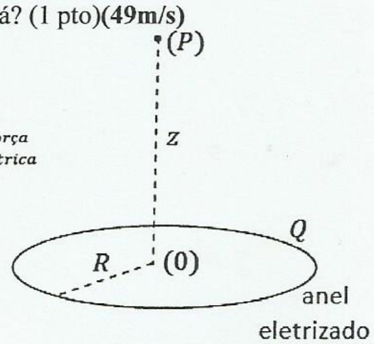
a) Qual é o trabalho necessário para deslocar uma minúscula bola de massa eletrizada com carga elétrica de um ponto muito distante até o centro do anel? (1 pto) **(2,4J)**

b) O resultado obtido no item (a) seria alterado se a bola não percorresse uma trajetória ao longo do eixo do anel? Explique. (0,5 pto) **(o trablho é conservativo,portanto independe da trajetória)**

c) Se a bola for liberada ligeiramente deslocada do centro do anel, qual velocidade máxima ela atingirá? (1 pto)**(49m/s)**

Dados: $Q = 8.10^{-6}$ C $R = 0{,}12$ m $q = 4.10^{-6}$ C $m = 2.10^{-3}$ kg $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9\ \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$

Formulário: $W_{\substack{força\\elétrica}} = -q\Delta V$ $W_{\substack{força\\resultante}} = \Delta E_{cinética}$ $V_P = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{\sqrt{R^2+z^2}}$ $W_{operador} = -W_{\substack{força\\elétrica}}$

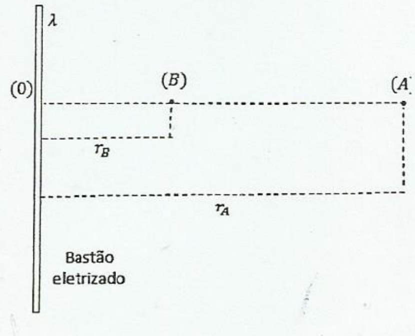


5)(P2-2°sem10-noturno) Um bastão longo, mantido fixo, está eletrizado uniformemente com uma densidade de carga elétrica . Não considerar a ação do campo de gravidade.

a) Qual é o trabalho necessário para deslocar uma minúscula bola de massa eletrizada com carga elétrica do ponto A até o ponto B ? (1 pto) **(0,712 J)**

b) O resultado obtido no item (a) seria alterado se a bola não percorresse uma trajetória normal ao fio? Explique. (0,5 pto) **(o trablho é conservativo,portanto independe da trajetória)**

c) Se a bola for abandonada em repouso no ponto B, qual velocidade terá ao atingir o ponto A? (1 pto)**(26,7m/s)**



Dados: $\lambda = 9.10^{-6}\,C$ $r_B = 0{,}12\,m$ $r_A = 0{,}36\,m$ $q = 4.10^{-6}\,C$ $m = 2.10^{-3}\,kg$ $\frac{1}{2\pi\varepsilon_0} = 18.10^9\ \frac{Nm^2}{C^2}$

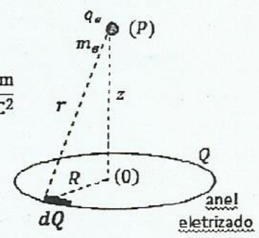
Formulário: $W_{\substack{força\\elétrica}} = -q\Delta V$ $W_{\substack{força\\resultante}} = \Delta E_{cinética}$ $V_B - V_A = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left[\frac{r_B}{r_A}\right]$

6)(P3-2°sem10-noturno) Um anel de raio , mantido fixo, está eletrizado com uma carga elétrica distribuída uniformemente ao longo de sua circunferência. Um elétron de massa e carga elétrica , é abandonado no ponto da figura abaixo. Considere zero o potencial elétrico a uma distância infinita do anel e ignore a ação do campo de gravidade. Pedem-se:

a) mostrar que o potencial elétrico produzido pelo anel sobre o eixo é dado por $V(z) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{\sqrt{R^2+z^2}}$; (1 pto)

b) a velocidade com que o elétron atinge o centro do anel; (1 pto) **($50{,}3.10^6$ m/s)**

c) o campo elétrico produzido pelo anel no seu centro. Justificar a resposta. (0,5 pto)**(zero)**



Dados: $Q = 6.10^{-6}$ C $\quad R = 3$ m $\quad q_e = -1{,}6.10^{-19}$ C $\quad m_e = 9{,}11.10^{-31}$ kg $\quad z = 4$ m $\quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9 \frac{\text{Nm}}{\text{C}^2}$

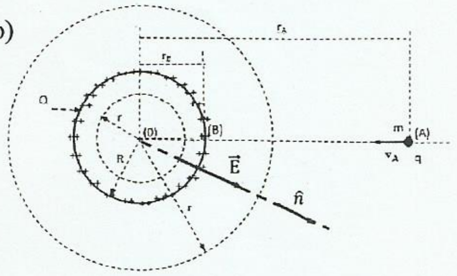
Formulário: $W_{\substack{força \\ elétrica}} = -q\Delta V \quad W_{\substack{força \\ resultante}} = \Delta E_{cinética} \quad dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dQ}{r} \quad E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$

7)(P2-2°sem09-diurno) Uma esfera **condutora** de raio R, eletrizada com carga Q, é mantida fixa na posição indicada na figura que segue. Uma partícula de massa **m** e carga elétrica **q,** é lançada do ponto A com velocidade , conforme ilustrado, e atinge o ponto B, situado na superfície da esfera, com velocidade nula. Não considerar a ação do campo de gravidade local. Considerar o potencial elétrico produzido pela esfera nulo no infinito. Pedem-se:

a) mostrar, por meio da lei de Gauss, que o campo elétrico na região 0≤r<R é nulo (E=0); (0,5 pto)

b) os potenciais elétricos nos pontos A e B; (1pto) **(450V e 3600V)**

c) a velocidade vA. (1 pto)**(15,87m/s)**



Dados: $R = 5$ m $\quad Q = 2\times10^{-6}$ C $\quad r_A = 40$ m $\quad v_B = 0 \quad m = 0{,}1$ kg $\quad q = 4\times10^{-3}$ C $\quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$

Formulário: $\oint \vec{E}.\hat{n}dA = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum Q_{interna} \quad A = 4\pi.r^2 \quad W_{AB} = -q.(V_B - V_A) \quad W_{AB}^{resultante} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$

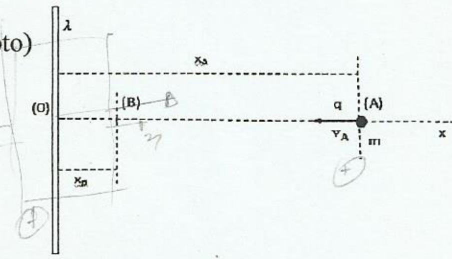
$V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{Q}{R}\ (0 \le r \le R) \quad V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{Q}{r}\ (r \ge R)$

8)(P2-2°sem09-noturno) Um fio muito longo, eletrizado com densidade linear de carga , é mantido fixo na posição indicada na figura que segue. Uma partícula de massa **m** e carga elétrica **q** é lançada do ponto A com velocidade , conforme ilustrado, e atinge o ponto B com velocidade nula. Não considerar a ação do campo de gravidade local. Pedem-se:

a) mostrar, por meio da lei de Gauss, que o campo elétrico produzido pelo fio é $E = \frac{1}{2\pi\varepsilon_0}\frac{\lambda}{r}$ (r>0); (1 pto)

b) mostrar que a diferença de potencial elétrico entre os pontos A e B vale V_B-V_A=74,8KV; (1 pto)

c) a velocidade vA . (0,5 pto) **(77,4m/s)**



Dados: $\lambda = 2\times10^{-6}$ C/m $\quad x_A = 40$ m $\quad x_B = 5$ m $\quad v_B = 0 \quad m = 0{,}1$ kg $\quad q = 4\times10^{-3}$ C $\quad \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9 \frac{\text{N.m}^2}{\text{C}^2}$

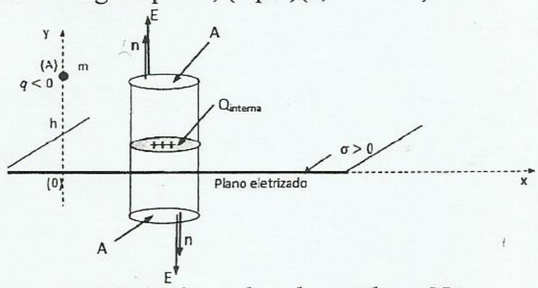
Formulário: $\oint \vec{E}.\hat{n}dA = \frac{1}{\varepsilon_0}\sum Q_{interna} \quad dV = -\vec{E}.d\vec{l} \quad W_{AB} = -q.(V_B - V_A) \quad W_{AB}^{resultante} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$

9)(P3-2°sem09-diurno) Um plano é eletrizado com densidade de carga . Considerar o potencial elétrico nulo sobre o plano. Não considerar a ação da gravidade.

a) Mostrar, por meio da lei de Gauss, que o campo elétrico produzido pelo plano é dado por $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; (1 pto)

b) Determinar o potencial elétrico no ponto A, situado numa altura h em relação ao plano. (0,5 pto) **(-2712V)**

c) Supondo que um elétron seja abandonado no ponto A, determinar sua velocidade quando atingir o plano; (1 pto)**($3{,}1.10^7$m/s)**



Dados: $h = 0{,}8$ m $\quad \sigma = 6\times10^{-8}\frac{\text{C}}{\text{m}^2} \quad q = -e = -1{,}6\times10^{-19}$ C $\quad m = 9{,}11\times10^{-31}$ kg

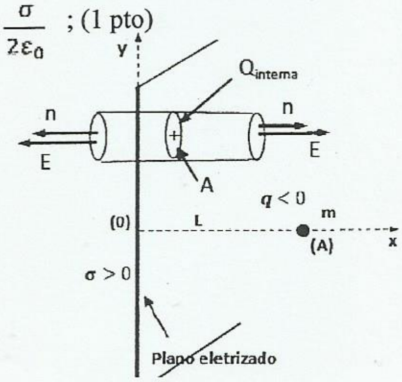
Formulário: $\vec{F}_{elétrica} = q.\vec{E} \quad dV = -\vec{E}.d\vec{l} \quad W_{AB} = -q.(V_B - V_A) \quad W_{AB}^{resultante} = \frac{1}{2}.m.v_B^2 - \frac{1}{2}.m.v_A^2$

10)(P3-2°sem09-noturno) Um plano é eletrizado com densidade de carga . Considerar o potencial elétrico nulo sobre o plano. Não considerar a ação da gravidade.

a) Mostrar, por meio da lei de Gauss, que o campo elétrico produzido pelo plano é dado por $E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; (1 pto)

b) Determinar o potencial elétrico no ponto A, situado numa distância L em relação ao plano. (0,5 pto) **(-2712V)**

c) Supondo que um elétron seja abandonado no ponto A (t = 0), determinar o instante em que atinge o plano(1 pto)**($5{,}21.10^{-8}$s)**



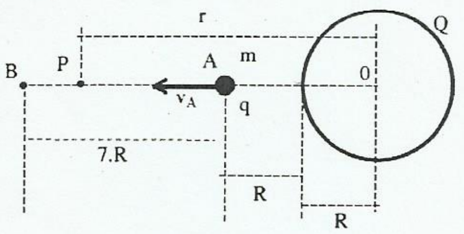
Dados: $L = 0{,}8$ m $\quad \sigma = 6\times10^{-8}\frac{\text{C}}{\text{m}^2} \quad q = -e = -1{,}6\times10^{-19}$ C $\quad m = 9{,}11\times10^{-31}$ kg

Formulário: $\vec{F}_{elétrica} = q.\vec{E} \quad dV = -\vec{E}.d\vec{l} \quad W_{AB} = -q.(V_B - V_A) \quad \vec{F} = m.\vec{a} \quad \vec{F} = q.\vec{E}$

11)(P3-2°sem07-diurno) Uma partícula, de massa m e carga elétrica q, é lançada com velocidade vA de um ponto A numa direção radial e sentido contrário em relação a uma esfera condutora, de raio R, eletrizada com uma carga elétrica Q.

a) a velocidade de lançamento necessária para que a partícula atinja o ponto B com velocidade nula; (1,5 ptos)**(1,08m/s)**

b) o ponto P em que a velocidade da partícula é $V_p = V_A/2$.(1pto)**(28,8m)**



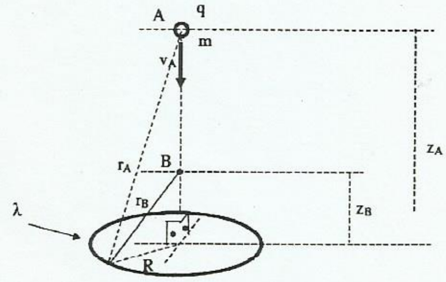
Dados: $m = 0{,}04$ kg $q = -5\times10^{-6}$ C $R = 6$ m $Q = 8\times10^{-6}$ C $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9$ (SI)

Formulário: $W_{A\to B}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$ $W_{A\to B}^{\substack{força\\resultante}} = \frac{1}{2}.mv_B^2 - \frac{1}{2}.m.v_A^2$ $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{Q}{r}$

12)(P2-2°sem07-noturno) Uma partícula de massa m e carga elétrica q é lançada com velocidade v_A situado a uma altura z_A do centro de um anel, de raio R, eletrizado com densidade linear l. Determinar:

a) a velocidade de lançamento, v_A, necessária para que a carga q alcance o ponto B com velocidade nula;(1,5 ptos)**(34,15m/s)**

b) o trabalho da força elétrica que atua na carga q entre os pontos A e B.(1 pto)**(-11,6J)**



Dados: $m = 0{,}02$ kg $q = 1\times10^{-6}$ C $z_B = 2$ m $z_A = 6{,}5$ m $\lambda = 5\times10^{-4}$ C/m $R = 3$ m $\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}$ (SI)

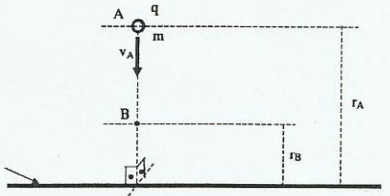
Formulário: $W_{A\to B}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$ $V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E}.d\vec{l}$ $W_{A\to B}^{\substack{força\\resultante}} = \frac{1}{2}.mv_B^2 - \frac{1}{2}.m.v_A^2$

$dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{dQ}{r}$

13)(P2-2°sem07-diurno) Uma partícula de massa m e carga elétrica q é lançada com velocidade v_A situado a uma distancia r_A de uma reta eletrizado com densidade linear l. Determinar:

a) a menor distancia rB entre a carga elétrica q e a reta eletrizada; (1,5 ptos)**(2,39m)**

b) o trabalho da força elétrica que atua na carga q entre os pontos A e B.(1 pto)**(-9J)**



Dados: $m = 0{,}02$ kg $q = 1\times10^{-6}$ C $v_A = 30$ m/s $r_A = 6{,}5$ m $\lambda = 5\times10^{-4}$ C/m $\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}$ (SI)

Formulário: $W_{A\to B}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$ $V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E}.d\vec{l}$ $W_{A\to B}^{\substack{força\\resultante}} = \frac{1}{2}.mv_B^2 - \frac{1}{2}.m.v_A^2$

$\vec{F}^{elétrica} = q.\vec{E}$ $\vec{F}^{resultante} = m.\vec{a}$ $\vec{E} = \frac{\lambda}{2.\pi\varepsilon_0}.\frac{1}{r}.\vec{u}$

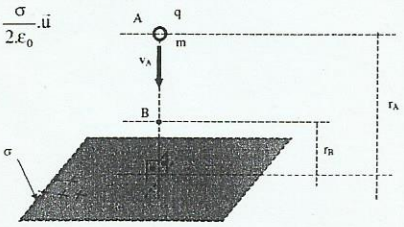
14)(P2-1°sem07-diurno) Uma partícula de massa m e carga elétrica q é lançada com velocidade vA situado a uma distancia rA de um plano eletrizado com densidade superficial σ. Determinar:

a) a menor distancia rB entre a carga elétrica q e o plano eletrizado; (1,5 ptos)**(4,234m)**

b) o tempo decorrido neste deslocamento.(1 pto)**(0,057s)**

$\vec{E} = \frac{\sigma}{2.\varepsilon_0}.\vec{u}$

$W_{A\to B}^{\substack{força\\resultante}} = \frac{1}{2}.mv_B^2 - \frac{1}{2}.m.v_A^2$



Dados: $m = 0{,}02$ kg $q = 1\text{x}10^{-6}$ C $v_A = 80$ m/s $r_A = 6{,}5$ m $\sigma = 5\text{x}10^{-4}$ C/m2

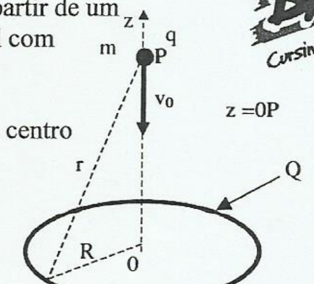
$\varepsilon_0 = 8{,}85\text{x}10^{-12}$ (SI) $\vec{F}^{elétrica} = q.\vec{E}$ $\vec{F}^{resultante} = m.\vec{a}$ $v = v_0 + a.(t - t_0)$

Formulário: $W_{A\to B}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$ $V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E}.d\vec{l}$

15)(P2-2°sem06-noturno) Um anel, de raio R, está eletrizado uniformemente com uma carga elétrica Q. Uma carga puntiforme q de massa m é lançada com velocidade v0 verticalmente para baixo a partir de um ponto P situado em uma altura z do centro do anel. Sabe-se que a carga atinge o centro do anel com velocidade nula. Pedem-se:

a) a velocidade v0; (2 ptos)**(160m/s)**

b) a correspondente variação do potencial elétrico devido ao anel eletrizado entre o ponto P e o centro do anel;(1,5 ptos)Nota: Não considerar o trabalho da força peso.**(5,13x10⁶ V)**



Dados: $\frac{1}{4.\pi.\varepsilon_0} = 9\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2}$ $Q = q = 5\times10^{-4}$ C $m = 0{,}2$ kg $R = 0{,}6$ m $z = 3.R$

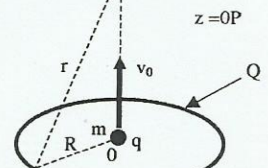
Formulário: $V = \frac{1}{4.\pi.\varepsilon_0}.\frac{Q}{r}$ $W_{AB}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$ $W_{AB}^{resultante} = \frac{1}{2}m.v_B^2 - \frac{1}{2}.m.v_A^2$

16)(P2-2°sem06-diurno) Um anel, de raio R, está eletrizado uniformemente com uma carga elétrica Q. Uma carga puntiforme q de massa m é lançada com velocidade v0 verticalmente para cima a partir do centro do anel. Sabendo-se que a carga atinge a altura máxima $z_{máx}$..Pedem-se:

a) a velocidade v0; (1 pto)**(175m/s)**

b) a correspondente variação do potencial elétrico devido ao anel eletrizado entre o centro do anel e o ponto de altura máxima. (1,5 ptos)**(-5,11x10⁶ V)**

Nota: Não considerar o trabalho da força peso.



Dados: $\frac{1}{4.\pi.\varepsilon_0} = 9\times10^9\ \frac{N.m^2}{C^2}$ $Q = -q = 3\times10^{-4}$ C $m = 0{,}1$ kg $R = 0{,}4$ m $z_{máx.} = 4.R$

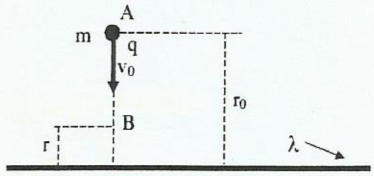
Formulário: $V = \frac{1}{4.\pi.\varepsilon_0}.\frac{Q}{r}$ $W_{AB}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$ $W_{AB}^{resultante} = \frac{1}{2}m.v_B^2 - \frac{1}{2}.m.v_A^2$

17)(P2-1°sem06-diurno) Uma partícula eletrizada de massa **m** e carga elétrica puntiforme **q** está situada numa distância **r0** de uma reta eletrizada uniformemente com densidade linear de carga l. A seguir, a partícula é lançada com velocidade **v0** perpendicularmente à reta. Determinar:

a) a velocidade **v0** necessária para que a partícula atinja uma distância mínima $r = r_0/4$; (1,5 ptos)**(28,3m/s)**

b) o correspondente trabalho realizado pela força elétrica que atua sobre a carga q; (1 pto)**(-40J)**

c) a variação do potencial elétrico produzido pela reta eletrizada entre os pontos de lançamento (A) e de distância mínima (B). (1 pto)**(500V)**



Dados: $r_0 = 0,4$ m $\lambda = 2\times10^{-8}$ C/m $q = 0,08$ C $m = 0,1$ kg $\dfrac{1}{4.\pi.\varepsilon_0} = 9\times10^9\ \dfrac{N.m^2}{C^2}$

Formulário: $\vec{E} = \dfrac{\lambda}{2.\pi\varepsilon_0}.\dfrac{1}{r}.\vec{u}$ $W_{AB}^{\substack{força\\resultante}} = \dfrac{1}{2}m\cancel{v_B^2} - \dfrac{1}{2}mv_A^2$ $W_{AB}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$

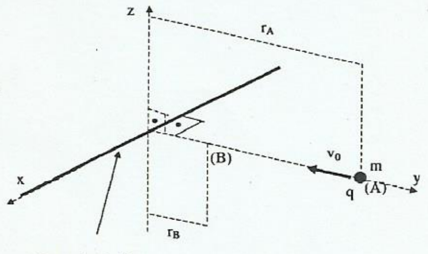
$V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E}.d\vec{l}$

18)(P3-2°sem06-diurno) -Uma partícula de massa m e carga q é lançada com velocidade v0 na direção perpendicular a uma reta eletrizada uniformemente com densidade de carga l, a partir de um ponto A, distante rA da reta. Pedem-se:

a) a velocidade necessária para que a partícula atinja o ponto B com velocidade nula; (1,5 ptos)**(86,5m/s)**

b) a correspondente variação do potencial elétrico entre os referidos pontos. (1 pto)**(2,5x10^{4}V)**

Dados: q= 6´10^{-6} C m = 4 ´10^{-5} Kg $r_A = 4$ m $r_B = 1$ m l= 1´10^{-6} C/m



Reta eletrizada
(λ)

Formulário: $W_{AB}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$ $W_{AB}^{resultante} = \Delta E_C^{A\to B}$ $\vec{E} = \dfrac{\lambda}{2.\pi.\varepsilon_0}.\dfrac{1}{r}.\vec{u}$ $V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E}.d\vec{s}$

$\Delta E_C^{A\to B} = \dfrac{1}{2}.m.v_B^2 - \dfrac{1}{2}.m.v_A^2$

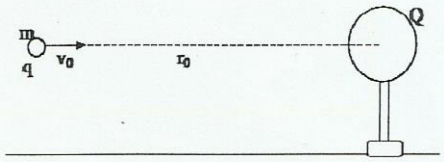
19)(P2-2°sem05-diurno) Uma esfera metálica, com carga Q, é mantida em repouso por suporte isolante. Uma segunda esfera metálica com carga q e massa m é projetada contra Q. Quando a distância entre as duas esferas é igual a r0 a carga q se aproxima de Q com velocidade v0. Tratar as duas esferas como cargas puntiformes. Determinar:

a) a velocidade de q quando a distância entre as duas esferas for igual a r ;(1,5 ptos)**(26,8m/s)**

b) a distância mínima r_{min}. entre as cargas. (2 ptos)**(0,2m)**

Dados: $q = 3\times10^{-6}$ C $Q = 8\times10^{-6}$ C $m = 2\times10^{-3}$ kg $v_0 = 30$ m/s $r_0 = 1,2$ m

$r = 0,6$ m $\dfrac{1}{4.\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9\dfrac{N.m^2}{C^2}$



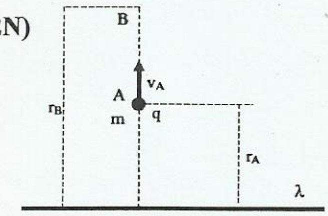
Formulário: $W_{AB} = -q.(V_B - V_A)$ $W_{AB} = \dfrac{1}{2}.m.v_B^2 - \dfrac{1}{2}.mv_A^2$ $V = \dfrac{1}{4.\pi.\varepsilon_0}.\dfrac{Q}{r}$

20)(P3-1°sem06-diurno) Uma partícula eletrizada de massa m e carga elétrica puntiforme q está situada numa distância rA de uma reta eletrizada uniformemente com densidade linear de carga l. A seguir a partícula é lançada com velocidade vA perpendicularmente à reta l. Determinar:

a) a distância rB ,sabendo-se que no ponto B a velocidade da carga q é nula; (1,5 ptos)**(1,66m)**

b) a intensidade da força elétrica que atua na carga q nos pontos A e B. (1pto)**(Fa=266,4N e Fb=80,2N)**

Dados: $r_A = 0,5$ m $\lambda = 2\times10^{-8}$ C/m q =- 0,37C $m = 0,8$ kg $v_A = 20$ m/s



Formulário: $\vec{E} = \dfrac{\lambda}{2.\pi\varepsilon_0}.\dfrac{1}{r}.\vec{u}$ $W_{AB}^{\substack{força\\resultante}} = \dfrac{1}{2}mv_B^2 - \dfrac{1}{2}mv_A^2$ $W_{AB}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$

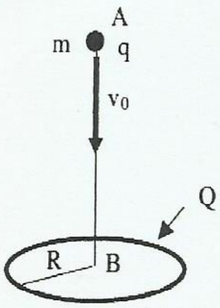
$V_B - V_A = -\int_A^B \vec{E}.d\vec{l}$ $\vec{F} = q.\vec{E}$

21)(P2-1°sem06-noturno) Uma partícula eletrizada de massa **m** e carga elétrica puntiforme **q** está situada sobre o eixo de simetria perpendicular ao plano de um anel de raio **R** eletrizado uniformemente com uma carga **Q.** A seguir a partícula é lançada com velocidade **v0** no sentido do centro do anel. Considerar que na posição de lançamento a partícula esteja infinitamente afastada do centro do anel e nesta posição o potencial elétrico produzido pelo anel eletrizado seja nulo. Determinar:

a) o potencial elétrico produzido pelo anel eletrizado no seu centro; (1 pto)**(450V)**

b) a velocidade **v0** necessária para que a partícula atinja o centro do anel com velocidade nula; (1,5 ptos)**(21,2m/s)**

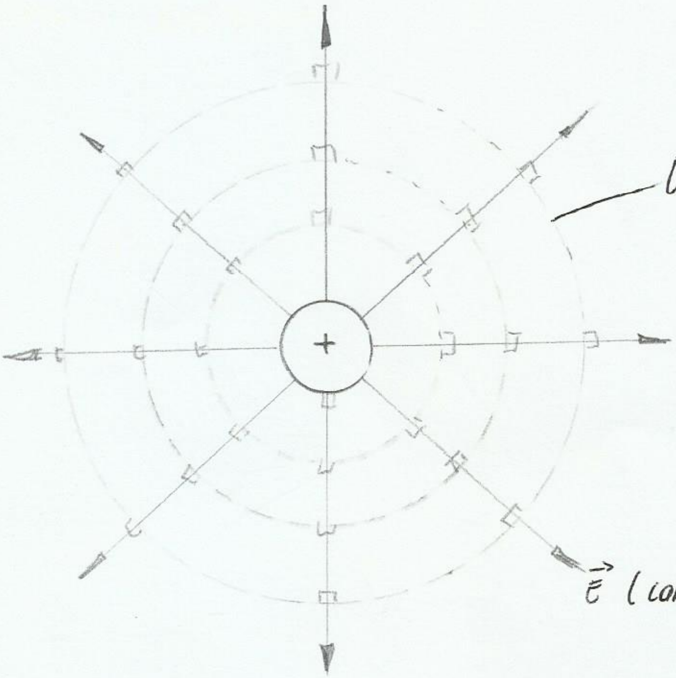
c) o trabalho realizado pela força elétrica, que atua sobre a carga **q**, do ponto de lançamento até o centro do anel. (1,0 pto)**(-22,5J)**



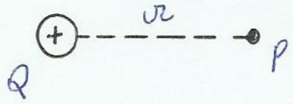
Dados: $R = 0,4$ m $Q = 2\times10^{-8}$ C $q = 0,05$ C $m = 0,1$ kg $\dfrac{1}{4.\pi.\varepsilon_0} = 9\times10^9\ \dfrac{N.m^2}{C^2}$

Formulário: $V = \dfrac{1}{4.\pi.\varepsilon_0}.\dfrac{Q}{r}$ $W_{AB}^{\substack{força\\resultante}} = \dfrac{1}{2}m\cancel{v_B^2} - \dfrac{1}{2}mv_A^2$ $W_{AB}^{\substack{força\\elétrica}} = -q.(V_B - V_A)$

Potencial Elétrico [V]

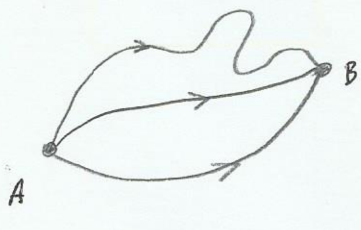


Carga Puntiforme



$$\boxed{V = \frac{K.Q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} \quad (V)}$$

Trabalho (W) (da Força elétrica)



$$\begin{cases} W_{AB} = -q\,(V_B - V_A) \\ W_{AB} = q\,(V_A - V_B) \end{cases} \quad [J]$$

O trabalho da força elétrica é conservativo, ou seja, ele independe do caminho entre os pontos 'A' e 'B'.

$$\boxed{W = \Delta E_c = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2}$$ Energia cinética

Potencial Elétrico x Campo Elétrico

$E = \frac{-dV}{dr}$ $\quad V = -\int E\,dr$

Energia potencial e potencial Elétrico

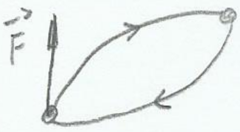
Capacitores e Dielétricos

Revisão:

q

Q

$$F_{el} = k.\frac{Qq}{r^2}$$



$W^{\vec{F}}_{\text{(percurso fechado)}} = 0$; $\vec{F}$ é conservativa

$$W = \int_A^A F_{el}\, dr$$

$$= \int_A^A \frac{K.Qq}{r^2}\, dr = kQq.\int_A^A \frac{1}{r^2}\, dr = k.Qq.\left(\frac{-1}{r}\right)_A^A = 0$$

Como a força é conservativa, temos:

$$W^F_{A,B} = -\Delta Ep = -[\,Ep(B) - Ep(A)\,]$$

$$\therefore \boxed{W_{A,B} = \Delta Ec}$$

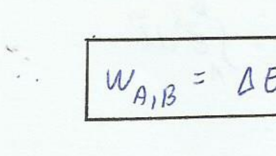
Se a força resultante é conservadora

$$W^{\vec{F}_{resul.}}_{A,B} = W^{F_{conserv.}}_{A,B}$$

$$\boxed{\Delta Ec = -\Delta Ep}$$

(*) Energia potencial elétrica

$$W^{Fel}_{A,B} = -\Delta Ep = \int_A^B \vec{F}_{el} \cdot d\vec{l}$$

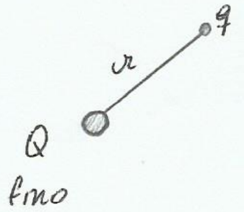


$d\vec{l}$: vetor deslocamento infinitesimal tangente a trajetória

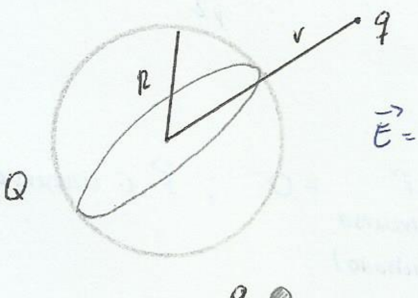
$$\Delta Ep = Ep(B) - Ep(A) = -\int_A^B \vec{F_{el}} \cdot \vec{dl} \quad ; \quad \vec{F_{el}} = \pm q \cdot \vec{E}$$

$\boxed{\Delta Ep = -q\int_A^B \vec{E}\,\vec{dl}}$ Variação da energia potencial elétrica

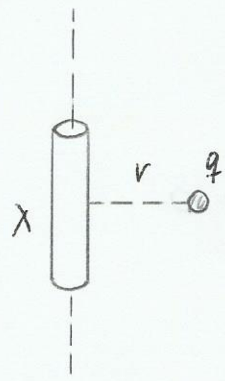
↳ $\vec{E}$ depende da distribuição de cargas



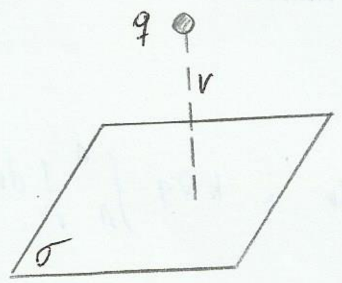
$$\vec{E} = \frac{k.Q}{r^2} \cdot \hat{r}$$



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



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

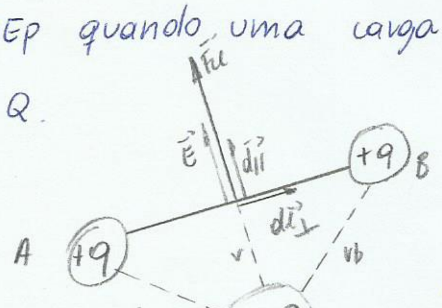


$$\vec{E} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\,\hat{r}$$

(*) Diferença de potencial

$\boxed{\Delta V = \frac{\Delta Ep}{q}}$ [V] (volt) $\qquad \Delta V = V(B) - V(A) = -\int_A^B \vec{E}\,\vec{dl}$

(*) ΔEp quando uma carga de prova q se move próxima a uma carga Q.



$$\vec{F_{el}} = q.\vec{E}$$

$$\vec{dl} = \vec{dl_{\parallel}} + \vec{dl_{\perp}}$$

$$\Delta Ep = Ep(B) - Ep(A)$$

$$= -q\int_A^B \vec{E}\,\vec{dl}$$

$$= -q\int_A^B E(dl_{\parallel} + \cancel{dl_{\perp}}^{\to 0})$$

$$\Delta Ep = -q\int_A^B \frac{KQ}{r^2}\,\hat{r}\,\underbrace{dl_{\parallel}}_{dr}$$

$$\Delta Ep = -KQq\int_A^B \frac{1}{r^2}\,dr$$

$$\Delta Ep = -KQq \cdot \left(\frac{-1}{r}\right)\Big|_{rA}^{rb}$$

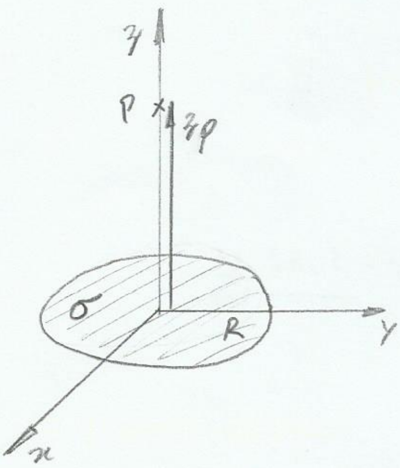
$$\Delta Ep = KQ.q\left(\frac{1}{rb} - \frac{1}{rA}\right) \quad \to \quad \boxed{Ep(B) - Ep(A) = \frac{KQq}{rb} - \frac{KQq}{rA}}$$

Capítulo 23 - Potencial

1) (P2 - 1º sem 11 - noturno)

• $q = -e$

infinito



Dados:

$\sigma = 160 \cdot 10^{-12}\ C/m^2$

$R = 0{,}200\ m$

$e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ C$

$m = 9{,}11 \cdot 10^{-31}\ kg$

$z_P = 0{,}150\ m$

$\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ F/m$

$\sigma = \frac{Q}{A} \therefore Q = 160 \cdot 10^{-12} \cdot \pi \cdot 0{,}2^2$
$= 20{,}106 \cdot 10^{-12}$

a) $W_{\infty,P} = ?$

$W = -q\,(V_B - V_A)$

$W_{\infty,P} = -q\,(V_P - \cancel{V_\infty}^{\,0})\ ;\ V_\infty = 0$

$V_P = \frac{Kq}{r} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{q}{r} = \frac{20{,}106 \cdot 10^{-12}}{4\pi \cdot 8{,}85 \cdot \cancel{10^{-12}} \cdot 0{,}2} = 0{,}90$

$W = +1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}90 = \underline{1{,}45 \cdot 10^{-19}\ J}$

ou

$V(z) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{z^2 + R^2} - z\right)$

$= \frac{160 \cdot 10^{-12}}{2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}}\left(\sqrt{0{,}15^2 + 0{,}2^2} - 0{,}15\right) = 0{,}90$

$W = +1{,}60 \cdot 10^{-19} \cdot 0{,}90 = \underline{1{,}45 \cdot 10^{-19}}\ J$

b) $v_P = ?$

$W = \Delta E_C = \frac{1}{2} m \left(v_f^2 - \cancel{v_i^2}^{\,0}\right)$

$1{,}45 \cdot 10^{-19} = \frac{1}{2} \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31}\, v_f^2 \quad \therefore \quad \underline{v_f = 5{,}63 \cdot 10^5}\ m/s$

c) $E_z = ?$

$$E_z = -\frac{dV}{dz} \qquad dV = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{z^2+R^2} - z\right)$$

$$\frac{dV}{dz} = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left\{ \frac{1}{2}\left(z^2+R^2\right)^{-\frac{1}{2}} . 2z - 1 \right\}$$

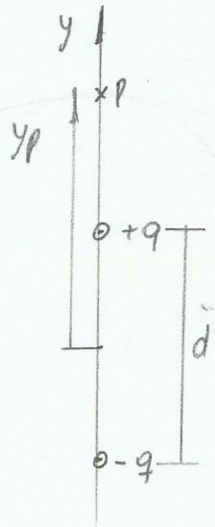
$$E_z = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left\{ \frac{z}{\sqrt{z^2+R^2}} - 1 \right\}$$

$$= -\frac{160.\cancel{10^{-12}}}{2.8,85.\cancel{10^{-12}}} \cdot \left(\frac{0,15}{\sqrt{0,15^2 + 0,2^2}} - 1 \right) \quad \therefore \underline{E_z = 3,62 \frac{V}{m}}$$

2) (P2 - 1º sem 11 - diurno)

$q = -e$

↳ infinito



a) Mostre o potencial Elétrico

$$V = V_{+q} + V_{-q}$$

$$= kq\left(\frac{1}{y - \frac{d}{2}} - \frac{1}{y + \frac{d}{2}} \right)$$

$$= kq\left(\frac{y + \frac{d}{2} - (y - \frac{d}{2})}{y^2 - \frac{d^2}{4}} \right)$$

$$= \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{d}{\left(y^2 - \frac{d^2}{4}\right)} \quad , \text{sendo } |y| > d$$

b) $v_p = ?$

$$W = -q\left(V_p - \cancel{V_\infty}^{\to 0}\right)$$

$$V_p = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \frac{d}{\left(y^2 - \frac{d^2}{4}\right)} = \frac{320.10^{-15}}{4\pi.8,85.10^{-12}} \cdot \frac{0,15}{\left(0,2^2 - \frac{0,15^2}{4}\right)} = 1,26.10^{-2}\,V$$

$$W = -(-1,60.10^{-19}).1,26.10^{-2} = 2,01.10^{-21}$$

$$W = \Delta E_c$$

$$2,01.10^{-21} = \frac{1}{2} . 9,11.10^{-31} . v_p^2 \quad \therefore \underline{v_p = 6,64.10^4 \frac{m}{s}}$$

c) Determine E_y

$$E_y = -\frac{dV}{dy} \qquad dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot q d \cdot \left(y^2 - \frac{d^2}{4}\right)^{-1}$$

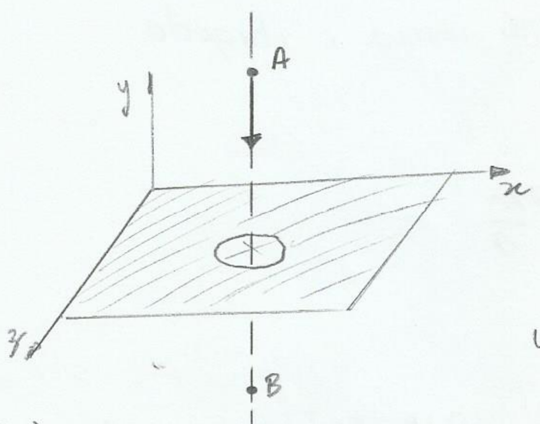
$$\frac{dV}{dz} = k \cdot q \cdot d \cdot (-1)\left(y^2 - \frac{d^2}{4}\right)^{-2} \cdot 2y$$

$$E_y = kqd\left(y^2 - \frac{d^2}{4}\right)^{-2} \cdot 2y$$

$$= 9 \cdot 10^9 \cdot 320 \cdot 10^{-15} \cdot 0{,}15 \left(0{,}2^2 - \frac{0{,}15^2}{4}\right)^{-2} \cdot 2 \cdot 0{,}2$$

$$\therefore E_y = \underline{0{,}146 \ \frac{V}{m}}$$

3) (P3 - 1° sem 11 - diurno)



Dados:

$\sigma = -4{,}8 \cdot 10^{-6} \ \frac{C}{m^2}$ $\quad q = 1{,}6 \cdot 10^{-6} \ C$

$m = 0{,}02 \ kg$ $\quad |v_a| = 80 \ m/s$ $\quad y_a = 6{,}5 \ m$

a) $v_\sigma = ?$

$$W_{a,\sigma} = -q(V_\sigma - V_a)$$

(a)

$$V_\sigma - V_a = -\int_a^\sigma \vec{E}\, d\vec{l}$$

$$= -\int_a^\sigma \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\, \vec{j} \cdot dy \cdot \vec{j}$$

$$= -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot y \Big|_a^\sigma = \frac{-4{,}8 \cdot 10^{-6}}{-2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}} \cdot 6{,}5 \quad \therefore V_\sigma - V_a = 1{,}763 \cdot 10^6$$

$$W_{a,\sigma} = 1{,}6 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}763 \cdot 10^6$$

$$= 2{,}82$$

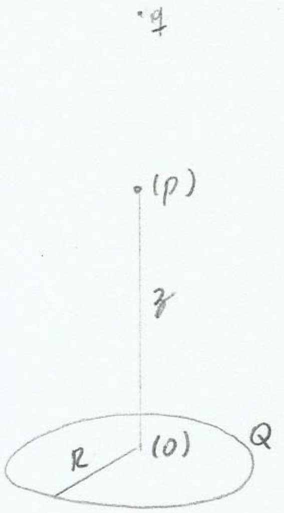
$$W_{a,\sigma} = \Delta E_c$$

$$2{,}82 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}02\,(v_\sigma^2 - 80^2) \quad \therefore v_\sigma = \underline{81{,}74 \ m/s}$$

(b) $W_{\sigma,b} = -q(V_b - V_\sigma) = (-q) \cdot -\int_\sigma^b \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\, dy = q \cdot \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot y_b = \frac{1}{2} m(\cancelto{0}{v_b^2} - v_\sigma^2)$

$$\frac{1{,}6 \cdot 10^{-6} \cdot -4{,}8 \cdot 10^{-6}}{\cancel{2} \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}} \cdot y_b = \frac{1}{\cancel{2}} \cdot 0{,}02 \cdot (-81{,}74^2) \quad \therefore y_b = \underline{153{,}99 \ m}$$

4) (P2 - 2º sem 10 - diurno)



a) trabalho necessário $W_{q,\infty} = ?$

$$W_{q,0} = -q\,(V_0 - \cancel{V_q}^{\,0})$$

$$V = \frac{1}{4\pi.\varepsilon_0}\,\frac{Q}{\sqrt{R^2+z^2}}$$

$$V = \frac{8.10^{-6}}{4\pi.8{,}85.10^{-12}.\sqrt{0{,}12^2+0^2}} = 5{,}99.10^5$$

$$W_{q,0} = -4.10^{-6}.5{,}99.10^5 = -2{,}40$$

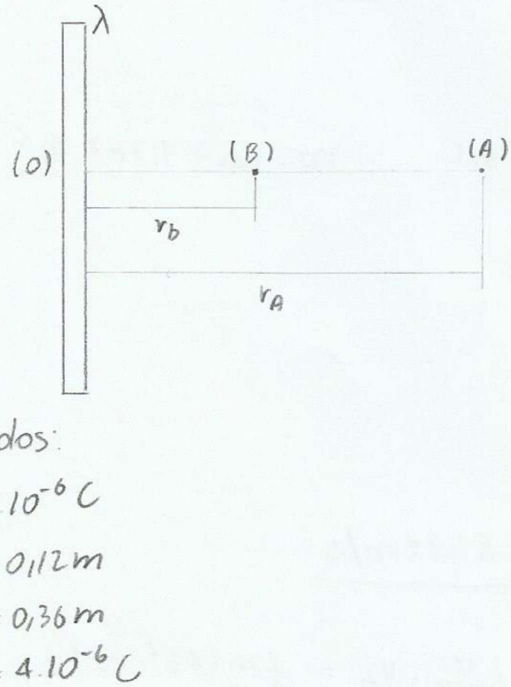
$W_{necessário} = -W_{q,0} = -(-2{,}40)$ $\therefore$ $W_{neces.} = 2{,}40\,J$

b) Não, pois o trabalho é conservativo, ou seja, não depende da sua trajetória, mas sim dos pontos de inicio e chegada.

c) $W = \Delta E_c$

$2{,}40 = \frac{1}{2}.2.10^{-3}.v^2$ $\therefore$ $v = 48{,}97\,\frac{m}{s}$

5) (P2 - 2º sem 10 - noturno)



Dados:

$\lambda = 9.10^{-6}\,C$

$r_b = 0{,}12\,m$

$r_A = 0{,}36\,m$

$q = 4.10^{-6}\,C$

$m = 2.10^{-3}\,kg$

$\frac{1}{2\pi\varepsilon_0} = 18.10^9\,\frac{Nm^2}{C^2}$

a) $W_{neces\,(A\to B)} = ?$

$$W_{A,B} = -q\,(V_B - V_A)$$

$$V_B - V_A = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\ln\left|\frac{r_b}{r_A}\right|$$

$$= \frac{-9.10^{-6}}{2\pi.8{,}85.10^{-12}}\ln\left|\frac{0{,}12}{0{,}36}\right|$$

$$= 1{,}78.10^{-5}$$

$$W_{A,B} = -4.10^{-6}.1{,}78.10^{-5}$$

$$= -0{,}711$$

$$W_{nec} = -W_{A,B}$$

$$= 0{,}711\,J$$

b) Não, porque o trabalho é conservativo, portanto não depende da trajetória

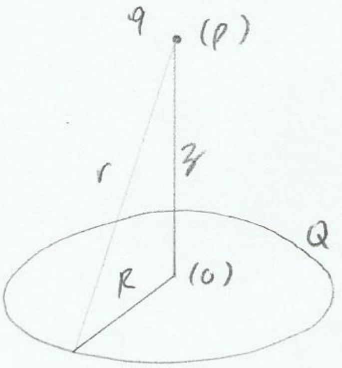
c)

$W_{B,A} = -W_{A,B} = 0,711 \, J$

$W_{B,A} = \Delta E_c$

$0,711 = \frac{1}{2} . 2.10^{-3} v^2 \quad \therefore \underline{v = 26,67 \frac{m}{s}}$

6) (P3 - 2º sem 10 - noturno)



a) $dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{dQ}{r}$

$V = \int \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \frac{dQ}{r}$

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 r} \int dQ$

$V(z) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 \sqrt{z^2 + R^2}}$

b) $W = -q (V_O - V_P)$

$V_O = \frac{6.10^{-6}}{4\pi . 8,85.10^{-12} . \sqrt{0^2 + 3^2}} \quad \therefore V_O = 1,798.10^4$

$V_P = \frac{6.10^{-6}}{4\pi . 8,85.10^{-12} \sqrt{3^2 + 4^2}} \quad \therefore V_P = 1,079.10^4$

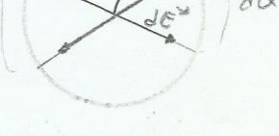
$W = -(-1,6.10^{-19}) . (1,798.10^4 - 1,079.10^4)$

$W = 1,15 . 10^{-15} \, J$

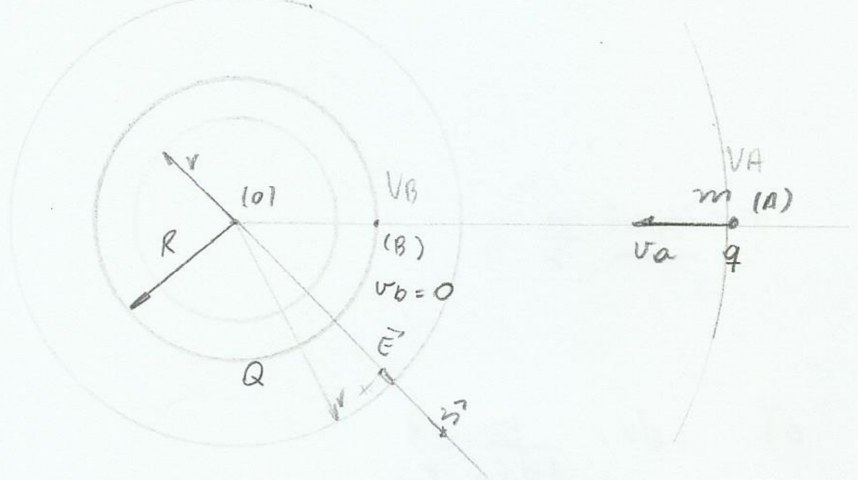
$W = \Delta E_c$

$1,15.10^{-15} = \frac{1}{2} . 9,11 . 10^{-31} . v^2 \quad \therefore \underline{v = 50,25 . 10^6 \frac{m}{s}}$

c) O campo elétrico produzido no centro, através do anel é igual a zero, pois realizando a soma de cada campo elétrico de cada ponto corresponde a zero. veja a figura



7) (P2-2ºsem09-diurno)



Dados:
R = 5m
$Q = 2.10^{-6}$ C
r_A = 40m
$v_b = 0$
m = 0,1 kg
$q = 4.10^{-3}$ C

a)
$$\Phi = \int \vec{E}\, d\vec{A} = \frac{1}{\varepsilon_0}\Sigma Q \quad ; \quad d\vec{A} = dA\,\hat{n}$$
$$= E \oint dA = \frac{1}{\varepsilon_0}\Sigma Q$$
$$= E.4\pi r^2 = \frac{1}{\varepsilon_0}\Sigma Q$$

Para $0 < r < R$, temos $\Sigma Q = 0 \therefore E = 0$

b) VA = ? VB = ?

$$V = \frac{KQ}{r}$$
$$W = -q(V_B - V_A)$$
$$W = \Delta E_c$$

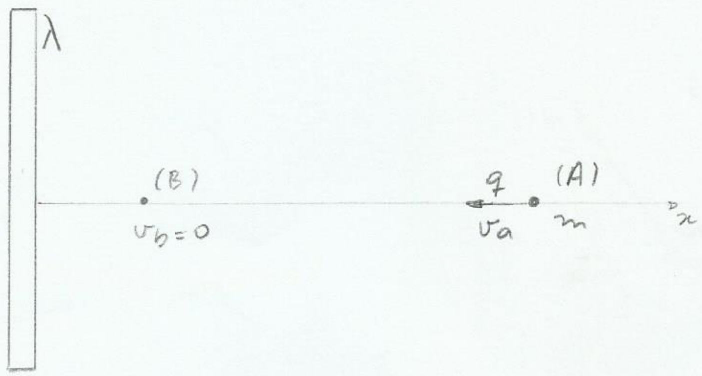
$$V_A = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\cdot\frac{Q}{R}$$
$$= \frac{9.10^9.2.10^{-6}}{40} \quad \therefore \underline{V_A = 450V}$$

$$V_B = \frac{9.10^9.2.10^{-6}}{5} \quad \therefore \underline{V_B = 3600.V}$$

c) $v_a = ?$

$$W_{a,b} = -q(V_b - V_a)$$
$$= -4.10^{-3}(3600-450) = -12,6\,J$$
$$W_{a,b} = \Delta E_c$$
$$-12,6 = \frac{1}{2}.0,1.(0 - v_a^2) \quad \therefore v_a = 15,87\,\frac{m}{s}$$

8) (P2- 2º sem09- noturno)



Dados:

$\lambda = 2.10^{-6}$ C/m

$x_A = 40$ m

$x_b = 5$ m

$v_b = 0$

$m = 0,1$ kg

$q = 4.10^{-3}$ C

a) $E = ?$

$$\Phi = \oint \vec{E}\, d\vec{A} = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum Q_{int} \quad ; \quad d\vec{A} = dA\, \hat{n}$$

$$= E \oint dA = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum Q_{int}$$

$$= E \cdot 2\pi r . L = \frac{1}{\varepsilon_0} \sum Q_{int} \qquad ; \quad \lambda = \frac{Q}{L} \quad \therefore \quad Q = \lambda L$$

$$E = \frac{\lambda \cancel{L}}{2\pi \varepsilon_0 . r . \cancel{L}} \qquad \therefore \quad E = \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0 r} \quad , \; r > 0$$

b) $V_B - V_A = ?$

$$dV = -\vec{E}\, dl$$

$$V = -\int \vec{E}\, dl$$

$$= -\int \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0 r}\, dr$$

$$= \frac{-\lambda}{2\pi \varepsilon_0} \int \frac{1}{r}\, dr = \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0} \ln\left(\frac{r_f}{r_i}\right)$$

$$V_B - V_A = -2 . 9.10^{9} . 2.10^{-6} \ln\left(\frac{5}{40}\right) \quad \therefore \quad V_B - V_A = 7,486.10^{4} \text{ V}$$

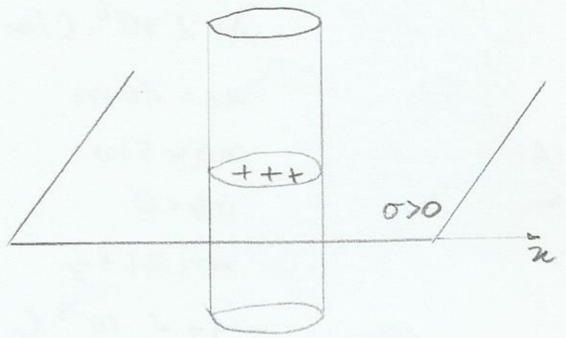
c) $v_A = ?$

$$W_{B,A} = q (V_B - V_A) = -4.10^{-3} . 7,486.10^{4} \quad \therefore \quad W_{B,A} = 2,99\, 10^{2} \text{ J}$$

$$W = \Delta Ec$$

$$2,99.10^{2} = \frac{1}{2} . 0,1 . (0 - v_a^{2}) \quad \therefore \quad v_a = 77,4 \text{ m/s}$$

9) (P3 - 2°sem09 - diurno)



a) $E = ?$

$\Phi = \int \vec{E}\, d\vec{A} = \frac{1}{\varepsilon_0} \cdot Q \quad ; \; d\vec{A} = dA\, \hat{n}$

$E \oint dA = \frac{1}{\varepsilon_0} Q \quad ; \; Q = A \cdot \sigma$

$2E \cdot A = \frac{A \cdot \sigma}{\varepsilon_0} \qquad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

b) $V_A = ?$

$E = -\frac{dV}{dL} \qquad dV = -E\, dL$

$V = -\int E\, dL$

$V = -\int \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\, dL$

$= \frac{-\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \Delta L \quad ; \; \Delta L = h$

$V_A = \frac{-6 \cdot 10^{-8} \cdot 0{,}8}{2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}} = \underline{-2711{,}9V}$

c) $v_\alpha = ?$

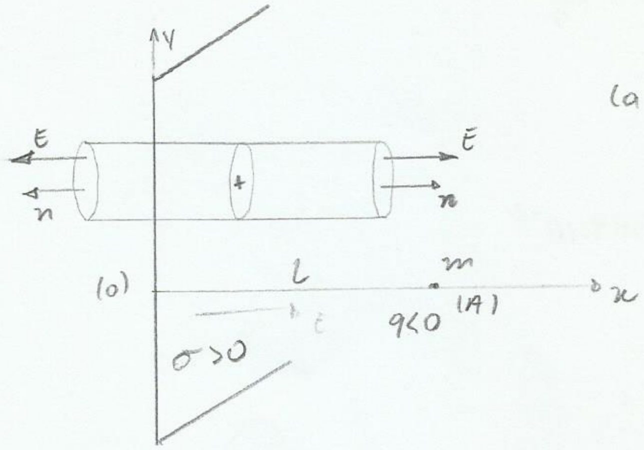
$W = -q\,(V_\sigma - V_A)$

$= -(-1{,}6 \cdot 10^{-19}) \cdot (0 - (-2711{,}9)) = 4{,}339 \cdot 10^{-16}$

$4{,}339 \cdot 10^{-16} = \frac{1}{2} \cdot 9{,}11 \cdot 10^{-31}\, (v_\sigma^2 - \cancel{v_\alpha^2}^{\,0})$

$\therefore v_\sigma = \underline{3{,}09 \cdot 10^7} \frac{m}{s}$

10) (P3 - 2º sem 09 - noturno)



(a) $\oint \vec{E} d\vec{A} = \frac{Q}{\varepsilon_0}$; $d\vec{A} = dA\hat{n}$

$2E \cancel{A} = \frac{\sigma \cancel{A}}{\varepsilon_0}$

$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$; $\sigma > 0$

(b) $\vec{E} = -\frac{dV}{d\vec{l}}$ $\quad dV = -\vec{E} d\vec{l}$

$V = -\int E\, dl . \cos 0$

$= -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} \Delta L = \frac{-6.10^{-6}}{2.8,85.10^{-12}} \cdot 0,8 \therefore \underline{V = -2711,9V}$

(c) $W_{A,\sigma} = -q(V_\sigma - V_A)$

$= -(-1,6.10^{-19}).(0-(-2711,9)) \therefore W_{A,\sigma} = 4,34.10^{-16} J$

$W_{A,\sigma} = \Delta E_c$

$4,34.10^{-16} = \frac{1}{2} . 9,11.10^{-31} (v_\sigma^2 - \cancel{v_A^2}^{\,0}) \therefore v_\sigma = 3,086.10^7$

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

$a = \frac{-1,6.10^{-19}.6.10^{-6}}{2.8,85.10^{-12}} \cdot \frac{1}{9,11.10^{-31}} \therefore a = -5,95\ 10^4$

$v = v_0 + at$

$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{3,086.10^7 - 0}{5,9\ 10^4} \therefore \underline{t = 5,20.10^{-6} s}$

11) P3 - 2º sem 07 - diurno

(a) $V_A = \frac{9.10^9.6.10^{-6}}{2.6} = 6.10^3$ $\quad V_B = \frac{9.10^9.6.10^{-6}}{9.6} = 1,33.10^3$

$W_{A,B} = -(-5.10^{-6}).(1,33.10^3 - 6.10^3) \therefore W_{A,B} = -2,33.10^{-2}$

$W_{A,B} = \Delta E_c$

$-2,33.10^{-2} = \frac{1}{2}.0,04.(0 - v_A^2) \therefore v_A = \underline{1,08\ \frac{m}{s}}$

(b) Ponto P, onde $V_P = \frac{V_A}{2}$.

$$v_p = \frac{v_a}{2} \Rightarrow v_p = \frac{1{,}08}{2} \therefore v_p = 0{,}54\ \frac{m}{s}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$

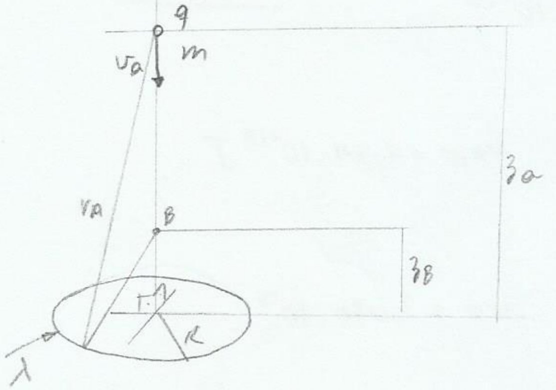
$$a = \frac{v^2 - v_0^2}{2\Delta s} = \frac{0^2 - 1{,}08^2}{2.7{,}6} = -1{,}369.10^{-2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$

$$0{,}54^2 = 1{,}08^2 + 2.(-1{,}369.10^{-2}).\Delta s \quad \therefore \Delta s = 31{,}5$$

X

12) (P2- 2º sem 07 - noturno)



Dados: $m: 0{,}02\ kg$; $q = 1.10^{-6}\ C$

$z_b = 2m$ $z_A = 6{,}5m$ $\lambda = 5.10^{-4}\ C/m$

$R = 3m$ $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}$

$$dV = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{dQ}{r}$$

$$V_a = \frac{5.10^{-4}.2\pi.3}{4\pi.8{,}85.10^{-12}.\sqrt{3^2+6{,}5^2}}$$

$$V_a = 1{,}18.10^7$$

$$V_b = \frac{5.10^{-4}.2\pi.3}{4\pi.8{,}85.10^{-12}\sqrt{3^2+2^2}}$$

$$V_b = 2{,}35.10^7$$

a) $v_a = ?$

$$W_{a,b} = -q(V_b - V_a)$$

$$W_{a,b} = -1.10^{-6}(2{,}35-1{,}18).10^7$$

$$W_{a,b} = -11{,}667\ J$$

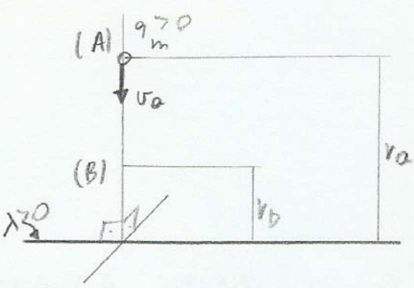
$$-11{,}667 = \frac{1}{2}.0{,}02\,(0^2 - v_b^2)$$

$$\therefore v_b = 34{,}16\ \frac{m}{s}$$

(b)

$W = -11{,}667\ J$

13) (P2-2º sem07 - diurno)



Dados

$m = 0{,}02\ kg$ $\lambda = 5.10^{-4}\ C/m$

$q = 1.10^{-6}\ C$

$v_a = 30\ m/s$

$r_a = 6{,}5 m$

a) $r_b = ?$

$$w_{a,b} = -q(V_b - V_a) = (-q).-\int \vec{E}\,d\vec{l} = q.\int_a^b \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r}\hat{j}\,dr\hat{j}$$

$$w_{a,b} = \frac{q\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \ln\left|\frac{r_b}{r_A}\right| = \frac{1}{2} m (\cancel{v_b^2} - v_a^2)$$

$$\frac{1.10^{-6}.5.10^{-4}}{2\pi.8{,}85.10^{-12}} \cdot \ln\left|\frac{r_b}{6{,}5}\right| = \frac{1}{2} \cdot 0{,}02 \cdot (-30^2) \quad \therefore \underline{r_b = 2{,}39 m}$$

b) $w_{a,b} = ?$

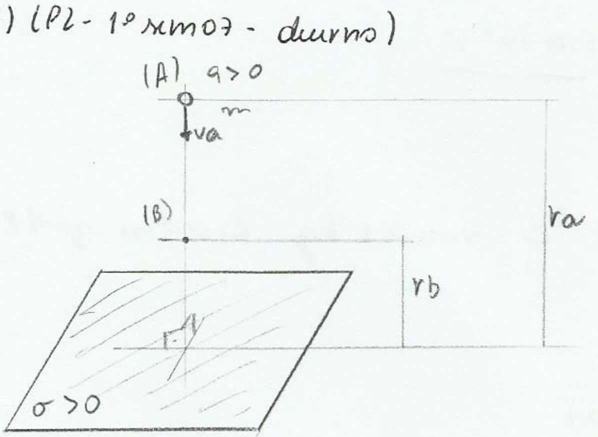
$$w_{a,b} = -q(V_b - V_a) = \frac{q\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left|\frac{r_b}{r_a}\right|$$

$$= \frac{1.10^{-6}.5.10^{-4}}{2\pi.8{,}85\ 10^{-12}} \cdot \ln\left|\frac{2{,}39}{6{,}5}\right| \quad \therefore \underline{w_{a,b} = -9 J}$$

ou $w_{a,b} = \Delta E_c$

$$= \frac{1}{2} m (\overset{0}{\cancel{v_b^2}} - v_a^2) = \frac{1}{2} \cdot 0{,}02 \cdot (-30^2) = \underline{-9 J}$$

14) (P2 - 1º sem07 - diurno)



Dados: $m = 0{,}02\ kg$ $q = 1.10^{-6} C$

$v_a = 80 m/s$ $r_a = 6{,}5 m$ $\sigma = 5.10^{-4} C/m^2$

(a) $r_b = ?$

$$v^2 = v_0^2 + 2a\Delta s$$

$$\Delta s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{0 - 80^2}{-2.1{,}41.10^3} = 2{,}27 m$$

$$\vec{F} = q.\vec{E} = \frac{q.\sigma}{2\varepsilon_0} = m.a$$

$$a = \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0.m} = \frac{1.10^{-6}.5.10^{-4}}{2.8{,}85.10^{-12}.0{,}02} = 1{,}41.10^3$$

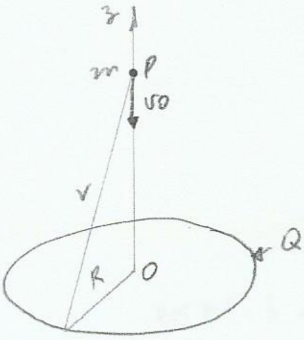
$$r_b = 6{,}5 - 2{,}27 = \underline{4{,}23 m}$$

b) $t = s$

$v = v_0 + at$

$t = \frac{v - v_0}{a} = \frac{0 - 80}{-1{,}41 . 10^3} \therefore \underline{t = 0{,}057 s}$

15) (P2- 2º sem 06 - noturno)



Dados: $Q = q = 5 . 10^{-4}$ C $m = 0{,}2$ kg $R = 0{,}6$ m

$z = 3R$ $v_0 = 0$

a) $v_P = ?$

$W_{PO} = -q(V_O - V_P)$

$V_P = \frac{kQ}{r} = \frac{9 . 10^9 . 5 . 10^{-4}}{\sqrt{0{,}6^2 . (3 . 0{,}6)^2}} = 2{,}37 . 10^6$

$V_O = \frac{kQ}{r} = \frac{9{,}10^9 . 5{,}10^{-4}}{\sqrt{0{,}6^2 + 0^2}} = 7{,}5 . 10^6$

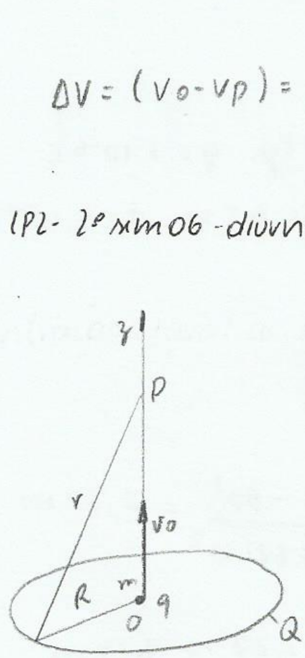
$W_{OP} = -5 . 10^{-4} . (7{,}5 . 10^6 - 2{,}37 . 10^6) = -2{,}564 . 10^3$

$W_{OP} = \frac{1}{2} m (v_0^2 - v_P^2)$

$-2{,}56 . 10^3 = \frac{1}{2} . 0{,}2 (0^2 - v_P^2) \therefore \underline{v_P = 160{,}13 \frac{m}{s}}$

$\Delta V = (V_O - V_P) = (7{,}5 . 10^6 - 2{,}37 . 10^6) = \underline{5{,}13 . 10^6 V}$

16) (P2- 2º sem 06 - diurno)



Dados: $Q = -q = 3 \, 10^{-4}$ C $m = 0{,}1$ kg $R = 0{,}4$ m $z = 4R$

a) $v_0 = ?$

$W_{OP} = -q(V_P - V_O)$

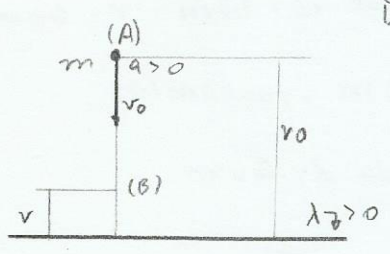
$V_P = \frac{3 . 10^{-4}}{4\pi . 8{,}85 . 10^{-12} . \sqrt{0{,}4^2 + 1{,}6^2}} = 1{,}64 . 10^6 V$

$V_O = \frac{3 \, 10^{-4}}{4\pi . 8{,}85 . 10^{-12} \sqrt{0{,}4^2 + 0^2}} = 6{,}74 . 10^6 V$

$W = 3 . 10^{-4} (1{,}64 . 10^6 - 6{,}74 . 10^6) = -1{,}53 . 10^3 = \frac{1}{2} . 0{,}1 (0^2 - v_0^2) \therefore \underline{v_0 = 175{,}07 \frac{m}{s}}$

b) $\Delta V = (V_p - V_0) = (1{,}69.10^6 - 6{,}79.10^6) = \underline{-5{,}11.10^6\,V}$.

17) P2 - 1º sem 06 - diurno



Dados: $r_0 = 0{,}4m$ $\lambda = 2.10^{-8}\,C/m$ $q = 0{,}08\,C$ $m = 0{,}1\,kg$

(a) $v_0 = ?$ para que $r = \frac{r_0}{4}$

$W_{B'A} = -q\,(V_A - V_{B'})$

$V_A - V_{B'} = -\int_{B'}^{A} \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r}\,dr = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left|\frac{r_A}{r_{B'}}\right|$

$W_{B'A} = \frac{q\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left|\frac{r_A}{r_{B'}}\right|$

$= \frac{0{,}08 \cdot 2.10^{-8}}{2\pi \cdot 8{,}85.10^{-12}} \ln\left|\frac{0{,}4}{0{,}1}\right| = 39{,}89\,J$

$39{,}89 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}1\,(v_0^2 - \cancel{v_A^2}^{\,0})$ $\therefore$ $v_0 = \underline{28{,}25\,\frac{m}{s}}$

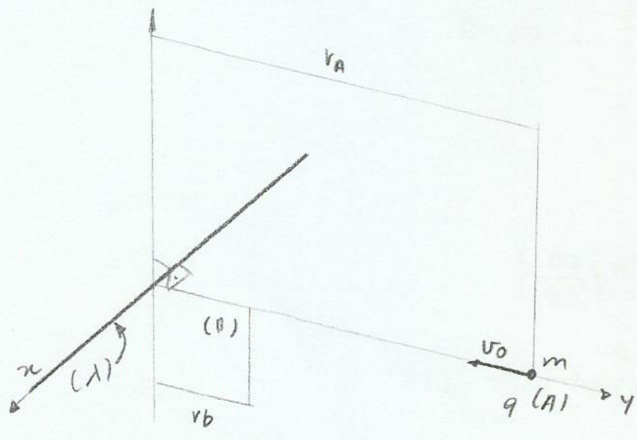
(b) $W_{realiz} = -W_F$

$W_{realiz} = \underline{-39{,}89\,J}$

(c) $W_{B'A} = -q\,(V_A - V_{B'})$

$V_A - V_{B'} = \frac{-40}{-0{,}08} = \underline{500\,V}$

18) (P3 - 2º sem 06 - diurno)



Dados: $q = 6.10^{-6}\,C$ $m = 4.10^{-5}\,kg$

$r_a = 4m$ $r_b = 1m$ $l = 1.10^{-6}\,\frac{C}{m}$

a) $v_0 = ?$ para $v_b = 0$

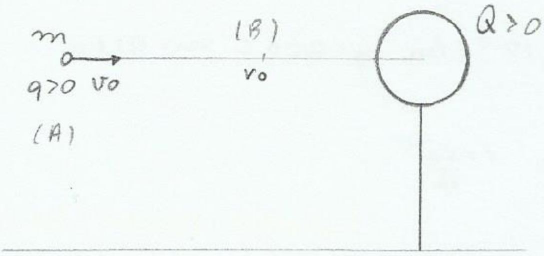
$W_{AB} = -q\,(V_B - V_A)$

$V_B - V_A = -\int_A^B \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \frac{1}{r}\,dr$

$V_B - V_A = -\frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left|\frac{r_b}{r_a}\right|$ $W_{AB} = \frac{q\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left|\frac{r_b}{r_a}\right| = \frac{6.10^{-6} \cdot 1.10^{-6}}{2\pi \cdot 8{,}85.10^{-12}} \ln\left|\frac{1}{4}\right|$

$W_{AB} = -1{,}496.10^{-1} = \frac{1}{2} \cdot 4.10^{-5}\,(\cancel{v_b^2}^{\,0} - v_a^2)$ $\therefore$ $v_a = v_0 = \underline{86{,}48\,m/s}$

19) P2 - 2º sem 05 - diurno



Dados: $q = 3.10^{-6}\,C$ $Q = 8.10^{-6}\,C$ $m = 2.10^{-3}\,kg$

$v_0 = 30\,m/s$ $r_0 = 1{,}2\,m$ $r = 0{,}6\,m$

- Quando $d = 1{,}2\,m$, $v_0 = 30\,m/s$

(a) $v_q = ?$ quando $d = 0{,}6\,m$

$$W_{AB} = -q(V_B - V_A)$$

$$V_B = \frac{kQ}{r} = \frac{9.10^9 . 8.10^{-6}}{0{,}6} = 1{,}2.10^5$$

$$V_A = \frac{9.10^9 . 8.10^{-6}}{1{,}2} = 6.10^4$$

$$W_{AB} = -3.10^{-6}(1{,}2.10^5 - 6.10^4)$$

$$= -0{,}18$$

$$-0{,}18 = \frac{1}{2}\, 2\,10^{-3}(v^2 - 30^2) \quad \therefore \underline{v = 26{,}83\,m/s}$$

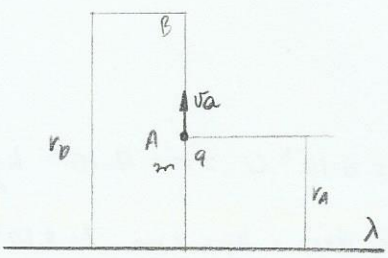
(b) $W_{AC} = -q(V_C - V_A) = \frac{1}{2} m (\cancel{v_c^2}^{\to 0} - v_a^2)$

$$V_C = \frac{9.10^9 . 8.10^{-6}}{r} = \frac{7{,}2.10^4}{r}$$

$$V_a = \frac{9.10^9 . 8.10^{-6}}{1{,}2} = 6.10^4$$

$$-3.10^{-6}\left(\frac{7{,}2.10^4}{r} - 6.10^4\right) = \frac{1}{2} . 2.10^{-3} . (-30^2) \quad \therefore \underline{r = 0{,}2\,m}$$

20) (P3 - 1º sem 06 - diurno)



Dados: $r_A = 0{,}5\,m$ $\lambda = 2\,10^{-8}\,C/m$ $q = -0{,}37\,C$

$m = 0{,}8\,kg$ $v_a = 20\,m/s$

(a) $r_b = ?$; $v_b = 0$

$$W_{AB} = -q(V_B - V_A)$$

$$V_B - V_A = -\int_A^B \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r}\, dr = \frac{-\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left|\frac{r_b}{r_a}\right|$$

$$W_{AB} = \frac{q\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left|\frac{r_b}{r_a}\right| = \frac{1}{2} m (\cancel{v_b^2}^{\to 0} - v_a^2)$$

$$= \frac{-0{,}37 . 2\,10^{-8}}{2\pi . 8{,}85 . 10^{-12}} \ln\left|\frac{r_b}{0{,}5}\right| = \frac{1}{2} . 0{,}8 . (-20^2) \quad \therefore \underline{r_b = 1{,}66\,m}$$

b) $F_A = ?$ $F_b = ?$

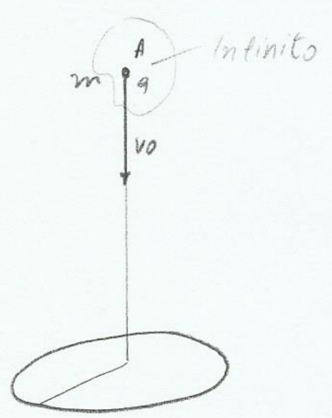
$$|F_A| = q\vec{E}$$

$$= q \cdot \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0} \cdot \frac{1}{r} = \frac{-0{,}37 \cdot 2\,10^{-8}}{2\pi \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 0{,}5} = \underline{266{,}16\ N}$$

$$|F_b| = q \cdot E$$

$$= \frac{0{,}37 \cdot 2 \cdot 10^{-8}}{2\pi \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ 1{,}66} = \underline{80{,}2\ N}$$

21) (P2 - 1º sem 06 - noturno)



Dados:

$R = 0{,}4\,m$ $Q = 2 \cdot 10^{-8}\,C$ $q = 0{,}05\,C$ $m = 0{,}1\,kg$

(a) $V_B = ?$

$$V = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-8}}{0{,}4} = \underline{450V}$$

(b) $v_0 = ?$ para $v_b = 0$

$$W_{AB} = -q(V_B - \cancel{V_A}^{\,0})$$

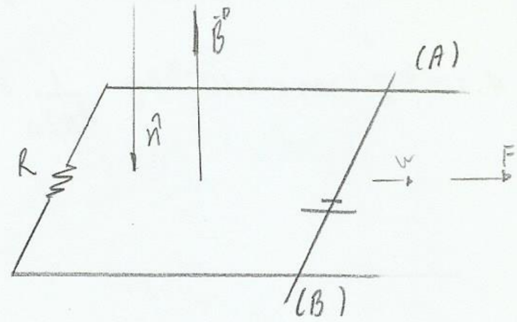
$$= -0{,}05 \cdot 450 \quad \therefore W_{AB} = -22{,}5\ J$$

$$W_{AB} = \frac{1}{2} m (\cancel{v_b^2}^{\,0} - v_a^2)$$

$$-22{,}5 = \frac{1}{2} \cdot 0{,}1 (-v_a^2) \quad \therefore v_a = \underline{21{,}21}\ m/s$$

(c) $W_{AB} = -22{,}5\ J$

4-)



$x = 2 + 0{,}5t$ Para $t = 3\,s$

$B = 0{,}6 - 0{,}1t$

Dados $L = 0{,}4m$ $R = 8\Omega$

(a) Ind

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} \quad ; \quad \Phi = \int B n \, dA \cos 180$$

$$= \int BL\,dx = BLx = (0{,}6 - 0{,}1t).0{,}4.(2 + 0{,}5t)$$

$$= 0{,}48 + 0{,}12t - 0{,}08t - 0{,}02t^2$$

$$\therefore \Phi = -(0{,}48 + 0{,}04t - 0{,}02t^2)$$

$$\varepsilon = \frac{d(0{,}48 + 0{,}04t - 0{,}02t^2)}{dt} = 0{,}04 - 0{,}04t$$

$$I = \frac{0{,}04 - 0{,}04.3}{8} \quad \therefore \underline{I = -0{,}01\,A}$$

b) $P = \varepsilon I$

$$P = RI^2 = 8.(0{,}01)^2 \quad \therefore \underline{P = 0{,}8.10^{-3}\,W}$$

Exercícios aleatórios

(P3 - 1º sem 11 - diurno)

Dados

$\sigma = -4{,}8.10^{-6} \frac{C}{m^2}$ $q = 1{,}6.10^{-6}\,C$ $m = 0{,}02\,kg$ $|v_0| = 80\,m/s$ $y_a = 6{,}5m$

a) $v_\sigma = ?$

$$W_{a\to\sigma} = -q(V_\sigma - V_a) \quad ; \quad V_\sigma - V_a = -\int_a^\sigma E\,dl$$

$$V_\sigma - V_a = -E(y_\sigma - y_a) \quad ; \quad E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$V_\sigma - V_a = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}(\cancel{y_\sigma} - y_a)$$

$$W_{a\to\sigma} = 1{,}6.10^{-6} . \frac{4{,}8.10^{-6}}{2.8{,}85.10^{-12}} . 6{,}5$$

$W_{o\to\sigma} \approx 2{,}82\,J$

$W_{o\to\sigma} = \Delta E_c$

$$W_{o\to\sigma} = \frac{1}{2}m(v_\sigma^2 - v_a^2) \quad \therefore \underline{v_a = 81{,}74\,m/s}$$

P2 - 2º sem 10 - diurno

Dados: $Q = 8.10^{-6} C$ $R = 0{,}12 m$ $q = 4.10^{-6} C$ $m = 2.10^{-3} kg$ $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9$

(a) $W_{nec} = -W_{\infty \to (0)}$

$$W_{\infty \to 0} = -q(V_0 - \cancel{V_\infty}^{\to 0})$$

$$W_{\infty \to 0} = -\frac{4.10^{-6} \cdot 9.10^9 \cdot 8.10^{-6}}{\sqrt{0{,}12^2 + 0^2}} \quad \therefore \quad W_{\infty \to 0} = -2{,}4 J$$

$$W_{nec} = 2{,}4 J$$

(b) Não, porque o trabalho é conservativo, portanto é independente da trajetória.

(c) $W_{0 \to p} = \frac{1}{2} m (v_p^2 - \cancel{v_0^2}^{\to 0})$

$2{,}4 = \frac{1}{2} \cdot 2.10^{-3} \cdot v_p^2 \quad \therefore v_p = 49 m/s$

P3 - 2º sem 10 - noturno

Dados:
$Q = 6.10^{-6} C$
$R = 3 m$
$q_e = -1{,}6.10^{-19} C$
$m_e = 9{,}11.10^{-31} kg$
$z = 4 m$

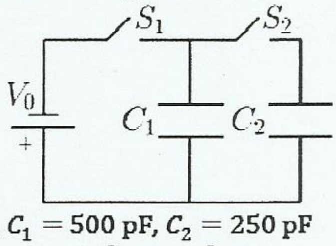
(a) $dV = \frac{K\,dQ}{r}$ $\therefore$ $V = \frac{1}{4\pi r} \cdot \frac{Q}{\sqrt{z^2 + R^2}}$

$V = \int \frac{K\,dQ}{r}$

$V = \frac{KQ}{r}$

Capítulo24- Capacitores

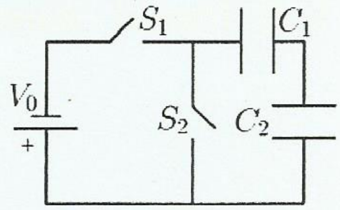
1)(P2-1°sem11-noturno) As chaves S1 e S2 abrem ou fecham o circuito mostrado na figura, impedindo ou permitindo a passagem de corrente, respectivamente. A fonte de tensão consegue manter uma diferença de potencial V_0 e, na situação mostrada na figura, os dois capacitores, de capacitâncias C1 e C2, estão descarregados. Então, no instante de tempo t_0, a chave S1 é fechada enquanto a chave S2 é mantida aberta até que o capacitor C1 esteja completamente carregado no instante de tempo t1 . Neste momento, a chave S1 é aberta e a chave S2 é fechada até que os capacitores estejam em equilíbrio no instante de tempo t2 .



a) Calcule a carga Q1do capacitor C1 no instante de tempo t1. (0,5 pt) **(1500pC)**
b) Qual é a diferença de potencial V'1 através do capacitor C1 no instante de tempo t2? (1,0 pt) **(2V)**
c) Determine a energia dissipada pelo sistema entre os instantes de tempo t1 e t2. (1,0 pt)**(-750 pJ)**

Dados: $V_0 = 3{,}00$ V, $C_1 = 500$ pF, $C_2 = 250$ pF
Formulário: $Q = CV$, $U = CV^2/2 = Q^2/2C = QV/$

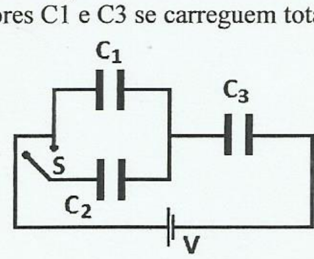
2)(P2-1°sem11-diurno) As chaves S1 e S2 abrem ou fecham o circuito mostrado na figura, impedindo ou permitindo a passagem de corrente, respectivamente. A fonte de tensão consegue manter uma diferença de potencial V_0 e, na situação mostrada na figura, os dois capacitores, de capacitâncias C1 e C2, estão descarregados. Então, no instante de tempo t_0, a chave S1 é fechada até que os dois capacitores estejam completamente carregados no instante de tempo t1. Neste momento, a chave S1 é aberta e em seguida a chave S2 é fechada até que os capacitores estejam em equilíbrio no instante de tempo t2.



a) Calcule a carga Q1do capacitor C1 no instante de tempo t1. (0,5 pt) **(626pC)**
b) Qual é a diferença de potencial V1através do capacitor C1 no instante de tempo t1 ? (1,0 pt) **(1,252V)**
c) Determine a energia dissipada pelo sistema entre os instantes de tempo t1 e t2 . (1,0 pt)**(-390 pJ)**

Dados: $V_0 = 5{,}00$ V, $C_1 = 500$ pF, $C_2 = 167$ pF
Formulário: $Q = CV$, $U = CV^2/2 = Q^2/2C = QV/2$

3)(P3-1°sem11-noturno) Os capacitores C1, C2 e C3 mostrados na figura abaixo estão inicialmente descarregados. Com a chave S aberta, liga-se ao circuito a fonte de tensão V e espera-se um tempo suficientemente longo para que os capacitores C1 e C3 se carreguem totalmente. A chave S é então fechada. pede-se:



a) a carga armazenada nos capacitores C1 e C3 quando a chave S está aberta; (1 pto) **($31{,}3\times10^{-6}$ C)**
b) a tensão em C1 e C3 após a chave S ser fechada; (1 pto) **(9,6 V e 2,4V)**
c) a variação da energia armazenada em C1. (0,5 pto) **($-0{,}25\times10^{-4}$ J)**

Dados: $C_1 = 3.10^{-6}F$ $\quad C_2 = 2.10^{-6}F$ $\quad C_3 = 20.10^{-6}F$ $\quad V = 12\,V$ $\quad \varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}\,F/m$

Formulário: $q = C.V$ $\quad U = \frac{1}{2}C.V^2$ $\quad C_p = C_1 + C_1$ $\quad \frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

4)(P2-2°sem10-diurno) Um capacitor plano possui placas com área , separadas pela distância x , e está carregado com uma carga elétrica q. Entre as placas há um dielétrico de constante dielétrica k. Pedem-se:
a) o módulo da carga superficial induzida no dielétrico; (1 pto) **($6{,}66.10^{-9}$C)**
b) a energia potencial armazenada no capacitor; (1 pto) **($1{,}253.10^{-7}$ J)**
c) a energia potencial armazenada no capacitor quando o dielétrico é retirado. (0,5 pto) **($3{,}759.10^{-7}$ J)**

Dados: $A = 3 \times 10^{-2}\,\text{m}^2$ $\quad x = 0{,}002$ m $\quad q = 1 \times 10^{-8}$ C $\quad \varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}\frac{F}{m}$ $\quad k = 3$

Formulário: $q = CV$ $\quad C = \varepsilon\frac{A}{x}$ $\quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma - \sigma_{\text{induzida}}}{\varepsilon_0}$ $\quad E = \frac{V}{x}$ $\quad \varepsilon = k\varepsilon_0$ $\quad U = \frac{1}{2}CV^2$

5)(P2-2°sem10-noturno) Um capacitor plano possui placas com área , separadas pela distância x , e está carregado com uma carga elétrica q . Entre as placas há um dielétrico de constante dielétrica k. Pedem-se:
a) o módulo da densidade de carga superficial induzida no dielétrico; (1 pto) **($2{,}67.10^{-7}$C/m^2)**
b) o campo elétrico na região entre as placas; (1 pto) **($1{,}49.10^4$ V/m)**
c) o campo elétrico quando o dielétrico é retirado. (0,5 pto) **($4{,}52.10^4$ V/m)**

Dados: $A = 2{,}5 \times 10^{-2}\,m^2$ $\quad x = 0{,}002\,m$ $\quad q = 1 \times 10^{-8}\,C$ $\quad \varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}\frac{F}{m}$ $\quad k = 3$

Formulário: $q = CV$ $\quad C = \varepsilon\frac{A}{x}$ $\quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma - \sigma_{\text{induzida}}}{\varepsilon_0}$ $\quad E = \frac{V}{x}$ $\quad \varepsilon = k\varepsilon_0$ $\quad U = \frac{1}{2}CV^2$

6)(P3-2°sem10-diurno) Um capacitor plano, com placas de área A, separadas pela distância x, armazena uma carga elétrica q. Considerar que há, inicialmente, vácuo entre as placas.
a) Mostrar, por meio da lei de Gauss, que a intensidade do campo elétrico entre as placas vale $E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$. Não considerar o efeito de borda do capacitor sobre o campo elétrico; (1 pto)
b) Um dielétrico, de constante dielétrica k, é inserido entre as placas preenchendo todo o espaço. Calcule a variação ΔU/U da energia interna do capacitor (1 pto) **(-0,5833)**
c) A inserção do dielétrico aumenta, diminui ou não modifica a força de atração entre as placas? Justificar sua resposta. (0,5 pto)**(diminui a força de atração:Fcom=0,417 Fsem)**

Dados: $k = 2{,}4$
Formulário: $q = CV$ $\quad C = \varepsilon\frac{A}{x}$ $\quad U = \frac{1}{2}CV^2$ $\quad \varepsilon = k\varepsilon_0$ $\quad \frac{\Delta U}{U} = \frac{U_{\text{com dielétrico}} - U_{\text{sem dielétrico}}}{U_{\text{sem dielétrico}}}$ $\quad \oint \vec{E}\cdot\hat{n}dA = q_{\text{int}}/\varepsilon_0$

7)(P3-2°sem10-noturno)Um capacitor plano, com placas de área A separadas pela distância x, está conectado a uma fonte de tensão V_0. Um dielétrico de constante dielétrica k preenche todo o espaço entre as placas. Não considerar o efeito de borda do capacitor sobre o campo elétrico.

a) Calcule a carga nas placas do capacitor e a carga superficial induzida no dielétrico. (1 pto) **(5.10^{-8}C e 2,27.10^{-8}C)**

b) Determine a energia elétrica armazenada no capacitor. (0,5 pto) **(5,1.10^{-6} J)**

c) A intensidade do campo elétrico no interior do capacitor aumentaria, diminuiria ou não se alteraria se o dielétrico fosse removido do interior do capacitor? (0,5 pto) **não se altera pois E é cte)**

d) A carga nas placas do capacitor aumentaria, diminuiria ou não se alteraria se o dielétrico fosse removido do interior do capacitor? (0,5 pto)**(qsem<qcom)**

Dados: $A = 4 \times 10^{-2}\ \mathrm{m}^2$ $\quad x = 0{,}0025\ \mathrm{m}$ $\quad V_0 = 200\ \mathrm{V}$ $\quad \varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}\ \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{m}}$ $\quad k = 1{,}8$

Formulário: $q = CV$ $\quad C = \varepsilon\frac{A}{x}$ $\quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma - \sigma_{\text{induzida}}}{\varepsilon_0}$ $\quad E = \frac{V}{x}$ $\quad \varepsilon = k\varepsilon_0$ $\quad U = \frac{1}{2}CV^2$

BASE+ Cursinho da Engenharia

8)(P2-1°sem10-diurno) Um capacitor plano com placas de área A, separadas pela distância d, é submetido a uma tensão V.

a) a carga elétrica nas placas;; (0,5 pto)**(16595pc)**

b) a força elétrica de atração exercida mutuamente entre as placas;; (1 pto)**(3,1x10^{-4} N)**

c) o trabalho necessário para duplicar a distância entre as placas, supondo que a tensão seja mantida constante; (1pto)**(6,22x10^{-7}J)**

Dados: A= 0,05m^2 d= 0,004m V=150V ε_0=8,85x10^{-12} F/m

9)(P2-1°sem10-noturno) Um capacitor de placas paralelas possui capacitância C . As placas são circulares e possuem raio r. O capacitor é conectado a uma bateria, e uma carga de módulo q vai para cada placa. A seguir o capacitor é desconectado da bateria. Pedem-se:

a) a tensão V e a distância d, entre as placas;; (1 pto)**(2V; 2,22x10^{-3} m)**

b) a força elétrica de atração exercida mutuamente entre as placas;; (0,5 pto) **(1,8x10^{-8} N)**

c) o trabalho necessário para duplicar a distância entre as placas; (1pto) **(4x10^{-11}J)**

Dados: C = 20 pF r= 0,04m q = 40pC ε_0=8,85x10^{-12} F/m

10)(P3-1°sem10-noturno) Dois capacitores, de mesma capacitância C, estão inicialmente isolados. Um capacitor possui o dobro da carga do outro. Supondo que os capacitores sejam conectados com as placas de mesmo sinal. Pedem-se:

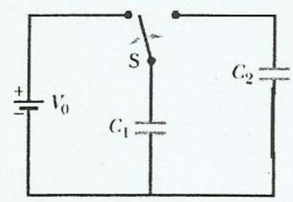
a) a capacitância equivalente do conjunto;; (0,5 pto)**(400pF)**

b) a carga elétrica final em cada capacitor;; (1 pto)**(q1=q2=30000pF)**

c) a energia potencial el.trica inicial e final do conjunto. (1 pto)**(5x10^{-6} J e 4,5x10^{-6} J)**

Dados: C1=C2 = 200 pF $q1_{\text{inicial}}$ = 2. $q2_{\text{inicial}}$ = 40000pC ε_0=8,85x10^{-12} F/m

11)(P3-1°sem10-diurno) A figura abaixo mostra uma bateria de tensão V0=12V e dois capacitores descarregados de capacit.ncias C1 = 4,00μF, C2 = 6,00 μF. A chave é deslocada para a esquerda até que o capacitor 1 esteja totalmente carregado. Em seguida, a chave é deslocada para a direita.



a) Determine carga final em todos os capacitores. (1,0 pto) **(19,2x10^{-6} C e 28,8x10^{-6} C)**

b) Calcule a energia inicial do capacitor C1 (chave no lado esquerdo) e a energia final acumulada nos dois capacitores (chave no lado direito). (1,5 ptos)**(288x10^{-6} J e 115,2x10^{-6} J)**

12)(P2-2°sem09-diurno) Um capacitor de placas paralelas preenchido com ar possui capacitância **C**. A distância entre as placas é **d**. As placas do capacitor são submetidas a uma tensão **V** e, a seguir, a fonte é removida. Não considerar o efeito de borda do campo elétrico. Pedem-se:

a) a densidade de energia **u**; (0,5 pto) **(1,77.10^{-3}J/m^3)**

b) a máxima velocidade que um elétron de carga elétrica **qe** e massa **m** pode adquirir se for abandonado entre as placas desse capacitor (desprezar o efeito da atração gravitacional); (0,5 pto) **(2,65.10^6 m/s)**

c) se um segundo capacitor de capacitância **C'**, carregado com uma carga **q'**, fosse associado ao capacitor **C** (placa positiva ligada na placa positiva e placa negativa ligada na placa negativa), determinar o novo valor da tensão **V'** e o valor da energia armazenada em cada capacitor após a associação. (1,5 ptos)**(20V; 20.10^{-6}J e 10.10^{-6}J)**

Dados: d = 0,001 m $\quad$ V= 20 volt $\quad$ C = 100×10^{-9} F $\quad$ C´=50×10^{-9} F $\quad$ q'= 1×10^{-6} C $\quad \varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}\ \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{m}}$

$q_e = -1{,}60 \times 10^{-19}\mathrm{C}$ $\quad m = 9{,}11 \times 10^{-31}\mathrm{kg}$

Formulário: $C = \frac{q}{V}$ $\quad C = \varepsilon_0\frac{A}{d}$ $\quad U = \frac{1}{2}CV^2$ $\quad u = \frac{U}{A.d}$ $\quad W_{AB} = -q.(V_B - V_A)$ $\quad W_{AB}^{\text{resultante}} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$

13)(P2-2°sem09-diurno) Um capacitor de placas paralelas, separadas pela distância **d**, é preenchido com ar e possui capacitância **C**. Uma diferença de potencial **V** é mantida constante entre as placas.

a) Mostrar, por meio da lei de Gauss, que o campo elétrico entre as placas é dado por . (1 pto)

b) Determinar a densidade superficial de carga . (0,5 pto) **(1,06.10^{-7} C/m^2)**

c) Calcular o trabalho de um operador externo necessário para duplicar a distância entre as placas. (1 pto)**(-3,6x10^{-6}J)**

Dados: $C = 100 \times 10^{-9}$ F $\quad d = 1 \times 10^{-3}$m $\quad$ V = 12 volt $\quad \varepsilon_0 = 8{,}85 \times 10^{-12}$ F/m

Formulário: $C = \frac{q}{V} = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$ $\quad U = \frac{1}{2}CV^2$ $\quad V = Ed$ $\quad W^{\text{força elétrica}} = U_{\text{inicial}} - U_{\text{final}}$

14)(P2-1°sem04-diurno) Um capacitor de placas paralelas no vácuo, é constituído por duas placas quadradas de lado L e separadas por uma distância D . O capacitor é conectado a uma bateria de força eletromotriz V.

a) O campo elétrico entre as placas e a energia armazenada no capacitor.(1pto)**(5000V,1,062x10^{-7} J)**

b) Responda novamente o item anterior, se a bateria for desligada e as placas sejam puxadas até que a distância seja o dobro da anterior **(5000V,2,124x10^{-7} J)**

Dados: L=0,4m, d=6mm, V=30V **Formulário: q=CV , V=Ed, U=1/2 CV^2 , C=ε_0A/d**

15)(P2-1°sem04-noturno) Um capacitor de placas paralelas no vácuo, tem capacitância C. A carga em cada placa é Q e as placas estão separadas por uma distância D . Pede-se:

a) O campo elétrico entre as placas, o potencial entre as placas e a energia armazenada no capacitor.(1pto) **(8,33x10^5 V/m, 2500V, 2,5mJ)**

b) O trabalho para triplicar a distância entre as placas(1,5pto)

Dados: d=3mm, C=800p, q=2μC **Formulário: q=CV , V=Ed, U=1/2 CV^2 , C=ε_0A/d**

16)(P2-2°sem05-diurno) Um capacitor de capacitância C1 é ligado em **série** com outro capacitor de capacitância C2 através de uma fonte de tensão U.

a) Determinar a carga em cada capacitor e a tensão em cada capacitor. (1 pto)**(q1=q2=6,34x10^{-3} C, V1=792V e V2=528V)**

Os capacitores carregados são desligados da linha e a seguir são novamente conectados através das placas que possuem cargas com o **mesmo sinal.**

b) Determinar a carga final e a tensão em cada capacitor. (1pto) **(V1=V2=633,6V; q1=5,07x10^{-3} C e q2=7,6x10^{-3} C)**

c) Determinar a energia potencial elétrica total armazenada nos capacitores na situação dos itens a) e b)(1,5 ptos)**(4,2J; 4,01J)**

Dados: $C_1 = 8\ \mu F$ $C_2 = 12\ \mu F$ $U = 1320\ V$ $\varepsilon_0 = 8{,}85\times 10^{-12}\ F/m$

Formulário: $q = C.V$ $\dfrac{1}{C_{série}} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2}$ $C_{paralelo} = C_1 + C_2$ $U = \dfrac{q^2}{2.C}$

17)(P2-2°sem05-noturno) Um capacitor de capacitância C1 é ligado em **paralelo** com outro capacitor de capacitância C2 através de uma fonte de tensão U.

a) Determinar a carga em cada capacitor e a tensão em cada capacitor(2 pto)**(V1,2=1800V;q1=14,4x10^{-3}C,q2=21,6 x10^{-3} C)**

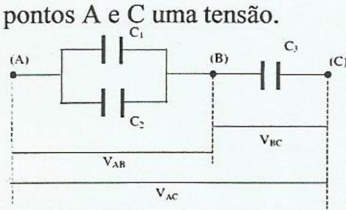
Os capacitores carregados são desligados da linha e a seguir são novamente conectados através das placas que possuem cargas com **sinal contrário.**

b) Determinar a carga final e a tensão em cada capacitor. (1pto)**(V1=V2=360V; q1=2,88x10^{-3} C e q2=4,32x10^{-3} C)**

Dados: $C_1 = 8\ \mu F$ $C_2 = 12\ \mu F$ $U = 1800\ V$ $\varepsilon_0 = 8{,}85\times 10^{-12}\ F/m$

Formulário: $q = C.V$ $\dfrac{1}{C_{série}} = \dfrac{1}{C_1} + \dfrac{1}{C_2}$ $C_{paralelo} = C_1 + C_2$

18)(P2-1°sem06-noturno) Os capacitores estão associados conforme ilustrado. Aplica-se entre os pontos A e C uma tensão.



a) as tensões em cada capacitor;(1,5 ptos)**(V_{ab} = 500 V e V_{bc} = 300V)**

b) a carga elétrica armazenada em cada capacitor; (1,5 ptos)**(2000μC,4000 μC,6000μC)**

c) a capacitância equivalente da associação dos três capacitores. (0,5)**(7,5μC)**

Dados: C1 = 4 μF C2 = 8 μF C3 = 20 μF VAC = 800 V

Formulário: q = C.V

19)(P3-1°sem06-diurno) Um capacitor de capacitância C0 é ligado em série com um capacitor plano de capacitância C, área de placa A e distância entre as placas d. Nesta associação aplica-se uma tensão constante V. Pedem-se:

a) calcular a carga em cada capacitor; (1 pto) **(q=7200x10^{-12}C e q_0 =7200x10^{-12}C)**

b) calcular novamente a carga em cada capacitor supondo que os capacitores sejam desconectados da fonte, desligados um do outro, a distância entre as placas do capacitor plano seja alterada para d* e a seguir os capacitores sejam novamente conectados através das placas que possuem cargas de mesmo sinal. (1,5 ptos)**(q=2,88x10^{-14}C e q_0 =1,44x10^{-8}C)**

Dados: C_0 = 12 mF d = 0,02 m e_0 = 8,85´10^{-12} F/m A = 1,36.10^{-2} m^2 V = 1200 V d* = 0,005 m

Formulário: q = C.V C = e_0.A/d

20)(P3-1°sem06-noturno) Um capacitor de capacitância C1 é ligado em série com outro capacitor de capacitância C2. Nesta associação aplica-se uma tensão constante V0. Pedem-se:

a) calcular a carga em cada capacitor; (1 pto)**(q1=5760μC e q2=5760μC)**

b) calcular novamente a carga em cada capacitor supondo que os capacitores sejam desconectados da fonte e desligados um do outro e a seguir sejam novamente conectados através das placas que possuem cargas de mesmo sinal. (1,5 ptos))**(q1=4608μC e q2=6912μC)**

Dados: C1 = 8 μF C2 = 12 μF V0= 1200 V **Formulário: q = C.V**

21)(P2-2°sem06-noturno) Dois capacitores possuem capacitâncias C1 e C2. Inicialmente os capacitores estão isolados. O capacitor C1 é submetido a tensão V1 e o capacitor C2 está sem carga elétrica (situação inicial). Em seguida os capacitores são associados em paralelo (situação final). Pedem-se:

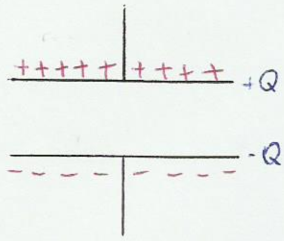
a) as cargas elétricas em cada capacitor nas situações inicial e final; (2 ptos) **(q1=3428μC e q2=8570μC)**

b) A variação de energia potencial elétrica do sistema constituído pelos dois capacitores entre as situações final e inicial. (1,5 ptos)**(-1,29J)**

Dados: C1 = 40 μF C2 = 100 μF V1 = 300 V

Formulário: $q = C.V$ $U^{\text{energia potencial}} = \dfrac{1}{2}C.V^2$

Capítulo 24- Capacitores



$\boxed{C = \frac{Q}{V} \ (F)}$

$\boxed{C = \frac{\varepsilon A}{x} \ (F)}$

C: Capacitância (F) "Faraday"

Q: Carga (C)

V: DDP : tensão

ε: constante de permisividade

x: distancia entre as placas

A: area das placas

$\boxed{E = \frac{V}{x}}$; E: campo elétrico

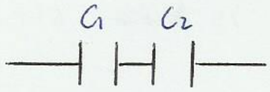
$\boxed{U = \frac{CV^2}{2}}$; U: Energia armazenada no capacitor

Capacitores com dielétrico

$C_0 = \frac{C}{K}$ $\quad V_0 = V.K$

Associação de capacitores

Série

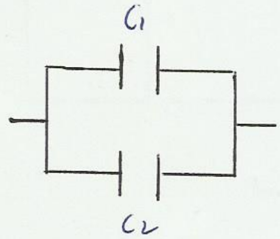


$Q_1 = Q_2$

$V_{total} = V_1 + V_2$

$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

Paralelo

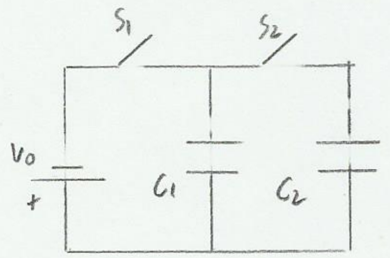


$Q\ total = Q_1 + Q_2$

$V_1 = V_2$

$C_{eq} = C_1 + C_2$

1) (P2- 1ºsem 11- noturno)



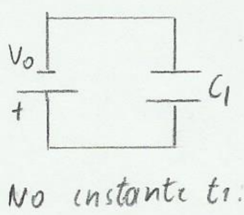
to: S_1 fecha e S_2 aberta

t_1: S_1 abre e S_2 fecha

Dados: $V_0 = 3{,}00V$ $\quad C_1 = 500pF$ $\quad C_2 = 250pF$

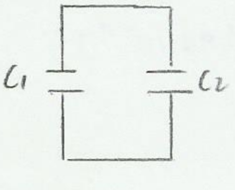
(a) $Q_1 = ?$ no t_1

No instante to:



$C = \frac{Q}{V} \therefore Q_1 = CV = 500.10^{-12}.3 = \underline{1{,}5.10^{-9}\ C}$

No instante t_1:



(Circuito II)

$Q_t = Q_1 + Q_2$

$V_1 = V_2$

$1{,}5.10^{-9} = Q_1 + Q_2$

$1{,}5.10^{-9} = C_1V_1 + C_2V_2$; $V_1 = V_2$

$V = \frac{1{,}5.10^{-9}}{500.10^{-12} + 250.10^{-12}} = \underline{2V}$

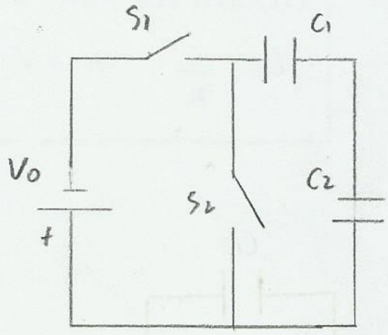
c) $U = \frac{CV^2}{2}$

$$U_{1\to2} = \left(\frac{1}{2}C_1V_1^2 + \frac{1}{2}C_2V_2^2\right)_2 - \left(\frac{1}{2}C_1V_1^2 + \cancel{\frac{1}{2}C_2V_2^2}^{\to 0}\right)_1$$

$$= \frac{1}{2}\cdot 2^2 \cdot (500\cdot10^{-12} + 250\cdot10^{-12}) - \frac{1}{2}\cdot 500\cdot 3^2\cdot 10^{-12}$$

$\therefore U_{1\to2} = \underline{-7{,}50\cdot10^{-10}\ F}$

2) (P2 - 1º sem 11 diurno)



Dados:

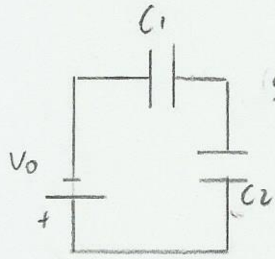
$V_0 = 5{,}00V$

$C_1 = 500pF$ $\quad C_2 = 167\ pF$

t_0: S1 fecha até C_1 e C_2 carregar no t_1

t_1: S1 abre S2 fecha até $Q_1 = Q_2$ no t_2.

a) Q_1 no t_1



Série

$Q_1 = Q_2$

$V_0 = V_1 + V_2$

$C = \frac{Q}{V}$ $\therefore$ $Q = CV$

$Q_1 = Q_2$

$Q_1 - Q_2 = 0$

$C_1V_1 - C_2V_2 = 0$

$500\cdot10^{-12}\,V_1 - 167\cdot10^{-12}\,V_2 = 0$

$\div\ 167\cdot10^{-12}$

$$\begin{cases} 3V_1 - V_2 = 0 & \text{I} \\ V_1 + V_2 = 5 & \text{II} \end{cases}$$

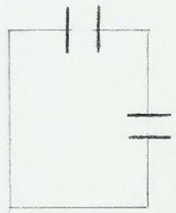
Somando I e II

$4V_1 = 5$ $\therefore V_1 = 1{,}25V$

$Q_1 = 500\cdot 1{,}25\cdot 10^{-12}$ $\therefore$ $Q_1 = 6{,}25\cdot10^{-10}\ C$

(b) $V_1 = \underline{1{,}25V}$

(c)



(Paralelo)

$Q = Q_1 + Q_2$

$V_1 = V_2$

$1250\cdot\cancel{10^{-12}} = 500\cdot\cancel{10^{-12}}\,V_1 + 167\cdot\cancel{10^{-12}}\,V_2$; $V_1 = V_2$

$\therefore V = 1{,}87\ V$

$U = \frac{1}{2}CV^2_{(2)} - \frac{1}{2}CV^2_{(1)}$

$U_2 = \frac{1}{2}(500\cdot 1{,}87^2 + 167\cdot 1{,}87^2)\cdot 10^{-12} = 1{,}166\cdot10^{-9}$

$U_1 = \frac{1}{2}(500\cdot 1{,}25^2 + 167\cdot 3{,}75^2)\cdot10^{-12} = 1{,}564\cdot10^{-9}$

$\therefore U = -3{,}99\cdot10^{-10}\ J$

3)(P3 - 1º sem 11 - noturno) Dados: $C_1 = 3.10^{-6} F$ $C_2 = 2.10^{-6} F$ $C_3 = 20.10^{-6} F$

(a) $Q_1 = ?$ no S aberto $V = 12V$

Estado (1) S aberto

(Série: $C_1 + C_3$) $Q = CV$

$Q_1 = Q_3$

$V = V_1 + V_3$

$$\begin{cases} 3.\cancel{10^{-6}} V_1 - 20\cancel{10^{-6}} V_3 = 0 \\ V_1 + V_3 = 12 \end{cases} \sim \begin{cases} 3V_1 - 20V_3 = 0 \\ V_1 + V_3 = 12 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3V_1 - 20V_3 = 0 \\ 20V_1 + 20V_3 = 240 \end{cases} + \quad 23V_1 = 240 \quad V_1 = 10,43$$

$Q_1 = 10,43 . 3.10^{-6}$

$Q_1 = \underline{31,30 \; 10^{-6} C}$

b) V_1 e V_3 após S ser fechada

$V = V_1 + V_3$; $V_1 = V_2 = V'$ $3.10^{-6} V_1 + 2.10^{-6} V_2 = 20.10^{-6} V_3$; $V_1 = V_2 = V'$

$Q_1 + Q_2 = Q_3$ $5.V' = 20V_3$

$V' = 4V_3$

$V_1 + V_3 = 12$

$4V_3 + V_3 = 12$

$5V_3 = 12 \therefore V_3 = \underline{2,4V}$ $V_1 = V - V_3 = 12 - 2,4 = \underline{9,6V}$

c) ΔU em C_1

$U = \frac{1}{2} CV^2$ $\Delta U = \frac{1}{2} . 3.10^{-6} (9,6^2 - 10,43^2) = \underline{-2,49.10^{-5}} J$

4) (P2 · 2º sem 10 · diurno)

Dados: $A = 3.10^{-2} m^2$ $x = 0,002 m$ $q = 1.10^{-8} C$ $k = 3$ $\varepsilon_0 = 8,85.10^{-12} \frac{F}{m}$

a) $Q = ?$

$$C = \frac{\varepsilon A}{x} = \frac{3.8,85\,10^{-12}.3.10^{-2}}{0,002} = 3,98.10^{-20} F$$

$$C = \frac{Q}{V} \Rightarrow V = \frac{1.10^{-8}}{3,98.10^{-20}} = 2,5.10^{11} V \qquad E = \frac{V}{x} = \frac{2,5.10^{11} V}{0,002} = 1,255.10^{14}$$

$$\sigma = E.3\varepsilon_0 = 1,255.10^{4}.3.8,85.10^{-12} = 3,33.10^{3}$$

$$E = \frac{\sigma - \sigma_{ind}}{\varepsilon_0} \qquad \sigma_{ind} = \sigma - E.\varepsilon_0$$

$$= 3,33.10^{3} - 1,255.10^{4}.8,85.10^{-12} = 3,33.10^{3}$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma - \sigma ind}{\varepsilon_0} = \frac{V}{x} \quad ; \quad V = \frac{q}{C} \quad ; \quad C = \frac{\varepsilon A}{x} = \frac{K\varepsilon_0 A}{x}$$

$$V = \frac{qx}{K\varepsilon_0 A} \qquad E = \frac{qx}{K\varepsilon_0 A} \div x = \frac{q}{K\varepsilon_0 A}$$

$$\frac{\sigma}{\cancel{K\varepsilon_0}} = \frac{q}{\cancel{K\varepsilon_0}A} \quad \therefore \quad \sigma = \frac{q}{A} = \frac{1.10^{-8}}{3.10^{-2}} = 3{,}33.10^{-7} \ C/m^2$$

$$\frac{\sigma}{K\cancel{\varepsilon_0}} = \frac{\sigma - \sigma ind}{\cancel{\varepsilon_0}} \qquad \sigma ind = \sigma - \frac{\sigma}{K} = 3{,}33.10^{-7}\left(1 - \frac{1}{3}\right)$$

$$\therefore \sigma ind = 2{,}22.10^{-7} \qquad \sigma = \frac{q}{a} \quad \therefore \quad qind = \sigma ind . A$$

$$qind = 2{,}22.10^{-7}.3.10^{-2} = 6{,}66.10^{-9} \ C$$

(b) $U = ?$

$$U = \frac{1}{2}CV^2 \ ; \ C = \frac{q}{V}$$

$$U = \frac{1}{2}\frac{q}{\cancel{V}}V^{\cancel{2}} = \frac{1}{2}qV \ ; \ V = Ex = \frac{\sigma}{3K_0}.x$$

$$U = \frac{1}{2}q.\frac{\sigma}{3\varepsilon_0}.x = \frac{1}{2}.\frac{1.10^{-8}.3{,}33.10^{-7}}{3.8{,}85.10^{-12}}.0{,}002 = 1{,}255.10^{-7} \ J$$

ou

$$C = \frac{\varepsilon A}{x} = \frac{K\varepsilon_0 A}{x} \quad | \quad E = \frac{\sigma}{K\varepsilon_0} = \frac{V}{x} \quad \therefore V = \frac{x\sigma}{K\varepsilon_0}$$

$$U = \frac{1}{2}.\frac{\cancel{K\varepsilon_0}A}{\cancel{x}}.\frac{x^{\cancel{2}}\sigma^2}{K^{\cancel{2}}\varepsilon_0^{\cancel{2}}} = \frac{1}{2}.\frac{A\sigma^2 x}{K\varepsilon_0} = \frac{1}{2}.\frac{3.10^{-2}.(3{,}33.10^{-7})^2\,0{,}002}{3.8{,}85.10^{-12}}$$

$$\therefore U = 1{,}2552.10^{-7} \ J$$

c) $U = \frac{1}{2}CV^2 \ ; \ C_0 = \frac{\varepsilon_0 A}{x} \qquad \varepsilon = K\varepsilon_0 \Rightarrow \varepsilon_0 = \frac{\varepsilon}{K}$

$$C_0 = \frac{1}{K}.\underbrace{\frac{\varepsilon A}{x}}_{C} \quad \therefore \quad C_0 = \frac{C}{K}$$

$\Rightarrow \underline{V_0 = KV}$

$$E_0 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{V^0}{x} \quad V_0 = E_0 x \quad V_0 = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}.x = \frac{K\sigma x}{\varepsilon} \Rightarrow V_0 = K\underbrace{(E.x)}_{V}$$

$U_0 = \frac{1}{2} C_0 V_0^2$ $C = \frac{q}{V}$

$C = \frac{3 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{0{,}002} = 3{,}9825 \cdot 10^{-10}\ C$

$C_0 = \frac{C}{K} = \frac{3{,}9825 \cdot 10^{-10}}{3} = 1{,}3275 \cdot 10^{-10}\ C$

$V = \frac{1 \cdot 10^{-8}}{3{,}9825 \cdot 10^{-10}} = 25{,}1099\ V$

$V_0 = 3 \cdot 25{,}1099 = 75{,}33\ V$

$U_0 = \frac{1}{2} \cdot 1{,}3275 \cdot 10^{-10} \cdot 75{,}33^2 \therefore \underline{U_0 = 3{,}766 \cdot 10^{-7}\ J}$

5) (P2 - 2º sem 10 noturno)

Dados: $A = 2{,}5 \cdot 10^{-2}\ m^2$ $x = 0{,}002\ m$ $q = 1 \cdot 10^{-8}\ C$ $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ \frac{F}{m}$ $K = 3$

(a) $\sigma_{ind} = ?$

$E = \frac{\sigma - \sigma_{ind}}{\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{V}{x}$; $C = \frac{K\varepsilon_0 A}{x}$ $V = \frac{q x}{K \varepsilon_0 A}$

$E = \frac{V}{x} = \frac{q}{\cancel{K\varepsilon_0} A} = \frac{\sigma}{\cancel{K\varepsilon_0}}$ $\therefore \sigma = \frac{q}{A} = \frac{1 \cdot 10^{-8}}{2{,}5 \cdot 10^{-2}} \therefore \sigma = 4{,}0 \cdot 10^{-7}$

$E = \frac{q}{K \cancel{\varepsilon_0} A} = \frac{\sigma - \sigma_{ind}}{\cancel{\varepsilon_0}}$

$\sigma_{ind} = \sigma - \frac{q}{KA} = 4{,}0 \cdot 10^{-7} - \frac{1 \cdot 10^{-8}}{3 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-2}} \therefore \underline{\sigma_{ind} = 2{,}667 \cdot 10^{-7}}$

(b) $E = ?$

$\sigma_{ind} = \frac{q_{ind}}{A} \therefore q_{ind} = 2{,}667 \cdot 10^{-7} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-2} = 6{,}667 \cdot 10^{-9}\ C$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma}{3\varepsilon_0} = \frac{4{,}0 \cdot 10^{-7}}{3 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}} \therefore E = 1{,}51 \cdot 10^{4}\ \frac{V}{m}$

(c) $E_0 = \frac{V_0}{x} =$ $\therefore V_0 = \frac{q x}{\varepsilon_0 A}$

$V_0 = \frac{q}{C}$; $C = \frac{\varepsilon_0 A}{x}$ $E_0 = \frac{q}{\varepsilon_0 A} = \frac{1 \cdot 10^{-8}}{8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-2}} = 4{,}52 \cdot 10^{4}\ \frac{V}{m}$

6) (P3 - 2°sem10 - diurno) Dados $K = 2,4$

(a) $E = ?$

$$\phi = \int \vec{E}\, d\vec{A} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$$

$$E \oint d\vec{A} = \frac{Q}{\varepsilon_0} \rightarrow EA = \frac{Q}{\varepsilon_0} \therefore E = \frac{q}{A\varepsilon_0} ; \quad \sigma = \frac{q}{A} ; q = \sigma . A$$

$$E = \frac{\sigma . A}{A \varepsilon_0} \therefore \boxed{E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}}$$

(b) $$\frac{\Delta U}{U} = \frac{U_c - U_s}{U_s}$$

terminar depois

7) (P3 - 2°sem10 - noturno)

Dados: $A = 4.10^{-2} m^2$ $x = 0,0025 m$ $V_0 = 200 V$ $\varepsilon_0 = 8,85.10^{-12} \frac{F}{m}$ $K = 1,8$

a) $Q = ?$ e $Q_{ind} = ?$

$$C = \frac{q}{V} \therefore q = CV = \frac{K \varepsilon_0 A}{x} V$$

$$q = \frac{1,8 . 8,85 . 10^{-12} . 4 . 10^{-2} . 200}{0,0025} \therefore \underline{q = 5,098.10^{-8} C}$$

$$E = \frac{\sigma - \sigma_{ind}}{\varepsilon_0} \therefore \sigma_{ind} = \sigma - E . \varepsilon_0$$

$$\sigma_{ind} = \varepsilon . E - \frac{V}{x} \varepsilon_0$$

$$= \varepsilon_0 K . \frac{V}{x} - \frac{V}{x} \varepsilon_0 = \frac{V}{x} \varepsilon_0 (K - 1)$$

$$E = \frac{V}{x} = \frac{200}{0{,}0025} \therefore E = 8.10^4 \ V/m$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 . K} \therefore \sigma = 8.10^4 . 8{,}85.10^{-12} . 1{,}8$$

$$\sigma = 1{,}27 . 10^{-4}$$

$$\sigma_{ind} = \sigma - E . \varepsilon_0$$

$$= 1{,}27.10^{-4} - 8.10^4 . 8{,}85.10^{-12} \therefore \sigma_{ind} = 5{,}66.10^{-7}$$

$$E = \frac{V}{x} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0 K} = \frac{q}{Cx} = \frac{q\cancel{x}}{\varepsilon A \cancel{x}}$$

$$\frac{\sigma}{\varepsilon_0 K} = \frac{q}{\varepsilon_0 K A} \therefore \sigma = \frac{q}{A}$$

$$q = 5{,}66.10^{-7} . 4.10^{-2} \therefore \underline{q = 2{,}26.10^{-8} \ C}$$

(b) $U = ?$

$$U = \frac{1}{2} C V^2$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 K A}{x} = \frac{1{,}8 . 8{,}85.10^{-12}}{0{,}0025} . 4.10^{-2} \therefore C = 2{,}55.10^{-10}$$

$$U = \frac{1}{2} . 2{,}55.10^{-10} . 200^2 \therefore \underline{U = 5{,}1.10^{-6} \ J}$$

(c) Não se altera, pois o campo elétrico (E) é constante

(d) A carga do capacitor sem o dielétrico é menor do que com o dielétrico

8) (P2 - 1º sem10 - noturno)

Dados: $A = 0{,}05 m^2$ $d = 0{,}004 m$ $V = 150 V$ $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12} F/m$

a) $q = ?$

$$C = \frac{q}{V} = \frac{\varepsilon_0 A}{x} \Rightarrow q = \frac{\varepsilon_0 A . V}{x} = \frac{8{,}85.10^{-12} . 0{,}05 \ 150}{0{,}004}$$

$$\therefore \underline{q = 16{,}59 . 10^{-9} \ C}$$

(b) $F = q.E$

$$F = \frac{q \cdot q}{\varepsilon_0 A}$$

$$\phi = \int E dl = \frac{Q}{\varepsilon_0}$$

$$= \frac{(16{,}59.10^{-9})^2}{8.85.10^{-12} . 0{,}05} \therefore F = 6{,}22.10^{-4}$$

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

$$E = \frac{Q}{\varepsilon_0 . A}$$

$$\therefore F = 3{,}1.10^{-4}\ N$$

c) $U = \frac{1}{2} C V^2$

$$= \frac{1}{2} . \frac{\varepsilon_0 . A}{2x} . V^2 \therefore U = \frac{1}{4} . \frac{8{,}85.10^{-12} . 0{,}05 . 150^2}{0{,}004}$$

$$\therefore U = \underline{6{,}22.10^{-7}}\ J$$

9) (P2 - 1º sem 10 - noturno)

(a) $V = ?$ e $d = ?$

$$C = \frac{q}{V} \therefore V = \frac{q}{C} = \frac{40.10^{-12}}{20.10^{-12}} \therefore \underline{V = 2V}$$

$$C = \frac{\varepsilon A}{x} \therefore x = \frac{8{,}85.10^{-12} . \pi . 0{,}04^2}{20.10^{-12}} \therefore \underline{x = 2{,}22.10^{-3} m}$$

(b) $F = q.E$

$$E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{q}{A} : 2\varepsilon_0 \therefore E = \frac{q}{A . 2\varepsilon_0}$$

$$F = \frac{q^2}{2 A \varepsilon_0} = \frac{(40.10^{-12})^2}{2 . \pi . 0{,}04^2 . 8{,}85.10^{-12}} \therefore \underline{F = 1{,}8.10^{-8}\ N}$$

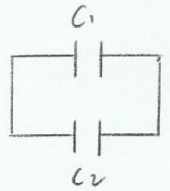
(c) $W_{x_1 \to x_2} = \int_{x_1}^{x_2} F dx$; $x_1 = x$ $x_2 = 2x$

$$W = F(x_2 - x_1) = F(2d - d) \therefore W = F.d$$

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{x} \therefore x = \frac{\varepsilon_0 A}{C} \quad / \quad W = \frac{F . \varepsilon_0 A}{C} = \frac{1{,}8.10^{-8} . 8{,}85.10^{-12} \pi . 0{,}04^2}{20.10^{-12}}$$

$$\therefore W = \underline{4.10^{-11}}\ J$$

10-) (P3 - 1ºsem10 - noturno)



Paralelo

$C_T = C_1 + C_2$

$Q_T = Q_1 + Q_2$

$V_1 = V_2$

a) $C_{eq} = ?$

$C_{eq} = 200 \cdot 10^{-12} + 200 \cdot 10^{-12}$

$\therefore \underline{C_{eq} = 400\ pF}$

b) Qfinal em cada capacitor

$q_{10} = 2 q_{20} = 40000 \quad \therefore \quad q_1 = 40000$

$q_2 = 20000 \qquad \therefore q_T = 60000$

$\therefore \quad \underline{Q_1 = Q_2 = 30000\ pC}$

c) $U = \frac{1}{2} C V^2$

$C = \frac{q}{V} \qquad \therefore V = \frac{q}{C}$

$U = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \frac{q^2}{C^2}$

$\therefore U = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C}$

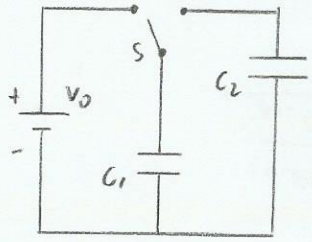
$U_{ini} = \frac{1}{2} \left(\frac{(40000 \cdot 10^{-12})^2}{200 \cdot 10^{-12}} + \frac{(20000 \cdot 10^{-12})^2}{200 \cdot 10^{-12}} \right)$

$\therefore \underline{U_{ini} = 5 \cdot 10^{-6}\ J}$

$U_{Final} = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$

$= \frac{1}{2} \left(\frac{(30000 \cdot 10^{-12})^2}{200 \cdot 10^{-12}} + \frac{(30000 \cdot 10^{-12})^2}{200 \cdot 10^{-12}} \right) \quad \therefore \underline{U_{final} = 4{,}5 \cdot 10^{-6}\ J}$

11-) (P3 - 1ºsem 10 - diurno)

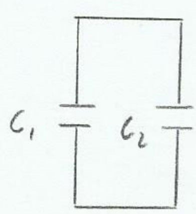


$V_0 = 12V$

$C_1 = 4{,}0\ \mu F \quad C_2 = 6{,}0\ \mu F$

$C = \frac{q}{V}$

$q_1 = 4 \cdot 10^{-6} \cdot 12 \quad \therefore \quad q_1 = 4{,}8 \cdot 10^{-5}$



$q_T = q_1 + q_2$

$C_T = C_1 + C_2$

$V_1 = V_2$

$\begin{cases} C_1 V_1 + C_2 V_2 = 4{,}8 \cdot 10^{-5} \\ V_1 - V_2 = 0 \end{cases} \sim \begin{cases} V_1 \cdot 4 \cdot 10^{-6} + V_2 \cdot 6 \cdot 10^{-6} = 4{,}8 \cdot 10^{-5} \\ V_1 - V_2 = 0 \end{cases}$

$\begin{cases} 0{,}4 V_1 + 0{,}6 V_2 = 4{,}8 \\ V_1 - V_2 = 0 \end{cases} \sim \begin{cases} 0{,}4 V_1 + 0{,}6 V_2 = 4{,}8 \\ 0{,}6 V_1 - 0{,}6 V_2 = 0 \end{cases}$

$\begin{cases} 0{,}4 V_1 + 0{,}6 V_2 = 4{,}8 \\ V_1 = 4{,}8 \end{cases}$

$V_2 = \frac{4{,}8 - 0{,}4\ 4{,}8}{0{,}6} \quad \therefore V_2 = 4{,}8$

$q_1 = C_1 V_1 = 4.10^{-6} . 4,8 \therefore q_1 = \underline{19,2.10^{-6}\ C}$

$q_2 = C_2 V_2 = 6.10^{-6} . 4,8 \therefore q_2 = \underline{28,8.10^{-6}\ C}$

(b) $U = \frac{1}{2} C V^2$

$U_{ini} = \frac{1}{2} . 4.10^{-6} . 12^2 \therefore U_{ini} = \underline{288.10^{-6}\ J}$

$U_{final} = \frac{1}{2} 4.10^{-6} . 4,8^2 + \frac{1}{2} . 6.10^{-6} . 4,8^2 \therefore \underline{U_{final} = 115,2.10^{-6}}$

12-) (P2- 2º sem09 - diurno)

Dados:

$d = 0,001\ m \quad V = 20V \quad C = 100.10^{-9} F \quad C' = 50.10^{-9} \quad q' = 1.10^{-6} C$

$q_e = -1,60.10^{-19} C \quad m = 9,11.10^{-31}\ kg$

a) $u = \frac{U}{A.d} \qquad C = \frac{\varepsilon_0 A}{d} \therefore A = \frac{100.10^{-9} . 0,001}{8,85.10^{-12}} \therefore A = 11,299$

$U = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} . 100.10^{-9} . 20^2 = 2.10^{-5}$

$u = \frac{2.10^{-5}}{11,299 . 0,001} \therefore u = \underline{1,77.10^{-3}\ J/m^3}$

~~13-) (P2-2º sem09 - diurno)~~

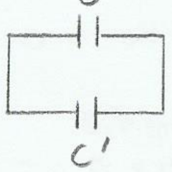
b) $W = q_e V$

$W = 1,60.10^{-19} . 20 \qquad W = 3,2.10^{-18}$

$W = \frac{m}{2} (v^2 - \cancel{v_0^2})^{0} \therefore v = \sqrt{\frac{2W}{m}} = \sqrt{\frac{2. 3,2.10^{-18}}{9,11.10^{-31}}}$

$\therefore \underline{v = 2,65.10^{6}\ m/s}$

(c)



$q = CV = 100.10^{-9} . 20 \therefore q = 2.10^{-6}$

$q_T = q + q' \quad q = 2.10^{-6} - 1.10^{-6} = 1.10^{-6}$

$U_q = \frac{1}{2} . 100.10^{-9} . 20^2 = \underline{20.10^{-6}\ J}$

$C = \frac{q}{V} \therefore V = \frac{1.10^{-6}}{50.10^{-9}} \therefore \underline{V = 20V} \qquad U_{q'} = \frac{1}{2} . 50.10^{-9} . 20^2 = \underline{10.10^{-6}\ J}$

13) (P2 - 2°sem09 - diurno)

Dados:

$C = 100 \cdot 10^{-9} F \quad d = 1 \cdot 10^{-3} m \quad V = 12 V$

(a)

$$\int E\,dl = \frac{q}{\varepsilon_0} \quad ; \quad q = \sigma A$$

$$EA = \frac{\sigma A}{\varepsilon_0} \quad \therefore \quad E = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

(b) $\sigma = ?$

$$C = \frac{\varepsilon_0 . A}{d} \Rightarrow A = \frac{Cd}{\varepsilon_0} = \frac{100 . 10^{-9}\ 1 . 10^{-3}}{8{,}85 . 10^{-12}} = 11{,}299\ m^2$$

$$\sigma = \frac{q}{A} \quad ; \quad C = \frac{q}{V} \quad \therefore \quad q = 100 . 10^{-9} . 12 = 1{,}2 . 10^{-6}\ C$$

$$\sigma = \frac{1{,}2\ 10^{-6}}{11{,}299} = \underline{1{,}06 . 10^{-7}\ C/m^2}$$

(c) $W = \int_{x_1}^{x_2} F\,dx \quad ; \quad x_1 = x \quad ; \quad x_2 = 2x$

$$W = F(x_2 - x_1) = q . E . (2x - x)$$

$$q = CV = \frac{\varepsilon_0 A . V}{2x} \quad ; \quad E = \frac{V}{2x}$$

$$W = \frac{\varepsilon_0 A . V}{2x} . \frac{V}{2x} \quad x = \frac{\varepsilon_0 A . V^2}{4x} = \frac{8{,}85 . 10^{-12} . 11{,}299 . 12^2}{4 . 1 . 10^{-3}}$$

$\therefore W = 3{,}6 . 10^{-6}\ J$

$W_{opiva} = -W = \underline{-3{,}6 . 10^{-6}\ J}$

14) (P2 - 1°sem 04 - diurno)

Dados: $L = 0{,}4 m \quad d = 6 . 10^{-3} m \quad V = 30 V$

a) $E = ?$

$$E = \frac{V}{x} = \frac{30}{6 . 10^{-3}} \quad \therefore E = \underline{5000 V}$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} . \frac{8{,}85 . 10^{-12}\ 0{,}4^2}{6 . 10^{-3}} . 30^2 \quad \therefore U = \underline{1{,}06 . 10^{-7}\ J}$$

b)

$E = 5000V$; Porque o campo elétrico é o mesmo

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{\varepsilon_0 . A}{2x} \cdot (E . 2x)^2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{\varepsilon_0 A . E^2 . 4x^2}{x}$$

$$U = 8{,}85 . 10^{-12} . 0{,}4^2 . 5000^2 . 6 . 10^{-3} \quad \therefore U = 2{,}124 . 10^{-7}$$

15) (P2 - 1º sem 04 - noturno)

Dados: $d = 3 . 10^{-3} m$ $\quad C = 800 . 10^{-12} F$ $\quad q = 2 . 10^{-6} C$

(a) $E = ?$ $V = ?$ $U = ?$

$$C = \frac{q}{V} \quad \therefore V = \frac{2 . 10^{-6}}{800 . 10^{-12}} = 2500\,V$$

$$E = \frac{V}{x} = \frac{2500}{3 . 10^{-3}} = 8{,}33 . 10^5 \, V/m$$

$$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} . 800 . 10^{-12} . 2500^2 \quad \therefore U = 2{,}5 . 10^{-3} J$$

(b) $W = ?$ para $3d$

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F dx = F(x_2 - x_1) \; ; \; x_2 = 3d \quad x_1 = d$$

$$= q . E(3d - d)$$

$$C = \frac{q}{V} \Rightarrow q = C . V = \frac{\varepsilon_0 A}{3d} . V \quad ; \quad E = \frac{V}{x} = \frac{V}{3d}$$

$$W = \frac{\varepsilon_0 A V}{3d} \frac{V}{3d} . 2d = \frac{\varepsilon_0 A . V^2 . 2}{9d} = \frac{8{,}85 . 10^{-12} . 0{,}271 . 2500^2 . 2}{9 . 3 . 10^{-3}}$$

$$C_1 = \frac{\varepsilon_0 A_1}{d_1} \quad \therefore A_1 = \frac{800 . 10^{-12} . 3 . 10^{-3}}{8{,}85 . 10^{-12}} = 0{,}271$$

$$\therefore W = 1{,}11 . 10^{-3} J$$

16-) (P2 - 2º sem 05 - diurno)

Dados: $C_1 = 8 \mu F$ $\quad C_2 = 12 \mu F$ $\quad U = 1320 V$ $\quad$ (Capacitores em série)

(a) $Q_1 = ?$ $Q_2 = ?$ $V_1 = ?$ $V_2 = ?$

$$\begin{cases} Q_1 = Q_2 \\ V_1 + V_2 = U \end{cases} \quad \begin{cases} C_1 V_1 - C_2 V_2 = 0 \\ V_1 + V_2 = U \end{cases} \quad \begin{cases} 8 . 10^{-6} V_1 - 12 . 10^{-6} V_2 = 0 \\ V_1 + V_2 = 1320 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 2V_1 - 3V_2 = 0 \\ V_1 + V_2 = 1320 \end{cases} \quad \begin{cases} 2V_1 - 3V_2 = 0 \\ 5V_1 = 3960 \end{cases} \quad \therefore V_1 = 792V \quad V_2 = 528V$$

$C_1 = \frac{Q_1}{V_1} \therefore \quad Q_1 = 8.10^{-6}.792 = \underline{6,34.10^{-3}\ C}$

$Q_2 = 12.10^{-6}.528 = \underline{6,34.10^{-3}\ C}$

b) Capacitores em paralelo

$\begin{cases} Q_T = Q_1 + Q_2 \\ V_1 = V_2 \end{cases} \quad \begin{cases} C_1V_1 + C_2V_2 = Q_T \\ V_1 = V_2 = V \end{cases}$

$V(C_1 + C_2) = Q_T$

$V = \frac{2.\ 6,34.10^{-3}}{(8+12).10^{-6}} \therefore \underline{V = 633,6\ V} = V_1 = V_2$

$Q_1 = 8.10^{-6}.\ 633,6 = \underline{5,07.10^{-3}}\ C$

$Q_2 = 12.10^{-6}.\ 633,6 = \underline{7,6\ .10^{-3}\ C}$

c)

$U_1 = \frac{q^2}{2C} = \frac{(6,34.10^{-3})^2}{2.8.10^{-6}} + \frac{(6,34.10^{-3})^2}{2.12.10^{-6}} = \underline{4,2\ J}$

$U_2 = \frac{(5,07.10^{-3})^2}{2.8.10^{-6}} + \frac{(7,6.10^{-3})^2}{2.12.10^{-6}} = \underline{4,01\ J}$

17-) (P2- 2ºsem 05 -noturno)

Dados: $C_1 = 8\mu F$ $C_2 = 12\mu F$ $U = 1800V$ (capacitores em paralelo)

a) Determinar carga e tensão

$C = \frac{Q}{V}$

$\begin{cases} V_1 - V_2 = 0 \\ Q_T = Q_1 + Q_2 \end{cases} \therefore \quad U = V_1 = V_2 = \underline{1800V}$

$Q_1 = 8.10^{-6}.\ 1800 = \underline{14,4\ 10^{-3}}\ C \quad Q_2 = 12.10^{-6}.1800 = \underline{21,6.10^{-3}C}$

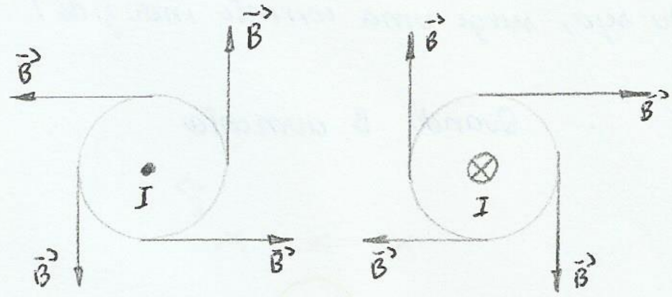
b) Capacitores em série

$\begin{cases} Q_1 = Q_2 \\ V_T = V_1 + V_2 \end{cases} \sim \begin{cases} 8.10^{-6}\ V_1 - 12.10^{-6}\ V_2 = 0 \\ V_1 + V_2 = 1800 \end{cases}$

Fazer Depois

Relembrar

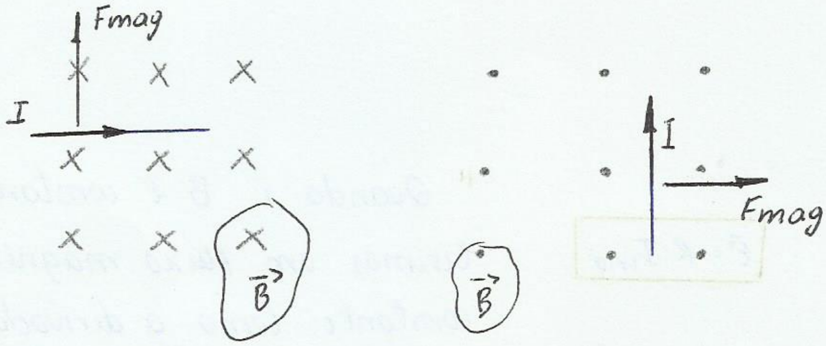
Campo magnético ($\vec{B}$)



- O sentido da corrente é o polegar direito

Obs.: • saindo
⊗ entrando

Força magnética



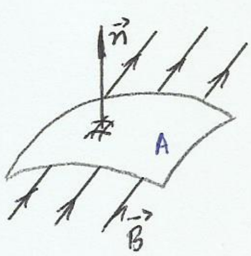
- A mão é na corrente, palma no sentido do campo e polegar, sentido da força magnética

$\boxed{F_{mag} = I L . B \sin\theta \ (N)}$; θ: angulo entre I e B

Fluxo magnético (ϕ)

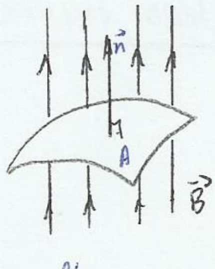
$\boxed{\phi = \int \vec{B}\,\vec{n}\,dA \ (Tm^2)}$ ∴ $\boxed{\phi = B.A.\cos\theta}$

- Quando a normal a área, houver um ângulo entre o campo magnético usa-se: $\phi = B.A\cos\theta$

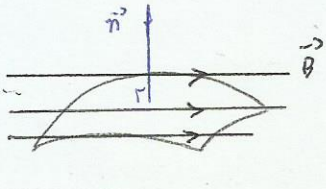


- Quando a normal a área for paralela ao campo

$\phi = B.A$



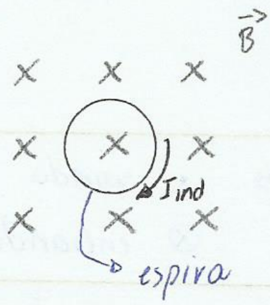
- E por último, quando a normal for perpendicular o fluxo magnético é $0 \Rightarrow \phi = 0$



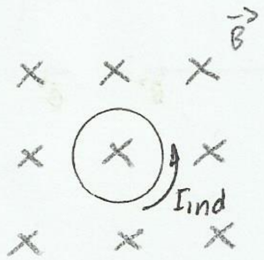
Indução Eletromagnética

- Só existe indução eletromagnética, quando o campo magnético (B) varia com o tempo. (Ou seja, surge uma corrente induzida).

Quando B diminui



Quando B aumenta



Lei de Faraday

$$\boxed{\mathcal{E} = -\frac{d\theta}{dt}}$$

↳ Força eletromotriz Induzida (V)

$$\boxed{\mathcal{E} = R . I_{ind}}$$

" Quando é B é constante, teremos um fluxo magnético constante. Como a derivada de uma constante é "0", então avaliamos que $\mathcal{E} = 0$, logo $I_{ind} = 0$".

Princípio da Indução

" Se o fluxo magnético variar no tempo, surge uma corrente induzida a fim de contrapor a variação do fluxo magnético. Ou seja, esta corrente surge, para tentar deixar o fluxo magnético constante, em equilíbrio."

$$\boxed{\text{Não esquecer } \mu_0 = 4\pi . 10^{-7}}$$

Dados: D = 0,50 m q = 4 ×10⁻⁹ C m = 1,2×10⁻⁹ kg B = 0,2 T v_0 = 4 m/s

18)Lista Complementar

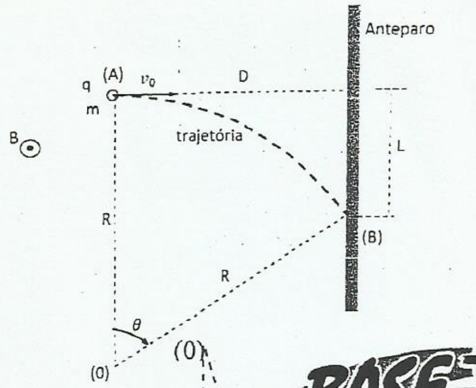
.Uma partícula de massa **m** e carga elétrica **q** é lançada, com velocidade **v0**, de um ponto A que está numa distância **D** de um anteparo fixo.Nesta região existe um campo magnético uniforme, de intensidade **B**, e direção normal ao plano da figura. A partícula colide com o anteparo no ponto B. Pedem-se:

a) o raio de curvatura R, da trajetória descrita pela partícula;

b) a distância L, o ângulo e o tempo decorrido entre o lançamento e a colisão;

c) verificar se a trajetória pode ser aproximada por uma parábola.

Resp: a)6m
b)0,02m;4,78^0 ; 0,125s
c) como o ângulo é muito pequeno, pode ser aproximado por uma parábola.



19)Lista Complementar

Uma partícula, de massa **m** e carga **q**, ao adquirir uma velocidade **v** devido a uma tensão aceleradora **V**, é projetada a partir do ponto A, para dentro de um campo elétrico uniforme, de intensidade **E**, produzido por placas paralelas eletrizadas como mostrado na figura. Considerar o campo elétrico nulo fora das placas. Na região há também um campo magnético, também uniforme, de intensidade **B**, que se estende inclusive para fora das placas. A partícula percorre entre as placas uma trajetória reta **AB**, e em seguida um trecho circular **BC**, de raio de curvatura **R** fora das placas, colidindo com um anteparo numa altura **d**.
A distância entre o anteparo e a extremidade direita das placas vale **D**. Não considerar a ação do campo gravitacional. Pedem-se:

a) a velocidade escalar **v** da partícula;

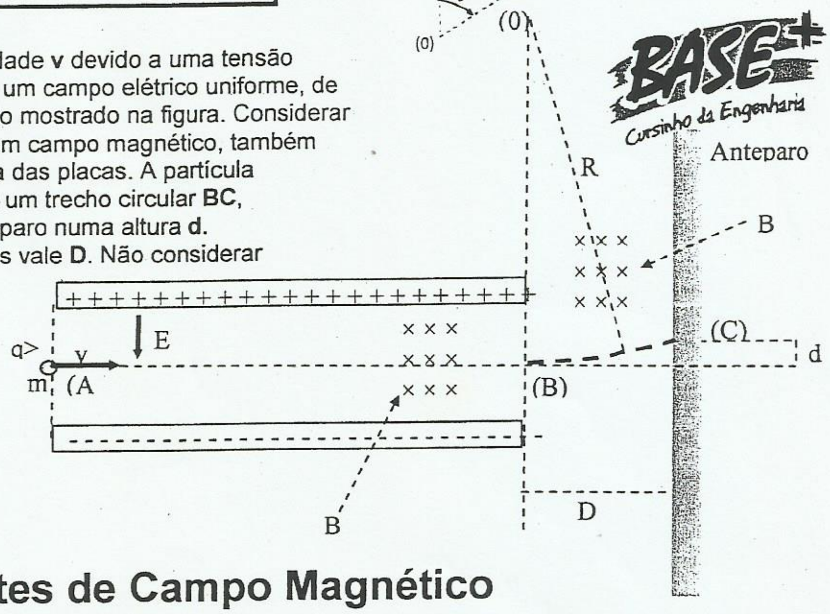
b) o raio de curvatura **R**;

c) o campo elétrico E, e o magnético B;

d) o novo ponto de colisão no anteparo supondo que a partícula tivesse uma massa $m^* = \frac{m}{2}$.

Dados: $m = 1{,}2 \times 10^{-8}$kg $q = 5 \times 10^{-9}$C
V = 500 V d = 0,1 m D = 4 m

Resp:a)20,4m/s b)80m
c)0,612T e 12,5 N/C d) 0,141m



Capítulo 28-Fontes de Campo Magnético

Exercícios

1)P1-2°sem9-(diurno)

4- Dois fios longos e paralelos, separados pela distância **D**, são percorridos por correntes elétricas de intensidades I_1 e I_2 de mesmo sentido, conforme ilustrado na figura a seguir. Um elétron é lançado do ponto A, com velocidade $\vec{v}_A$, numa direção paralela aos fios.

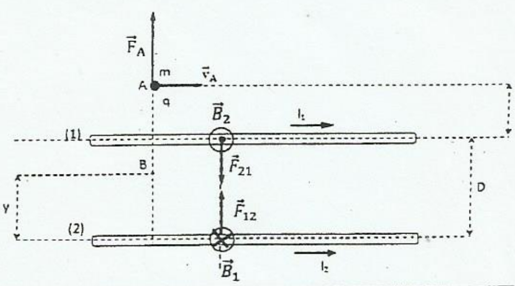
a) A força magnética exercida mutuamente entre os fios é atrativa ou repulsiva? Justifique; (0,5 pto)

b) Calcule a força magnética que atua sobre o elétron no ponto A; (1 pto)

c) Determine a posição y do ponto B, indicado na figura, em que o campo magnético produzido pelas correntes que fluem pelos fios é nulo. (1 pto)

Dados: I_1 = 10 A I_2 = 4 A d = 1 m D = 2 m q = -1,6 ×10^{-19} C m = 9,11×10^{-31} kg $v_A = 6 \times 10^5$ m/s

Formulário: $\vec{B} = \frac{\mu_0 . I}{2\pi . R}\hat{u}$ $\vec{F}_{mag.} = I.\vec{L} \times \vec{B}$ $\vec{F}_{mag.} = q\vec{v} \times \vec{B}$ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\frac{T.m}{A}$



Resp: a) é atrativa b)2,18x10^{-19} j (N) c)4/7 m

2)P1-2°sem9-(noturno)

4- Dois fios longos e paralelos, separados pela distância **D**, são percorridos por correntes elétricas de intensidades I_1 e I_2 de sentidos contrários. Um elétron é lançado do ponto A, equidistante dos fios, com velocidade $\vec{v}_A$, conforme ilustrado na figura a seguir.

a) A força magnética exercida mutuamente entre os fios é atrativa ou repulsiva; (0,5 pto)

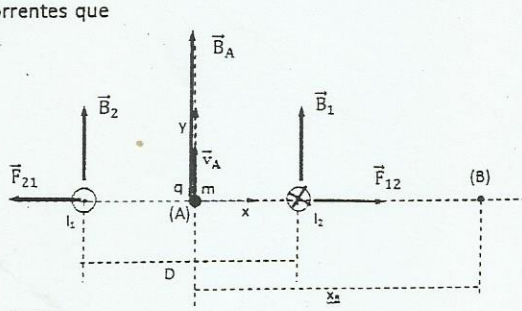
b) Calcule a força magnética que atua sobre o elétron no ponto A; (1 pto)

c) Determine a posição x_B do ponto B, indicado na figura, em que o campo magnético produzido pelas correntes que fluem pelos fios é nulo. (1 pto)

Dados: I_1 = 10 A I_2 = 4 A D = 6 m q = -1,6 ×10^{-19} C m = 9,11×10^{-31} kg $v_A = 6 \times 10^5$ m/s

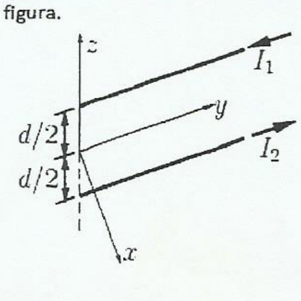
Formulário: $\vec{B} = \frac{\mu_0 . I}{2\pi . R}\hat{u}$ $\vec{F}_{mag.} = I.\vec{L} \times \vec{B}$ $\vec{F}_{mag.} = q\vec{v} \times \vec{B}$ $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\frac{T.m}{A}$

Resp: a) é repulsiva
b)0 (N) c)7 m



3)P1-1°sem10-(diurno)

3. Dois fios paralelos de comprimento $L = 10{,}0$ cm estão no plano yz separados por uma distânci 2,00 mm e transportam correntes elétricas de magnitudes $I_1 = 15{,}0$ A e $I_2 = 25{,}0$ A nos sentidos indicauus na figura.



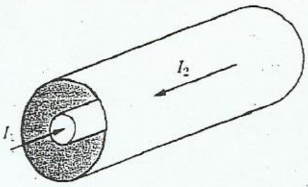
a) Mostre que o módulo do campo magnético produzido pelo fio 2 a uma distância d do fio vale $B_2 = 2{,}50$ mT. Indique claramente, na figura, o caminho de integração e o vetor $\vec{dl}$ usados no cálculo bem como a direção e o sentido do vetor campo magnético. (1,0 pt.)

b) A força entre os fios é atrativa ou repulsiva? Justifique. (0,5 pt.)

c) Determine o módulo F/L da força magnética por unidade de comprimento de fio. (0,5 pt.)

Resp: b)repulsiva
c)0,0375N/m

4)P1-1°sem10-(noturno)



2. Um cabo coaxial é composto por um cilindro condutor interno de raio $a = 0{,}81$ mm, pelo qual flui corrente elétrica $I_1 = 15{,}0$ mA, separado por um isolante, de uma casca cilíndrica condutora de raio $b = 4{,}95$ mm pelo qual flui corrente elétrica $I_2 = 10{,}0$ mA, como mostra a figura. Determine o campo magnético $\vec{B}$ no exterior do cabo coaxial e indique claramente, na figura, o caminho de integração e o vetor $d\vec{l}$ usados no cálculo bem como a direção e o sentido do vetor campo magnético. (1,0 pt.)

Resp: B =2,02x10^{-7} T

5)P1-2°sem10-(diurno)

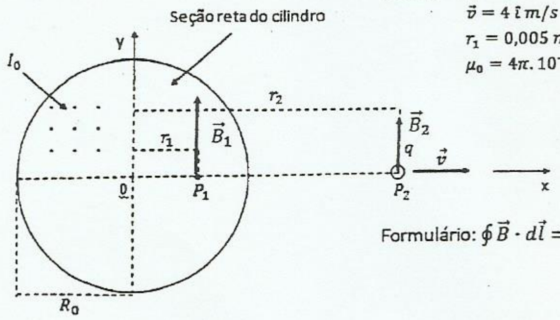
4. Um condutor cilíndrico longo, de raio R_0, conduz uma corrente elétrica I_0, saindo do plano, e uniformemente distribuída na área da seção reta do cilindro. Determinar:

a) a intensidade, direção e sentido do campo magnético nos pontos P_1 e P_2; (2 ptos)

b) a força magnética $\vec{F}$ que atua sobre uma carga elétrica q, quando a mesma passa pelo ponto P_2 com velocidade $\vec{v}$. (0,5 pto)

Resp:
a)B1=B2=1x10^{-4}j (T)
b)2x10^{-6} K (N)

Dados: $I_0 = 10\ A$; $\vec{v} = 4\,\hat{\imath}\ m/s$; $r_1 = 0{,}005\ m$; $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\ T.m/A$; $q = 0{,}005\ C$; $R_0 = 0{,}01$ m; $r_2 = 0{,}02\ m$



Formulário: $\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{int}$ $\quad \vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$

6)P1-2°sem10-(noturno)

Resp: a)0; -36π.10^{-7} (Tm); -20π.10^{-7} (Tm) ; 0
b) 0; 36π.10^{-7} (Tm); 20π.10^{-7} (Tm) ; 0

3. A figura mostra seções transversais de três condutores que conduzem correntes de módulos $I_1 = 9{,}00$ A, $I_2 = 4{,}00$ A e $I_3 = 5{,}00$ A, respectivamente. As correntes atravessam o plano nos sentidos indicados.

a) Determine o valor de $\oint \vec{B}\cdot d\vec{l}$ para cada um dos caminhos fechados a, b, c e d mostrados na figura. Suponha que todos os caminhos são orientados no sentido anti-horário e explique suas respostas; (2,0 pt.)

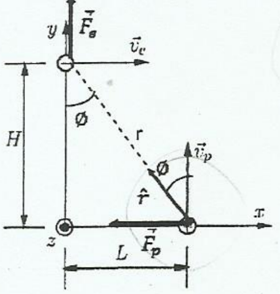
b) O que muda se todos os caminhos forem orientados no sentido horário? Explique. (0,5 ptos)

Dado: $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ T·m/A

Formulário: $\oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{int}$

7)P1-2°sem10-(noturno)

4. Um elétron de carga $q_e = -e$ e um próton de carga $q_p = +e$ se movem com velocidades $\vec{v}_e$ e $\vec{v}_p$, respectivamente, como indicado na figura.



a) Mostre que o campo magnético produzido pelo próton na posição do elétron é
$$\vec{B}_p = \frac{\mu_0}{4\pi} q_p v_p \frac{L}{(H^2+L^2)^{3/2}}\hat{k}$$ (1,0 pt.)

b) Calcule a força magnética $\vec{F}$ que o próton exerce sobre o elétron. Suponha que $H = 4{,}00$ nm, $L = 3{,}00$ nm, $v_e = v_p = 950$ km/s e $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}$ T·m/A. (0,5 pt.)

c) Quais são a direção e o sentido da força magnética produzida pelo elétron sobre o próton? (0,5 pt.)

d) Ignorando a presença do elétron, qual seria o sentido de movimento do próton se fosse submetido a um campo magnético externo $\vec{B} = (1{,}10\ \text{T})\hat{k}$? (0,5 pt.)

Resp:
b) 0,554.10^{-16} j (N)
c)+i
d) seria desviado para a direita.

Dado: $e = 1{,}6.10^{-19}\,C$

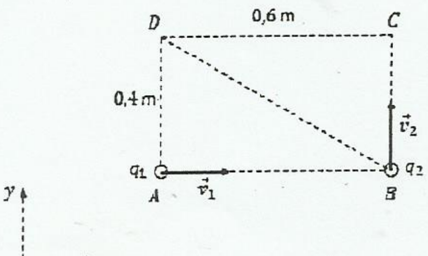
Formulário: $\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$ $\quad \vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$

8)P1-1°sem11-(diurno)

3. Duas cargas elétricas puntiformes q_1 e q_2 deslocam-se com velocidades $\vec{v}_1$ e $\vec{v}_2$ relativamente ao referencial $x0y$, conforme ilustrado. Pedem-se:

a) o campo magnético nos pontos A, B e D. (1,5 ptos)
b) as forças magnéticas que atuam sobre cada carga; (1 pto)

Dados: $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\,\frac{Tm}{A}$ $\quad q_1 = -2\,q_2 = 9.10^{-4}\,C$
$\vec{v}_1 = 50\,\hat{\imath}\,m/s$ $\quad \vec{v}_2 = 150\,\hat{\jmath}\,m/s$
Formulário: $\vec{F} = q\vec{v}\times\vec{B}$ $\quad \vec{B} = \frac{\mu_0 q}{4\pi}\frac{\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$



Resp:
a) 0,1875.10^{-7} K ; 0; 0,173.10^{-7} K (T)
b) 8,44.10^{-10} j (N) e 0

9)P1-1°sem11-(noturno)

3. Três cargas elétricas puntiformes q_1, q_2 e q_3 deslocam-se com velocidades $\vec{v}_1$, $\vec{v}_2$ e $\vec{v}_3$ respectivamente relativamente ao referencial $x0y$, conforme ilustrado. Pedem-se:

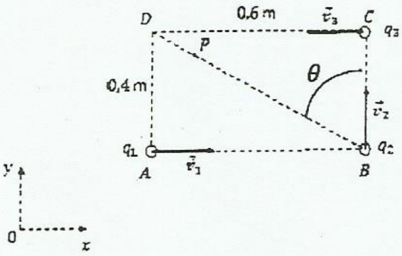
a) o campo magnético no ponto D. (1,5 ptos)

b) a força magnética que atua sobre a carga q_2; (1 pto)

Dados: $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}\ \frac{Tm}{A}$ $\quad q_1 = -q_2 = q_3 = 2.10^{-4}\ C$

$\vec{v}_1 = 50\ \hat{\imath}\ m/s$ $\quad \vec{v}_2 = 100\ \hat{\jmath}\ m/s$ $\quad \vec{v}_3 = -150\ \hat{\imath}\ m/s$

Formulário: $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$ $\quad \vec{B} = \frac{\mu_0 q}{4\pi}\frac{\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$



Resp:
a) $0{,}0305.10^{-7}\ \hat{K}$ (T)
b) $1{,}66.10^{-10}\ \hat{\imath}$ (N)

10)P3-1°sem11-(noturno)

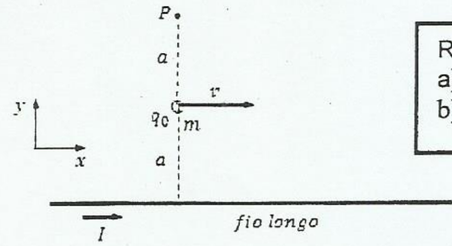
3. Uma carga elétrica q desloca-se com velocidade escalar v paralelamente a um fio longo conforme mostrado na figura abaixo. O fio longo é percorrido por uma corrente elétrica I. Pedem-se:

a) a força magnética que atua sobre a carga q; (1 pto)

b) o campo magnético resultante no ponto P. (1,5 ptos)

Dados: $q = -1.60 \times 10^{-6}$ $\quad v = 4.10^5\ m/s$ $\quad a = 3\ m$ $\quad I = 1.28\ A$ $\quad \mu_0 = 4\pi.10^{-7}\frac{Tm}{A}$

Formulário: $\vec{B}_{\substack{carga\\ puntiforme}} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{q\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$ $\quad \vec{B}_{\substack{fio\\ longo}} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\hat{u}$ $\quad \vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$



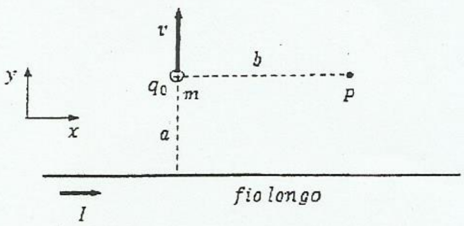
Resp:
a) $5{,}46.10^{-8}\ \hat{\jmath}$(N)
b) $0{,}36.10^{-7}\ \hat{K}$ (T)

11)P3-1°sem11-(noturno)

4. Uma carga elétrica q desloca-se com velocidade escalar v perpendicularmente a um fio longo conforme mostrado na figura abaixo. O fio longo é percorrido por uma corrente elétrica I. Pedem-se:

a) a força magnética que atua sobre a carga q; (1 pto)

b) o campo magnético resultante no ponto P. (1,5 ptos)



Resp:
a-$2{,}73.10^{-8}\ \hat{\imath}$(N)
b) $0{,}444.10^{-7}\ \hat{K}$ (T)

12)Lista Complementar 2sem9

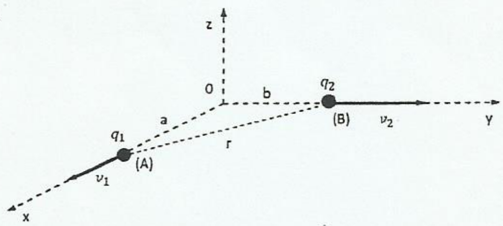
3- As cargas elétricas q_1 e q_2 ilustradas a seguir movem-se, respectivamente, com velocidades v_1 e v_2 em relação a um observador inercial Oxyz. Para a posição da figura, determinar a força magnética que atua sobre a carga q_1.

Dados: $q_1 = 2 \times 10^{-6}$ C $\quad q_2 = 8 \times 10^{-6}$ C $\quad$ a = 4 m $\quad$ b = 3 m $\quad v_1 = 1 \times 10^6$ m/s $\quad v_2 = 6 \times 10^6$ m/s

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\frac{T.m}{A}$

Resp: $3{,}1\text{x}10^{-7}\ \hat{\jmath}$ (N)

Formulário: $\vec{F} = q.\vec{v} \times \vec{B}$ $\quad \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}.\frac{q.\vec{v}\times\hat{r}}{r^2}$



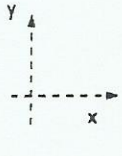
13)Lista Complementar 2sem10

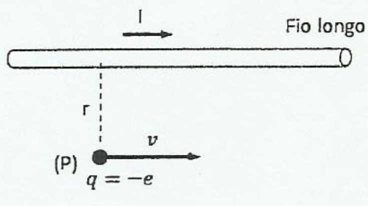
4- A corrente elétrica de intensidade I percorre um fio reto e longo, segundo representação esquemática a seguir. Um elétron desloca-se com velocidade v paralela à corrente e no mesmo sentido. Calcular a força magnética sobre o elétron para a posição da figura.

Dados: $e = 1{,}6 \times 10^{-19}C$ $\quad r = 0{,}1\ m$ $\quad I = 1{,}5\ A$ $\quad v = 5 \times 10^4\ m/s$ $\quad \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\frac{T.m}{A}$

Formulário: $\vec{F} = q.\vec{v} \times \vec{B}$ $\quad \oint \vec{B}.d\vec{l} = \mu_0.I$ (lei de Ampère)

Resp: $-2{,}4\text{x}10^{-20}\ \hat{\jmath}$ (N)



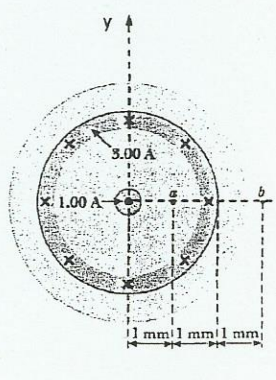


14)Lista Complementar 2sem10

3. A Figura mostra um corte transversal de um cabo coaxial. O condutor central é cercado por uma camada de borracha, que é cercada pelo condutor exterior, que é envolvido por outra camada borracha. Em uma aplicação particular, a corrente no condutor interno tem intensidade de 1,00 A e a corrente no condutor externo tem intensidade de 3,00 A nas direções indicadas na figura. Determine a magnitude, a direção e o sentido do campo magnético nos pontos a e b.

Dado: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{T.m}{A}$

Formulário: $\oint \vec{B}.d\vec{l} = \mu_0.I$

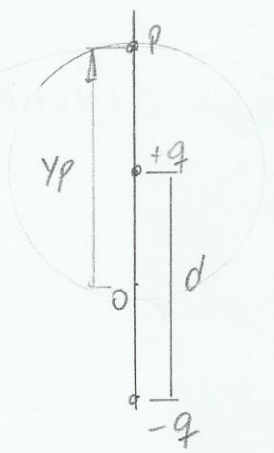


Resp:Ba=2x10^{-4} j (T) e Bb=2x10^{-4} j (T)

Prova 1º sem /2011

1-)

q_0 • $q_0 = -e$, é liberado do infinito, onde o potencial é nulo



Dados:

$q = 320.10^{-15}\,C$, $d = 0{,}150\,m$ $e = 1{,}60.10^{-19}C$

$m = 9{,}11.10^{-31}\,kg$ $y_P = 0{,}2\,m$

$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \simeq 9\times10^9 \frac{m}{F}$

(a)

$V = \frac{kQ}{r}$

$V = k.q.\left(\frac{1}{y-\frac{d}{2}} - \frac{1}{y+\frac{d}{2}}\right)$

$V = kq.\left[\frac{\cancel{y}+\frac{d}{2} - \cancel{y} + \frac{d}{2}}{(y-\frac{d}{2})(y+\frac{d}{2})}\right]$

$V = kq.\frac{d}{y^2 - \frac{d^2}{4}}$

$V = \frac{qd}{4\pi\varepsilon_0}.\left(\frac{1}{y^2 - d^2/4}\right)$

(b) $v_e = ?$ no ponto P

$W_{\infty \to P} = -q\,(V_P - \cancel{V_\infty}^{\,0})$

$= \frac{e.\,qd}{4\pi\varepsilon_0}\left(\frac{1}{y^2 - d^2/4}\right) = 1{,}60.10^{-19}.\,9.10^9.\,320.10^{-15}.\,0{,}15\left(\frac{1}{0{,}2^2 - 0{,}15^2/4}\right)$

$\therefore\ W_{\infty \to P} = 2{,}01.10^{-21}\,J$

$W_{\infty \to P} = \Delta E_c$

$W_{\infty \to P} = \frac{1}{2}m v_P^2 - \cancel{\frac{1}{2}m v_i^2}^{\,0}$ $2{,}01.10^{-21} = \frac{1}{2}.9{,}11.10^{-31}.\,v_P^2$ $\therefore v_P = 6{,}64.10^4\,\frac{m}{s}$

(c) E_y para $|y| > d$

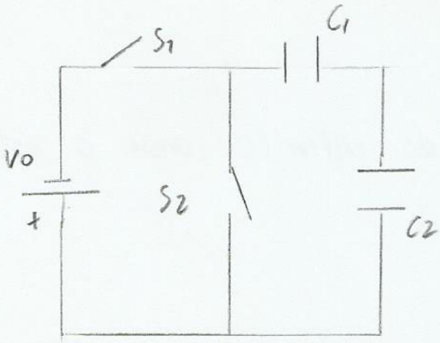
$E = -\frac{dV}{dr} = -\frac{q.d}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{d}{dy}\left(\frac{1}{y^2 - d^2/4}\right)$

$= \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}.\frac{2yqd}{(y^2 - d^2/4)^2} = 0{,}146\ \frac{N}{C}$

$\frac{d}{dy}\left(\frac{1}{y^2 - d^2/4}\right) = -(y^2 - d^2/4)^{-2}\,2y$

$= \frac{-2y}{(y^2 - d^2/4)^2}$

2-)



t_0: S_1 fecha

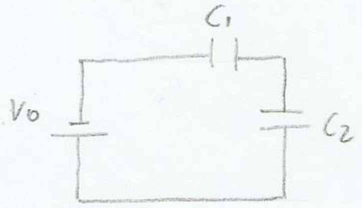
t_1: (Eles estão totalmente carregados)

S_1 abre S_2 fecha até $Q_1 = Q_2$

Dados:

$V_0 = 5{,}00\,V$ $C_1 = 500\,pF$ $C_2 = 167\,pF$

(a) Q_1 no t_1



Circuito em série

$Q_1 = Q_2$; $C = \frac{Q}{V}$ ∴ $Q = CV$

$V = V_1 + V_2$

$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$$\begin{cases} 500.10^{-12} V_1 - 167.10^{-12} V_2 = 0 \\ V_1 + V_2 = 5 \end{cases} \sim \begin{cases} 3V_1 - V_2 = 0 \\ V_1 + V_2 = 5 \end{cases} \quad 4V_1 = 5 \quad V_1 = 1{,}25V \therefore V_2 = 3{,}75V$$

$Q_1 = 500.10^{-12} . 1{,}25 = 6{,}25\,10^{-10}\,C = 625.10^{-12}\,C = \underline{625\,pC}$

ou

$Q_1 = Q_2 = CV = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1} V$

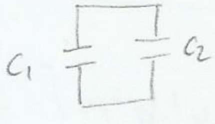
$= \left(\frac{C_2 + C_1}{C_1 C_2}\right)^{-1} . V = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2} . V = \underline{626\,pC}$

(b) $V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{626.10^{-12}}{500.10^{-12}}$ ∴ $\underline{V_1 = 1{,}25\,V}$

(c) $U_{1\to 2} = \frac{1}{2} C V_2^2 - \frac{1}{2} C V_1^2$ ∴ $\underline{U_{1\to 2} = -390}\,pJ$

$U_1 = \frac{1}{2} 500.10^{-12} . 1{,}25^2 + \frac{1}{2} 167.10^{-12}\, 3{,}75^2 = 1{,}56.10^{-9}$

$U_2 = \frac{1}{2} 500.10^{-12}\, V_1^2 + \frac{1}{2} 167\, 10^{-12} . V_2^2 = 1{,}175.10^{-9}$



Circuito em série

$Q_T = Q_1 + Q_2$

$V_1 = V_2$

$Q_T = C_1 V_1 + C_2 V_2$

$Q_T = V\,(C_1 + C_2)$

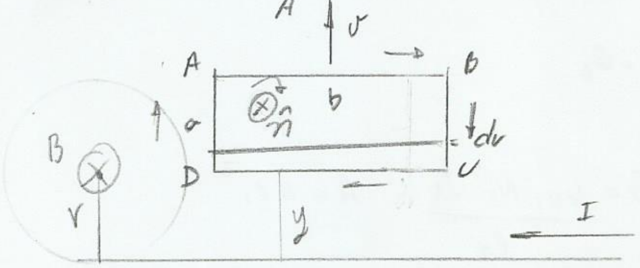
$V = \frac{Q_T}{C_1 + C_2} = \frac{2.626.10^{-12}}{500.10^{-12} + 167.10^{-12}}$

$V = 1{,}877V = V_1 = V_2$

3-)

Dados:

$y = 4m$ $\mu_0 = 4\pi.10^{-7} \frac{Tm}{A}$ $I = 5A$ $R = 20\Omega$ $a = 6m$ $b = 10m$ $v = 12\frac{m}{s}$



$\int B\,dL = I\mu_0$

$BL = I\mu_0$

$B = \frac{I\mu_0}{2\pi r}$

(a)

$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\,dA$ $\qquad \mathcal{E} = \frac{-d}{dt}\Phi$

$\Phi = \int \frac{I\mu_0}{2\pi r} b\,dr$

$= \frac{I\mu_0.b}{2\pi}\int_y^{y+a} \frac{1}{r}dr = \frac{I\mu_0.b}{2\pi} \ln\left(\frac{r+a}{r}\right)$

$\Phi = \frac{5.\cancel{4}^{2}\pi.10^{-7}.10}{\cancel{2}\pi} \ln\left(\frac{6+4}{4}\right) = \underline{9{,}16.10^{-6}\,Tm^2}$

(b) Iind = ? e sentido

R: Sentido horário

$\mathcal{E} = \frac{-d}{dt}\Phi = \frac{-d}{dt}\left[\frac{I\mu_0 b}{2\pi}\left(\ln(r+a) - \ln(r)\right)\right].\frac{dr}{}$

$= -\frac{I\mu_0 b}{2\pi}.\frac{d[\ln(r+a) - \ln(r)]}{dr}.\frac{dr}{dL}$

$= \frac{-I\mu_0 b}{2\pi}.\left[\frac{1}{r+a} - \frac{1}{r}\right].v$

$= \frac{-5.\cancel{4}^{2}\pi.10^{-7}}{\cancel{2}\pi}\left[\frac{1}{4+6} - \frac{1}{4}\right].12.10 = 1{,}8.10^{-5}$

$I = \frac{1{,}8.10^{-5}}{20}$ $\therefore$ $\underline{I = 9\,10^{-7}\,A}$

4-) $I_2 = 2{,}5 . 10^6 t$

a) $M = ?$

$$M = \frac{N_1 \Phi_1}{I_2} = \frac{N_2 \Phi_2}{I_1} \quad ; \Phi_1 = \Phi_2$$

$$\Phi = \int \vec{B} \hat{n} dA = BA \; ; \quad B = \frac{\mu_0 . N_1 \; I_1}{l_1} \quad A = \pi r_1^2$$

$$\Phi_1 = \frac{\mu_0 N_1 I_2 . \pi r_1^2}{l_1}$$

$$M = \frac{N_2 \; \mu_0 \; N_1 \cancel{I_1} . \pi r_1^2}{\cancel{I_1} l_1} = \mu_0 \pi r_1^2 \frac{N_1 N_2}{l_1}$$

(b) $\Phi = ?$ no $t = 1 . 10^{-6}$ s

$$\Phi_1 = \frac{M I_2}{N_1}$$

$$M = \frac{4\pi . 10^{-7} . \pi . 0{,}04^2 . 50 . 2000}{1{,}2} = 5{,}26 . 10^{-4} \; H$$

$$I_2 = 2{,}5 . 10^6 . 1 . 10^{-6} = 2{,}5 \; A$$

$$\therefore \Phi_1 = \frac{5{,}26 . 10^{-4} . 2{,}5}{2000} = 6{,}58 . 10^{-7} \; T . m^2$$

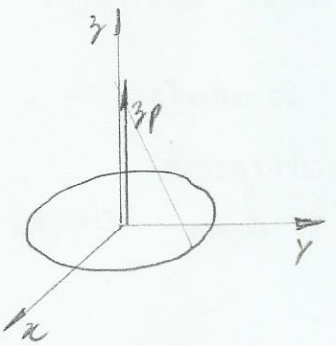
(c) $\mathcal{E} = ?$

$$\mathcal{E}_1 = \frac{d N_1 \Phi_1}{dt} \; ; \; N_1 \Phi_1 = M_1 I_2$$

$$\mathcal{E} = \frac{-d (M_1 I_2)}{dt} = \frac{M_1 \, d I_2}{dt} = 5{,}26 . 10^{-4} . 2{,}5 . 10^6 \therefore -\mathcal{E} = \underline{1315 \; V}$$

Prova P2 - 2º sem /2011 noturno

1.)



$q_0 = -e$ de $m = 9{,}11 \cdot 10^{-31}\ kg$, é liberado do infinito

Dados: $\sigma = 160 \cdot 10^{-12}\ C/m^2$ $R = 0{,}2\ m$ $e = 1{,}60 \cdot 10^{-19}\ C$

$z_p = 0{,}150\ m$ $\varepsilon_0 = 8{,}85 \cdot 10^{-12}\ F/m$

$$E = \frac{-dV}{dr} \qquad E \cdot 2\pi r = \frac{Q_0}{\varepsilon_0}$$

$$V = -\int E\,dr \qquad E = \frac{Q}{2\pi r \varepsilon_0}$$

(a) $W_{\infty \to p}$

$$W_{\infty \to p} = -q\,(V_p - \cancel{V_\infty}^{\,0})$$

$$\int E\,dl = \frac{Q_0}{\varepsilon_0} \qquad \sigma = \frac{Q}{A} \quad Q = \sigma A \quad Q = \pi r^2 \sigma$$

$$E\,l = \frac{Q_0}{\varepsilon_0} \qquad E = \frac{\pi r^2 \sigma}{2\pi r \varepsilon_0}$$

$$\int \frac{\sigma r}{2\varepsilon_0}\,dr = V \quad \therefore V = \frac{1}{4}\frac{\sigma r^2}{\varepsilon_0} \quad X$$

$$E = \frac{\sigma r}{2\varepsilon_0}$$

$$V(0{,}15) = \frac{160 \cdot 10^{-12}}{2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}}\left(\sqrt{0{,}15^2 + 0{,}2^2} - 0{,}15\right)$$

$$\therefore V(0{,}15) = 0{,}90\ V$$

$$W_{\infty \to p} = -(-1{,}60 \cdot 10^{-19}) \cdot 0{,}9 \quad \therefore \underline{W_{\infty \to p} = 144{,}63 \cdot 10^{-21}\ W}$$

(b) $W_{\infty \to p} = \Delta E_c = \frac{1}{2} m\,(v_p^2 - \cancel{v_\infty^2}^{\,0})$

$$144{,}63 \cdot 10^{-2} = \frac{1}{2}\,9{,}11 \cdot 10^{-31} \cdot v_p^2 \quad \therefore \underline{v_p = 5{,}63 \cdot 10^5\ \frac{m}{s}}$$

(c) $$E = -\frac{dV}{dz} = -\frac{d}{dz}\left[\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left(\sqrt{z^2+R^2} - z\right)\right]$$

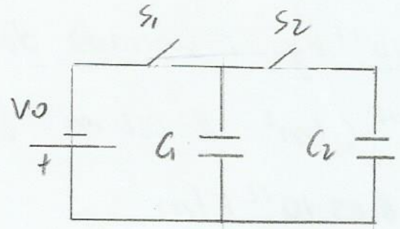
$$= \frac{-\sigma}{2\varepsilon_0} \cdot \left[\frac{1}{\cancel{2}}(z^2+R^2)^{-\frac{1}{2}}\,\cancel{2}z - 1\right]$$

$$= \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\left[1 - \frac{z}{\sqrt{z^2+R^2}}\right] = \frac{160 \cdot 10^{-12}}{2 \cdot 8{,}85 \cdot 10^{-12}}\left[1 - \frac{0{,}15}{\sqrt{0{,}15^2 + 0{,}2^2}}\right]$$

$$\therefore \underline{E = 3{,}62}\ \frac{V}{m}$$

2-)

Dados:



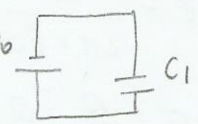
$V_0 = 3{,}00V$ $\quad C_1 = 500pF$ $\quad C_2 = 250pF$

t_0: S_1 fecha S_2 aberto

t_1: C_1 esta carregado

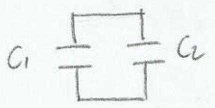
S_1 abre S_2 fecha $\quad V_1 = V_2$

a) Q_1 no t_1



$Q = 500 \cdot 10^{-12} \cdot 3 = 1{,}5 \cdot 10^{-9} C = 1500 pC$ $\qquad C = \frac{Q}{V}$

b) V_1 no t_2



$V_1 = V_2$

$Q_T = Q_1 + Q_2$

$500 V_1 + 250 V_2 = 1500$

$2V_1 + V_2 = 6$

$3V_1 = 6 \quad \therefore \underline{V_1 = 2V}$

c) $U_{t_1 \to t_2} = U_{t_2} - U_{t_1}$

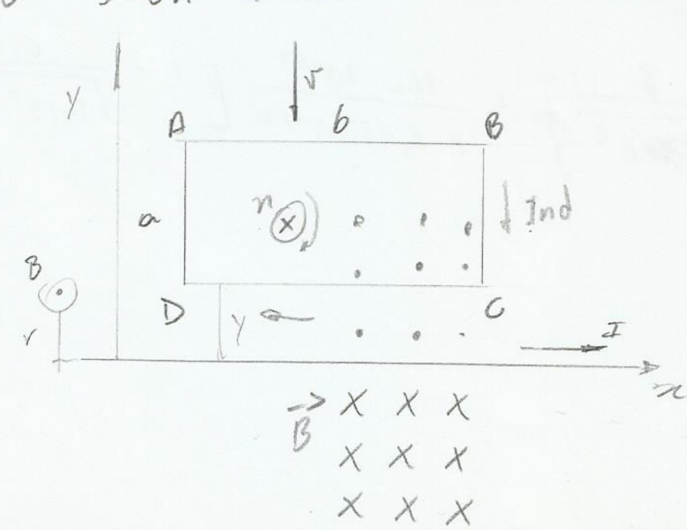
$U_{t_1} = \frac{1}{2} \cdot 500 \cdot 10^{-12} \cdot 3^2 = 2{,}25 \cdot 10^{-9}$

$U_{t_2} = \frac{1}{2} 500 \cdot 10^{-12} \cdot 2^2 \cdot \frac{1}{2} 250 \cdot 10^{-12} \, 2^2 \quad \therefore U_{t_2} = 1{,}5 \cdot 10^{-9}$

$U_{t_1 \to t_2} = -7{,}5 \cdot 10^{-10} J = \underline{-750 pJ}$

3-) Dados:

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ $\quad I = 8A$ $\quad R = 40\Omega$ $\quad a = 12m$ $\quad b = 20m$ $\quad v = 5 m/s$



(a) Fmag = ?

$$\int B\,dl = \mu_0 I$$

$$BL = \mu_0 I$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$F_{mag} = I_{ind} \cdot [L \times \vec{B}]$$

$$F_{mag_r} = F_{AB} + \cancel{F_{BC}} + F_{CD} + \cancel{F_{DA}}$$

$$\vec{F}_{AD} = \vec{F}_{BC}$$

$$\vec{F}_{DA} = -F_{BC}$$

$$F_{mag} = F_{ab} + F_{CD}$$

$$F_{ab} = I_{ind} \cdot (B-A) \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi(y+a)} \cdot (\vec{i}) \times (\vec{k}) = -\frac{I_{ind}\,\mu_0 I . b}{2\pi(y+a)} (\vec{j})$$

$$F_{CD} = I_{ind} \cdot (D-C) \frac{\mu_0 I}{2\pi y} \cdot (-\vec{i}) \times (\vec{k}) = \frac{I_{ind}\,\mu_0 I\, b}{2\pi y} (\vec{j})$$

$$F_{mag} = \frac{I . I_{ind}\, \mu_0 . I b}{2\pi} \cdot \left[\frac{1}{y} - \frac{1}{y+a} \right]$$

(b) Iind = ? e sentido = ?

Iind esta no sentido horário

$$\Phi = \int \vec{B}\,\hat{n}\,dA$$

$$= \int \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot b\,dr \cdot \cos 180$$

$$= -\frac{\mu_0 I b}{2\pi} \int_r^{r+a} \frac{1}{r}\,dr = -\frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln\left(\frac{r+a}{r}\right)$$

$$\Phi = -\frac{\mu_0 I b}{2\pi} \cdot [\ln(r+a) - \ln(r)]$$

$$\varepsilon = -\frac{d\theta}{dt} = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \frac{d[\ln(r+a) - \ln(r)]}{dt} \cdot \frac{dr}{dr}$$

$$= \frac{\mu_0 I . b}{2\pi} \cdot \frac{dr}{dt} \cdot \frac{d}{dr} [\ln(r+a) - \ln(r)]$$

$$= \frac{\mu_0 I . b}{2\pi} . v . \left[\frac{1}{r+a} - \frac{1}{r} \right] = \frac{\overset{2}{\cancel{4}}\pi 10^{-7} . 8 . 20 . (-5)}{\cancel{2}\pi} . \left[\frac{1}{12+12} - \frac{1}{12} \right]$$

$$\varepsilon = 6{,}67 . 10^{-6}\,V \qquad I_{ind} = \frac{6{,}67\,10^{-6}}{40} \quad \therefore \quad \underline{I_{ind} = 1{,}67 . 10^{-7}\,A}$$

4-) $I_1 = 5{,}0 . 10^6 t$

Dados: $N_2 = 50$ espiras $N_1 = 4000$ espiras $l_1 = 2{,}40\,m$ $r_1 = 0{,}1\,m$

(a) Φ em $t = 0{,}5 . 10^{-6}\,s$

Como $\Phi_1 = \Phi_2$

$$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\,dA = BA = \frac{\mu_0 N I}{l} \quad \therefore \quad \Phi_1 = \frac{\mu_0 . N_1 I_1}{l_1} . \pi r_1^2$$

$$\Phi_1 = \frac{4\pi . 10^{-7} . 4000 . 5{,}0 . 10^6 . 0{,}5 . 10^{-6} . \pi . 0{,}1^2}{2{,}40} \quad \therefore \Phi_1 = 1{,}645 . 10^{-4}\,Tm^2$$

(b) $M_1 = M_2 = M$

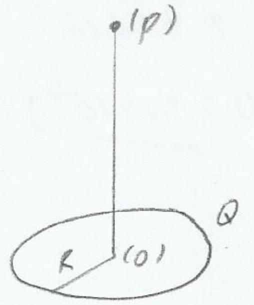
$$M = \frac{\Phi_2 N_2}{I_1} = \frac{1{,}645 . 10^{-4} . 50}{5{,}0 . 10^6 . 0{,}5 . 10^{-6}} \quad \therefore M = 3{,}29 . 10^{-3}\,H$$

(c) $\mathcal{E}_2 = ?$

$$\mathcal{E}_2 = -M \frac{dI_1}{dt} = -M . 5{,}0 . 10^6 = -3{,}29 . 10^{-3} . 5 . 10^6 \quad \therefore \mathcal{E}_2 = -1{,}64 . 10^4\,V$$

Prova 2º sem / 2010 Diurno

1-)



Dados:

$Q = 8.10^{-6}\,C$ $R = 0{,}12\,m$ $q = 4.10^{-6}\,C$ $m = 2.10^{-3}\,kg$

(a) $W_{\infty \to o} = -q(V_o - \cancel{V_\infty}^{\to 0})$

$= \frac{1}{4\pi \varepsilon_0} \cdot -q \frac{Q}{\sqrt{R^2+z^2}}$

$= \frac{9.10^9 . (-4.10^{-6}) . 8.10^{-6}}{0{,}12}$ $\therefore$ $W_{\infty \to o} = -2{,}4\,J$

$W_{operador} = -W_{\infty \to o}$

$= \underline{2{,}4\,J}$

(b) Não, pois o trabalho não depende do caminho, pois ele é conservativo.

(c) $W_{\infty \to o} = \Delta E_c = \frac{1}{2} m (\cancel{v_0^2}^{\to 0} - v_\infty^2)$

$-2{,}4 = \frac{1}{2} . 2.10^{-3} (-v_\infty^2)$ $\therefore$ $\underline{v_\infty = 48{,}99\,m/s}$

2-) Dados:

$A = 3.10^{-2}\,m^2$ $x = 0{,}002\,m$ $q = 1.10^{-8}\,C$ $k = 3$

a) $|q_{ind}| = ?$ $\varepsilon = k\varepsilon_0$ Sabendo: $\sigma = \frac{Q}{A}$

$C = \frac{\varepsilon A}{x}$ $\therefore$ $C = 1{,}\cancel{3275}.10^{-10}\,C$

$Q_{ind} = 2{,}22.10^{-7} . 3.10^{-2}$

$\therefore Q_{ind} = 6{,}67.10^{-9}\,C$

$C = \frac{Q}{V} = \frac{\varepsilon A}{x}$

$V = \frac{Qx}{\varepsilon A}$

$E = \frac{V}{x}$

$E = \frac{Q}{\varepsilon A}$

$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma - \sigma_{ind}}{\varepsilon_0}$

$\frac{Q}{\varepsilon A} = \frac{\sigma}{\varepsilon}$ $\therefore$ $\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{1.10^{-8}}{3.10^{-2}}$ $\therefore \sigma = 3{,}33.10^{-7}$

$E = \frac{1.10^{-8}}{3.8{,}85.10^{-12}.3.10^{-2}}$ $\therefore E = 1{,}255.10^4$

$\sigma_{ind} = \sigma - E.\varepsilon_0 = 3{,}33.10^{-7} - 1{,}255.10^4 . 8{,}85.10^{-12}$ $\therefore \sigma_{ind} = 2{,}22.10^{-7}$

$U = \frac{1}{2} C V^2 \qquad V = \frac{q}{C}$

$U = \frac{1}{2} \cdot C \cdot \left(\frac{q}{C}\right)^2 = \frac{q^2}{2C} \quad \therefore U = \frac{(1.10^{-8})^2}{2 \cdot C} \quad \therefore U = \frac{(1,10^{-8})^2}{2 \cdot 3,98 \cdot 10^{-10}}$

$C = \frac{3 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{0,002} = 3,98 \cdot 10^{-10}$

$\therefore \underline{U = 1,26 \cdot 10^{-7} J}$

c) $U = ?$ quando é retirado o dielétrico

$C = \frac{\varepsilon_0 A}{x} = \frac{8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 10^{-2}}{0,002} = 1,3275 \cdot 10^{-10} C$

$U = \frac{1}{2} C V^2 \quad ; \quad C = \frac{q}{V}$

$U = \frac{1}{2} C \cdot \left(\frac{q}{C}\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{q^2}{C} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(1.10^{-8})^2}{1,3275 \cdot 10^{-10}} \quad \therefore \underline{U = 3,77 \cdot 10^{-7} J}$

3-) Dados:

$\frac{N}{\ell} = 10\,000 \frac{\text{espiras}}{m} \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Tm}{A} \quad U = 0,1 J \quad I = 1,5 A \quad A = 0,002 m^2$

(a) $L = ?$

$L = \frac{N}{I} \Phi \quad ; \quad \Phi = \int \vec{B} \hat{n} dA \qquad L = \frac{N}{I} \frac{\mu_0 N I}{\ell}$

$\Phi = BA = \frac{\mu_0 N I}{\ell} A$

$L = \frac{N^2 \mu_0 A}{\ell}$

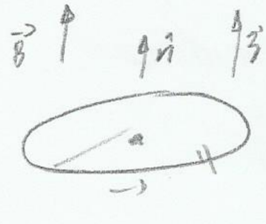
(b) $\ell = ? \quad N = ?$

$U = \frac{1}{2} L I^2 \sim 0,1 = \frac{1}{2} L \cdot 1,5^2 \quad \therefore L = 8,89 \cdot 10^{-2}$

$8,89 \cdot 10^{-2} = N \cdot 10000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,002 \quad \therefore \underline{N = 3,54 \cdot 10^3 N} \quad \therefore \underline{\ell = 0,354 m}$

(c) $u = \frac{0,1}{0,002 \cdot 0,35} \quad \therefore \underline{u = 141,37 \frac{J}{m^3}}$

4-) Dados: $a = 0{,}1\,m$ $\quad R = 50\,\Omega$



(a) Como o campo magnético varia no decorrer, ou seja, ele diminui ao passar o tempo, com isso o fluxo magnético varia, realizando a regra do eluno, a corrente tem o sentido anti-horário.

(b) $\mathcal{E} = ?$ $\quad E = ?$

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ 0 & 0{,}3 & 1 \\ 3 & 0{,}2 & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} x & y \\ 0 & 0{,}3 \\ 3 & 0{,}2 \end{matrix} = 0$$

$$0{,}3x + 3y - 0{,}9 - 0{,}2x = 0$$

$$3y + 0{,}1x - 0{,}9 = 0$$

$$B(t) = y = \frac{0{,}9 - 0{,}1t}{3}$$

$$\Phi = \int \vec{B}\,\hat{n}\,dA$$

$$= B.A\cos\cancel{0}^{\,1}$$

$$= \frac{0{,}9 - 0{,}1t}{3} . \pi . 0{,}1^2 \quad \therefore \quad \Phi = 9{,}42.10^{-3} - 1{,}047.10^{-3}t$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d}{dt}\left(9{,}42\,10^{-3} - 1{,}047.10^{-3}t\right) = \underline{1{,}047.10^{-3}\,V}$$

$$\mathcal{E} = \oint \vec{E}\,dl \qquad E = \frac{\mathcal{E}}{L} = \frac{\mathcal{E}}{2\pi a} = \frac{1{,}047.10^{-3}}{2\pi.0{,}1} \quad \therefore \quad E = \underline{1{,}67.10^{-3}}\,\frac{V}{m}$$

$$d\mathcal{E} = \vec{E}\,dl$$

(c) $U_{0\to 6} = ?$

$$\frac{dU}{dt} = P = V.I \qquad P = V.\frac{V}{R} \Rightarrow P = \frac{V^2}{R} = \frac{(1{,}047.10^{-3})^2}{50} = 2{,}19.10^{-8}$$

$$\frac{dU}{dt} = P \qquad dU = P\,dt$$

$$U = \int P\,dt = \int_0^6 2{,}19.10^{-8}\,dt = 2{,}19.10^{-8}.6$$

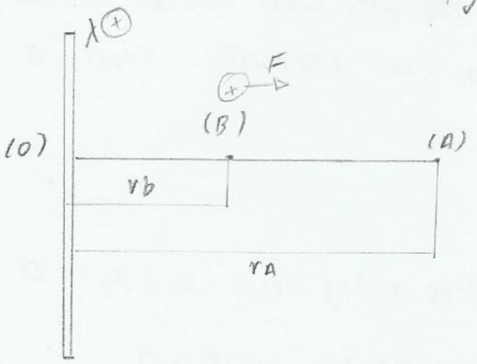
$$\therefore \underline{U = 1{,}32.10^{-7}\,J}$$

Prova 2ºsm/2010 Noturno

1-)

Dados: $\lambda = 9.10^{-6} C$ $\quad r_b = 0{,}12 m$ $\quad r_A = 0{,}36 m$ $\quad q = 4.10^{-6} C$

$m = 2.10^{-3} kg$ $\quad \dfrac{1}{2\pi\varepsilon_0} = 18.10^9 \dfrac{Nm^2}{C^2}$



(a) $W_{A \to B} = -q\,(V_B - V_A)$

$= q \cdot \dfrac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left[\dfrac{r_b}{r_a}\right]$

$W_{A \to B} = 4.10^{-6} \cdot 9.10^{-6} \cdot 18.10^9 \ln\left(\dfrac{0{,}12}{0{,}36}\right)$

$\therefore W_{A \to B} = -0{,}71 J$

$W_{operador} = -W_{A \to B}$ $\quad \therefore W_{operador} = \underline{0{,}71 J}$

(b) Não, pois o trabalho é conservativo, ou seja não depende do trajeto.

(c) $W_{B \to A} = 0{,}71$

$W_{B \to A} = \Delta E_c = \frac{1}{2} m (v_a^2 - \cancel{v_b^2}^{\,0})$

$0{,}71 = \frac{1}{2} \cdot 2\,10^{-3} \cdot v_a^2$ $\quad \therefore \underline{v_a = 26{,}68\ m/s}$

2-)

Dados:

$A = 2{,}5.10^{-2} m^2$ $\quad x = 0{,}002 m$ $\quad q = 1.10^{-6} C$ $\quad \varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12} \frac{F}{m}$ $\quad K = 3$

a) $\sigma_{ind} = ?$

$C = \dfrac{\varepsilon A}{x} = \dfrac{Q}{V} \therefore V = \dfrac{q x}{\varepsilon A}$ $\quad E = \dfrac{V}{x} = \dfrac{q}{\varepsilon A}$; $\quad E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon}$

$\dfrac{q}{\varepsilon A} = \dfrac{\sigma}{\varepsilon} \therefore \sigma = \dfrac{q}{A}$

$\dfrac{\sigma}{K\varepsilon_0} = \dfrac{\sigma - \sigma_{ind}}{\varepsilon_0}$ $\quad \sigma_{ind} = \sigma - \dfrac{\sigma}{K} = \sigma\left[1 - \dfrac{1}{K}\right]$

$\sigma_{ind} = \dfrac{q}{A} \cdot \left[1 - \dfrac{1}{K}\right] \therefore \sigma_{ind} = \dfrac{1.10^{-6}}{2{,}5.10^{-2}} \cdot \left[1 - \dfrac{1}{3}\right] \therefore \sigma_{ind} = 2{,}67.10^{-3} \dfrac{C}{m^2}$

b) $E = ?$

$$E = \frac{V}{x} \; ; \; V = \frac{q}{C} \; ; \; C = \frac{\varepsilon A}{x}$$

$$E = \frac{q}{Cx} \; \therefore \; E = \frac{q}{K\varepsilon_0 A} = \frac{1.10^{-8}}{3.8,85.10^{-12}.2,5.10^{-2}} \; \therefore \; \underline{E = 1,507.10^{4} \frac{V}{m}}$$

c) $E = ?$ num dielétrico

$$E = \frac{\sigma_{ind}.K}{K-1} \div \varepsilon_0 = \frac{\sigma_{ind}.K}{(K-1)\varepsilon_0} = \frac{2,667.10^{-7}.3}{(3-1).8,85.10^{-12}}$$

$$\therefore \underline{E = 4,52.10^{4}\, V/m}$$

3-) Dados:

$\mu_0 = 4\pi.10^{-7} \frac{Tm}{A}$ $\quad N = 400$ espiras $\quad l = 0,25m \quad A = 0,5.10^{-4} m^2$

a) $L = ?$

$$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\, dA$$

$$\Phi = B.A$$

$$\Phi = \frac{\mu_0.N.I\,A}{l}$$

$$L = \frac{N\Phi}{I}$$

$$L = \frac{N.\mu_0.N.\cancel{I}.A}{l\cancel{I}}$$

$$\therefore L = \frac{N^2 \mu_0.A}{l} = \frac{400^2.4\pi.10^{-7}.0,5.10^{-4}}{0,25} \; \therefore \underline{L = 4,021.10^{-5}\, H}$$

b) $\varepsilon_{0\to10} = ?$

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ 0 & 0,2 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 1 \end{vmatrix} \begin{matrix} x & y \\ 0 & 0,2 \\ 0,5 & 0,5 \end{matrix} = 0$$

$$0,2x + 0,5y - 0,1 - 0,5x = 0$$

$$I(t) = \frac{0,3t + 0,1}{0,5} = 0,6t + 0,2$$

$$\varepsilon = -L.\frac{d}{dt}I$$

$$\varepsilon = -L\frac{d}{dt}(0,6t + 0,2)$$

$$\varepsilon = -L.0,6$$

$$\varepsilon = -4,021.10^{-5}.0,6 \; \therefore \; \underline{\varepsilon = 24,13.10^{-6}\, V}$$

c) $\vec{B} = ?$ $u = ?$ no $t = 1s$

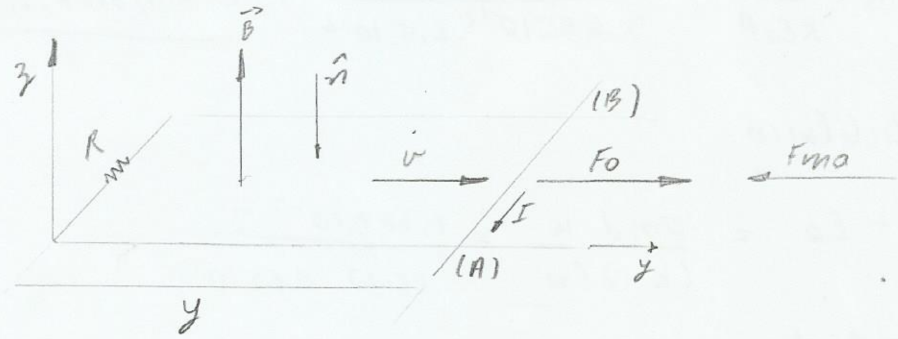
$$\vec{B} = \frac{\mu_0 N.I}{l} = \frac{4\pi.10^{-7}.400.(0,6.1+0,2)}{0,25} \; \therefore \; B = 1,61.10^{-3}\, T$$

$$u = \frac{U}{Al} = \frac{LI^2}{2Al} \; \therefore \; u = \frac{4,021.10^{-5}.(0,6+0,2)^2}{2.0,5.10^{-4}.0,25} \; \therefore \; u = 1,029 \frac{J}{m^3}$$

4-)

Dados:

$AB = L = 0{,}4\,m \quad R = 5\,\Omega \quad v = 6\,m/s \quad F_0 = 0{,}08\,N \quad \Delta t = 12\,s$



(a) $B = ?$

$$\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B} = ILB.(\vec{i}).(\vec{k}) = -ILB(\vec{j})$$

$$F_{operador} + F_{mag} = 0$$

$$F_{op} = -F_{mag} = ILB \quad \therefore \quad 0{,}08 = 0{,}4\,IB \quad \therefore \quad IB = 0{,}2$$

$$\phi = \int \vec{B}\hat{n}\,dA = \int B\,dy.L = BLy$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d}{dt}\phi = \frac{BLy}{dt} = BLv \qquad \mathcal{E} = BLv \;;\; \mathcal{E} = RI$$

$$RI = BLv$$

$$\frac{B}{I} = \frac{R}{Lv} = \frac{5}{0{,}4.6} = 1{,}5625$$

$$\frac{B}{I} = 1{,}5625$$

$$B = 1{,}5625\,I$$

$$IB = 0{,}2$$

$$I^2\,1{,}5625 = 0{,}2 \quad \therefore \quad \underline{I = 0{,}356\,A} \qquad \therefore \quad B = \frac{0{,}2}{0{,}356} \quad \therefore \quad \underline{B = 0{,}6\,T}$$

(b) $\mathcal{E} = 0{,}356.5 = \underline{1{,}79\,V}$

- (3) (P2 = 2º sem 2010) (Noturno) Dados: $N = 400$ espi $l = 0,25\,m$ $A = 0,5.10^{-4}\,m^2$

a) $L = ?$

$$L = \frac{N\Phi}{I} \qquad \Phi = \int \vec{B}\hat{n}\,dA \;;\; B = \mu_0 \frac{N}{l} I$$

$$= \int \frac{\mu_0 N.I\,dA}{l} = \frac{\mu_0 N.I\,A}{l}$$

$$L = \frac{N.\mu_0 N I A}{l I} \;\therefore\; L = \frac{N^2.\mu_0 A}{l}$$

$$L = \frac{400^2.4\pi.10^{-7}.0,5.10^{-4}}{0,25} \;\therefore\; \underline{L = 40,21.10^{-6} H}$$

b) $\mathcal{E}_{0\to1} = ?$

$$\mathcal{E} = -L\frac{d}{dt}I = -40,21.10^{-6}.\frac{(0,8-0,2)}{1} = \underline{-24,13.10^{-6}\,V}$$

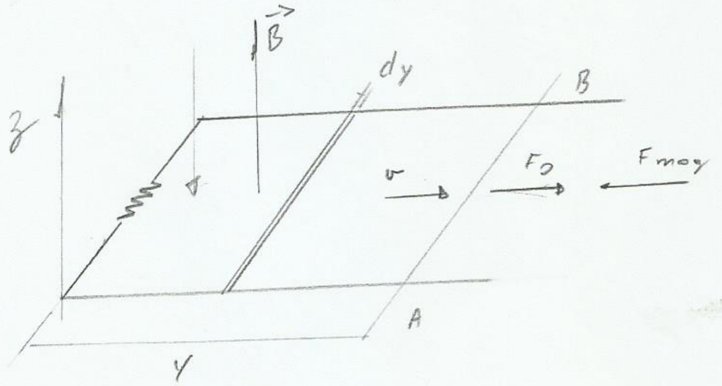
c) $\vec{B} = ?$ $u = ?$ para $t = 1\,s$

$$B = \frac{\mu_0 N I}{l} = \frac{4\pi.10^{-7}.400.0,8}{0,25} \;\therefore\; B = 1,608.10^{-3}\,T$$

$$U = \frac{1}{2}.40,21.10^{-6}.0,8^2 \;\therefore\; U = 12,87.10^{-6}$$

$$u = \frac{12,87.10^{-6}}{0,5.10^{-4}.0,25} \;\therefore\; u = 1,029\ J/m^3$$

4-)



Dados:

$AB = L = 0,4\,m$ $R = 5\Omega$

$v = 6\,m/s$ $F_0 = 0,08\,N$

$\Delta t = 12\,s$

a) $B = ?$

$$F_0 = -F_{mg} = -I\vec{L}\times B = -I(-0,4).B \;\therefore\; B.I = \frac{0,08}{0,4} = 0,2$$

$$\mathcal{E} = \frac{-d\Phi}{dt} \;;\; \Phi = \int \hat{B}\hat{n}\,dA = \int BL\,dv\cos 180 = -BLv \quad \mathcal{E} = \frac{-(-1)BL\,dv}{dt}$$

$\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B} = I.LB.(-1) = -ILB \quad \therefore \quad F = -ILB$

$\int B\,dl = \mu_0 I$

$Bl = \mu_0 I$

$B = \dfrac{\mu_0 I}{l} = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

Capacitor plano

$r = 5cm = 0{,}05m$ $\quad x = 0{,}002m$ $\quad V_0 = 20V \rightarrow V = 10{,}88V$

a) Para ser levado em consideração o efeito de borda, o valor de de x deve ser muito menor que a $\sqrt{A}$, ou seja $x \ll \sqrt{A}$. Com isso neste caso não ocorre por isso é desprezível

b)

$$C = \frac{q}{V} = \frac{\varepsilon A}{x} \quad \therefore q_{total} = \varepsilon . A . \frac{\Delta V}{\Delta x} = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \cdot \pi . 0{,}05^2 . \frac{140}{2{,}5 . 10^{-3}}$$

$$\therefore \underline{q_{total} = 3892\ pC}$$

c)

$$q_{total} = q + q_{int} + q_{amb}$$

$$C = \frac{8{,}85 . 10^{-12}\ 0{,}05^2 . \pi}{6 . 10^{-3}} \quad \therefore C = 11{,}58 . 10^{-12} \quad \therefore q = 8{,}80 . 10^{-10}\ C$$

$$CV_0 = CV + C_{int} V$$

$$C_{int} = \left[\frac{V_0 - V}{V}\right] C = \left[\frac{20 - 10{,}88}{10{,}88}\right] . \frac{8{,}85 . 10^{-12} . 0{,}05^2 . \pi}{0{,}002}$$

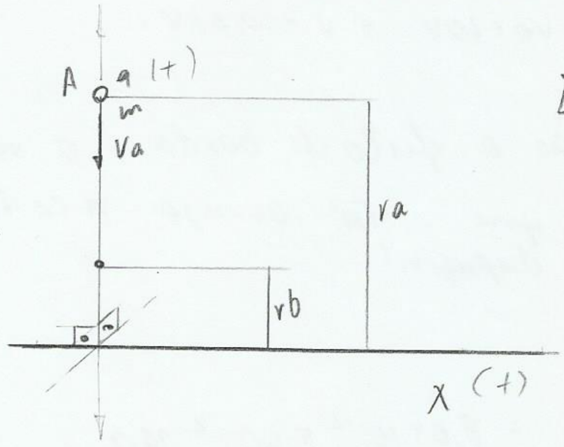
$$\therefore \underline{C_{int} = 29{,}13 . 10^{-12}\ F}$$

$$q_{amb} = 3892 . 10^{-12} - 29{,}13 . 10^{-12} . 76 - 8{,}80 . 10^{-10}$$

$$\therefore q_{amb} = 798{,}12 . 10^{-12}\ C$$

P2 - 2º sem/2007 - Diurno

1-)



Dados:

$m = 0,02\,kg$ $q = 1\,10^{-6}\,C$ $v_a = 30\,m/s$

$r_a = 6,5\,m$ $\lambda = 5.10^{-4}\,C/m$

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

$$V_B - V_A = \int \vec{E}\,d\vec{l}$$

$$= \int_{r_a}^{r_b} \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r}\,dr$$

$$= \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \cdot \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right)$$

$$W_{A \to B} = -q\,(V_B - V_A)$$

$$W_{A \to B} = -q \cdot \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0} \ln\left(\frac{r_a}{r_b}\right)$$

$$W_{AB} = \frac{1}{2} m \left(\cancel{v_b^2}^{\,0} - v_A^2\right)$$

$$W_{AB} = -\frac{1}{2} \cdot 0,02 \cdot 30^2 \quad \therefore \underline{W_{AB} = -9\,J}$$

$$-9 = \frac{-1.10^{-6} \cdot 5.10^{-4}}{2\pi \cdot 8,85.10^{-12}} \ln\left(\frac{6,5}{r_b}\right)$$

$$\therefore \underline{r_b = 2,39\,m}$$

2-) Dados: $C_1 = 40\,10^{-6}\,F$ $C_2 = 80.10^{-6}\,F$ $V = 300\,V$ $C = \frac{Q}{V}$

(a)

$V = V_1 + V_2$

$Q_1 = Q_2$

$$V_1 + V_2 = 300$$
$$40.10^{-6} \cdot V_1 - 80.10^{-6}\,V_2 = 0 \quad \sim \quad \begin{cases} V_1 + V_2 = 300 \\ V_1 - 2V_2 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_1 + V_2 = 300 \\ 3V_2 = 300 \end{cases} \quad \therefore \underline{V_2 = 100\,V \text{ e } V_1 = 200\,V}$$

(b) $V_1 = V_2$

$Q_T = Q_1 + Q_2$; $Q_T = (40.10^{-6}\,200) \cdot 2 = 0,016$

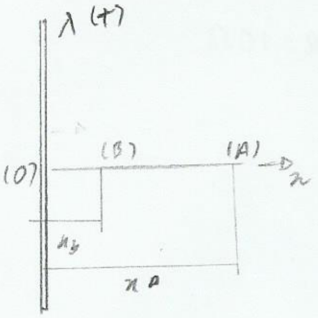
$$Q_T = V(C_1 + C_2) \qquad V = \frac{Q_T}{C_1 + C_2} = \frac{0,016}{40.10^{-6} + 80.10^{-6}} \quad \therefore V = 133,33\,V$$

$$\underline{Q_1 = 5,33.10^{-3}\,C \qquad Q_2 = 10,66.10^{-3}\,C}$$

(P2 - 2° semestre 109 - noturno)

Dados: $\lambda = 2.10^{-6}$ $r_a = 5m$ $v_b = 0$

$m = 0,1\ kg$ $q = 4.10^{-3} c$



a) V = ?

$$\int E \hat{n} dA = \frac{1}{\varepsilon_0} \Sigma Q$$

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

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

b) $V_B - V_A = ?$

$$dV = - \vec{E} dl$$

$$V = - \int \vec{E} dl$$

$$V = - \int \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0} . \frac{1}{r} = - \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0} \ln\left(\frac{r_1}{r_2}\right)$$

$$V_B - V_A = - \frac{\lambda}{2\pi \varepsilon_0} \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right) = \frac{-2.10^{-6}}{2\pi . 8,85.10^{-12}} \ln\left(\frac{5}{10}\right) = 74791,73\ V$$

c) $v_a = ?$

$$W_{AB} = -q (V_B - V_A)$$

$$= - 4.10^{-3} . 74791,73 \qquad W_{AB} = -299,17\ J$$

$$W_{AB} = \frac{1}{2} m (\cancel{v_b^2}^{\,0} - v_a^2)$$

$$-299,17 = \frac{1}{2} . 0,1 . (-v_a^2) \quad \therefore \quad v_a = 77,35\ m/s$$

P2 - 1º sem 09 - diurno

Dados:

$m = 0,1\ kg$ $AB = L = 0,5\,m$ $B = 0,2\,T$ $v_0 = 10\,m/s$ $R = 10\,\Omega$

a) $I = ?$

$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\, dA$

$= BA \cos 180$

$= -BA$

$\Phi = -B.Lx$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d}{dt}(BLx) . \frac{dx}{dx}$

$= \frac{d(BLx)}{dx} \frac{dx}{dt}$

$= BL.v = 0,2 . 0,5 . 10 = 1$

$I = \frac{1}{10} = 0,1A = 100\,mA$

P2 - 1º sem 09 - noturno

Dados $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ $a = 8m$ $L = 5m$ $I = 2A$ $b = 2m$ $v = 3m/s$ $r = 10\,\Omega$

a) Φ

$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\, dA$

$= BA$

$= 4\pi.10^{-7}\ 2 . 8 \ 2$

$\oint B\,dl = \mu_0 I$

$BL = \mu_0 I$

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi L}$

$\therefore \Phi = 0,042\ 10^{-6}\ Tm^2$

b)

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = 0$

c) $\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\, dA$

$= \int B.a\,dx \cos 0$

$= Bax \Big|_b^{b+L}$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d(Bax)}{dt} \frac{d}{dx}$

$= -B.a.v$

$= \frac{4\pi.10^{-7}.8.3.2}{5}$

$\therefore \mathcal{E} = 12,06 . 10^{-6}\ V$

d)

(P2 - 2° sem 10 - noturno)

Dados: $A = 2{,}5 \cdot 10^{-2} m^2$ $x = 0{,}002 m$ $q = 1 \cdot 10^{-8} C$ $k = 3$

a) $\sigma_{ind} = ?$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\sigma - \sigma_{ind}}{\varepsilon_0} \quad ; \qquad C = \frac{q}{V}$$

$$E = \frac{V}{x} = \frac{q}{Cx} \quad ; \quad C = \frac{\varepsilon A}{x}$$

$$E = \frac{q}{\varepsilon A} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad \therefore \quad \sigma = \frac{q}{A}$$

$$\frac{q}{A \cdot \varepsilon} = \left(\frac{q}{A} - \sigma_{ind}\right) \div \varepsilon_0$$

$$\frac{q}{3A\varepsilon_0} = \frac{\left(\frac{q}{A} - \sigma_{ind}\right)}{\varepsilon_0} \quad \therefore \sigma_{ind} = \frac{q}{A} - \frac{q}{3A} \quad \therefore \underline{\sigma_{ind} = 0{,}27 \cdot 10^{-6}}$$

$$= \frac{q}{A}\left(1 - \frac{1}{3}\right)$$

b) $E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{q}{A} \div \varepsilon \quad \therefore \quad E = \frac{q}{3A\varepsilon_0} = 15{,}07 \cdot 10^3 \frac{V}{m}$

c) $E = \frac{q}{A} \div \varepsilon_0 = \frac{q}{A\varepsilon_0} = 45{,}20 \cdot 10^3 V/m$

(P3 - 2° sem 10 - noturno)

$I = 0{,}005t$ $r = 0{,}01 m$ $N = 200$ esp $l = 0{,}6 m$

a) $L = ?$

$$\phi = \int \vec{B} \hat{n} dA$$

$$= \int \frac{\mu_0 N I}{l} dA = \frac{\mu_0 N \cdot I}{l} \cdot \pi r^2 l$$

$$\phi = \mu_0 N \cdot I \pi r^2$$

$$L = \frac{N \; \mu_0 N \cdot I \pi r^2}{l} = \frac{N^2 \mu_0 \cancel{I} \pi r^2}{l \cdot \cancel{I}}$$

b) $U_{0 \to 10} = ?$

$$L = \frac{200^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \pi \; 0{,}01^2}{0{,}6} =$$

$$L = 921{,}10 \cdot 10^{-6} H$$

$$U = \frac{1}{2} L \cdot (0{,}005 \cdot 10)^2$$

$$\therefore \underline{U = 0{,}53 \cdot 10^{-6} J}$$

c) $\varepsilon = ?$

$$\varepsilon = \frac{-L \, d(0{,}005t)}{dt}$$

$$\varepsilon = -L \cdot 0{,}005 \quad \therefore \underline{\varepsilon = 2{,}11 \cdot 10^{-6} V}$$

1P2 - 1º sem 10 - noturno)

Dados: $N_2 = 50$ espiras $N_1 = 4000$ espiras $l_1 = 2{,}4\,m$ $r_1 = 0{,}1\,m$

$I_1 = 5{,}0 \cdot 10^6 t$

a) $\Phi = ?$ no $t = 0{,}5 \cdot 10^{-6}$

$$\Phi_1 = \int \vec{B}\hat{n}\,dA$$

$$= BA$$

$$= \frac{\mu_0 . N . I}{l} . \pi . r^2 = \frac{4\pi . 10^{-7} . 4000 . 5{,}0 . 10^6 . 0{,}5 . 10^{-6} . \pi . 0{,}1^2}{2{,}4}$$

$$\therefore \Phi_1 = \Phi_2 = 1{,}65 . 10^{-4}\ Tm^2$$

b) $M = ?$

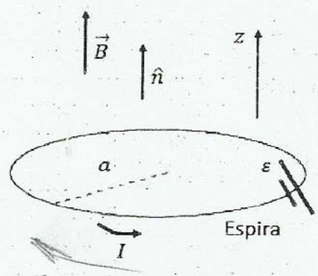
$$M = \frac{50 . 1{,}65 . 10^{-4}}{5{,}0 . 10^6 \ 0{,}5 . 10^{-6}} \qquad M = 3{,}26 . 10^{-3}\ H$$

Exercícios - Capítulo29 Fluxo

1)P2-2°sem10 -diurno

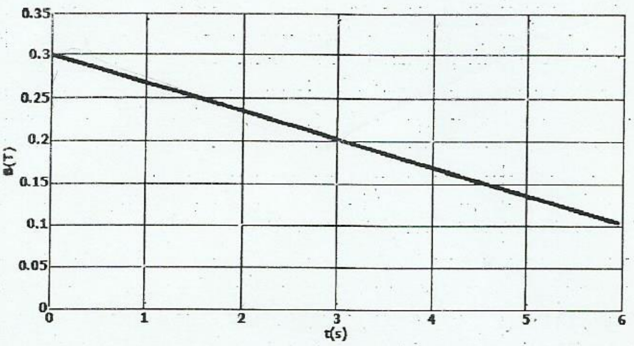
4. Uma espira circular de raio a e resistência R está imersa em uma região de campo magnético uniforme que varia com o tempo de acordo com o gráfico mostrado. Pedem-se:

a) o sentido da corrente elétrica induzida. Justifique a resposta; (0,5 pto)
b) a força eletromotriz ε e o campo elétrico induzido E na espira; (1 pto)
c) a energia recebida pela espira entre os instantes $t = 0$ e $t = 6\ s$; (1 pto)



Dados: $a = 0{,}1\ \text{m}$ $\quad R = 50\ \Omega$

Formulário: $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset \qquad \varepsilon = \oint \vec{E}.d\vec{l} \qquad \emptyset = \int \vec{B}.\vec{n}dA \qquad \frac{dU}{dt} = P = VI$



Resp:
a)b diminui, regra da mão direita-anti horario
b)1,05mV e 1,665.10^{-3} V/m
c) 1,323.10^{-7} J

2)P2-2°sem10 -noturno

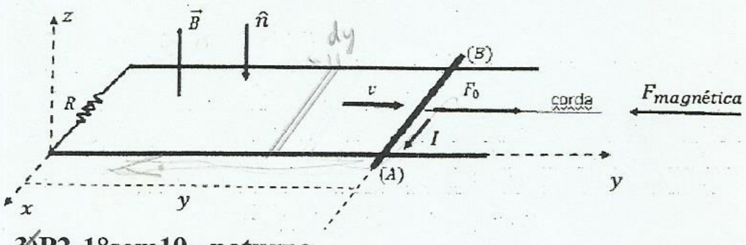
4. Uma barra AB condutora está em contato com dois trilhos paralelos separados pela distância L. Os trilhos são conectados por um resistor de resistência R. Na região existe um campo magnético uniforme de intensidade B. Um operador aplica uma força F_o na barra, por meio de uma corda, mantendo-a com velocidade constante. Pedem-se:

a) a intensidade do campo magnético; (0,5 pto)
b) a força eletromotriz induzida ε e o campo elétrico induzido E na barra; (1 pto)
c) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida I na barra; (0,5 pto)
d) a energia U recebida pela barra em um intervalo de tempo Δt; (0,5 pto)

$\emptyset =$

Dados: $AB = L = 0{,}4\ m \qquad R = 5\ \Omega \qquad v = 8\ m/s \qquad F_0 = 0{,}08\ N \qquad \Delta t = 12\ s$

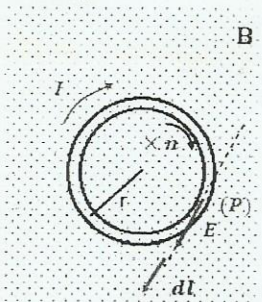
Formulário: $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset \qquad \varepsilon = \oint \vec{E}.d\vec{l} \qquad \emptyset = \int \vec{B}.\vec{n}dA \qquad \frac{dU}{dt} = P = VI \qquad \vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$



Resp:
a)0,559T
b)1,79V e 4,475 V/m
c)0,358 A de B paraA
d)7,69J

3)P2-1°sem10 –noturno

1- Uma espira circular condutora, de raio r, e resistência R está imersa em região de campo magnético uniforme, que varia com o tempo de acordo com a equação $\vec{B} = \overbrace{0{,}04 + 0{,}1\,t}^{B}\ \hat{k}$ (SI). Pedem-se:
a) a equação do fluxo magnético através do anel em função do tempo; (0,5 pto)
b) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida no anel. (1 pto)
c) a intensidade, direção, e sentido do campo elétrico induzido em qualquer ponto do anel; (1 pto)



Dados: $r = 0{,}1\ m \qquad R = 2\ \Omega$

Formulário: $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset \qquad \varepsilon = \oint \vec{E}.d\vec{l} \qquad \emptyset = \int \vec{B}.\vec{n}dA$

Resp:
a)-1,256.10^{-3} – 3,14.10^{-3}t T.m^2
b)1,57mA – horário
c) 5.10^{-3} V/m

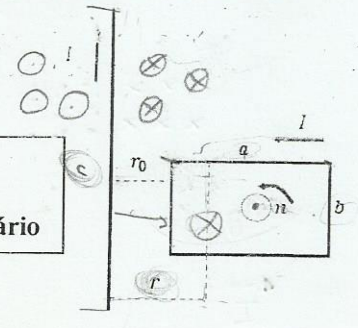
4)P2-1°sem10 –noturno

3- Um fio longo é percorrido por uma corrente elétrica que varia com o tempo de acordo com a equação, em unidades do SI, $I = 2 + 3t$. Uma espira condutora retangular está ao lado do fio conforme ilustrado. A espira possui resistência R. Determinar para o instante t = 2 s:
a) o fluxo magnético através da espira; (1 pto)
b) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida na espira. (1,5 ptos)
Dados: $a = 8\,m \qquad b = 4\,m \qquad r_o = 2\,m \qquad R = 100\,\Omega$

Formulário: $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset \qquad \emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA$

$$\oint \vec{B}.d\vec{L} = \mu_0.I$$

Resp:
a)103.10^{-7} T.m^2
b)38,63.10^{-9} A – anti-horário



5)P2-1°sem10 –diurno

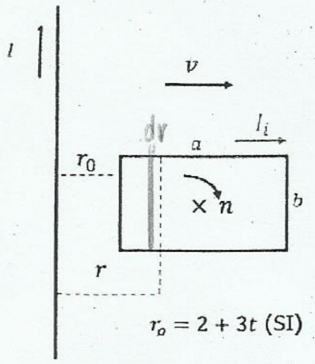
3- Um fio longo é percorrido por uma corrente elétrica I constante. Uma espira retangular de resistência R é arrastada com velocidade v constante, nas situações indicadas abaixo. Para o instante t = 2 s, determinar para cada situação:

a) o fluxo magnético através da espira; (1 pto)

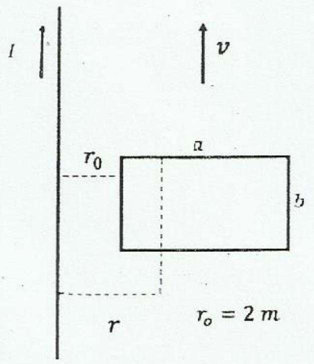
b) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida na espira. (1,5 ptos)

Dados: $I = 5\,A$ $\quad v = 3\,m/s$ $\quad a = 8\,m$ $\quad b = 4\,m$ $\quad R = 10\,\Omega$

Situação 1: a espira é arrastada com velocidade constante $v \perp$ **ao fio.**



Situação 2: a espira é arrastada com velocidade constante $v \parallel$ **ao fio .**



Formulário: $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset$ $\qquad \emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA$

$$B = \frac{\mu_0 . I}{2\pi x}$$

Resp:
a)$\Phi 1 = 27{,}72.10^{-7}$ T.m^2
$\Phi 2 = 64{,}38.10^{-7}$ T.m^2
b)I1= $7{,}5.10^{-8A}$; I2=0

6)P3-1°sem10 –noturno

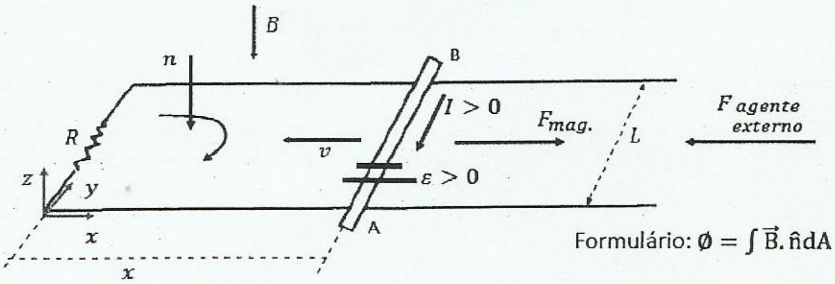
1- Uma barra condutora desliza com velocidade constante v sobre trilhos paralelos e condutores, conforme mostrado na figura. Os trilhos estão separados pela distância L, e estão conectados por um resistor de resistência R. Na região existe um campo magnético uniforme e estacionário de intensidade B.

a) Utilizando a lei de Faraday, calcular a força eletromotriz induzida na barra. (1 pto)

b) Em que sentido a corrente induzida flui na barra? Justificar a resposta. (0,5 pto)

c) Determinar a intensidade, direção, e sentido da força necessária que um agente externo necessita aplicar na barra, para mantê-la em movimento com velocidade constante. (1pto)

Dados: $B = 0{,}4\,T$ $\quad L = 0{,}6\,m$ $\quad v = 2\,m/s$ $\quad R = 8\,\Omega$



Resp:
a)0,48V
b)B→A
c) -0,0144i N

Formulário: $\emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\qquad \varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset$ $\qquad I = \frac{\varepsilon}{R}$ $\qquad \vec{F}_{mag.} = I.\vec{L} \times \vec{B}$ $\qquad \vec{F} = m\vec{a}$

7)P2-2°sem09 –diurno Uma barra condutora de massa **m** e resistência ôhmica desprezível é lançada, no instante **t = 0**, com velocidade sobre dois trilhos horizontais conectados por um resistor de resistência **R**. Na região há campo magnético uniforme e estacionário de intensidade **B** de direção normal ao plano dos trilhos, conforme indicado na figura que segue. Os trilhos estão separados pela distância **L**.

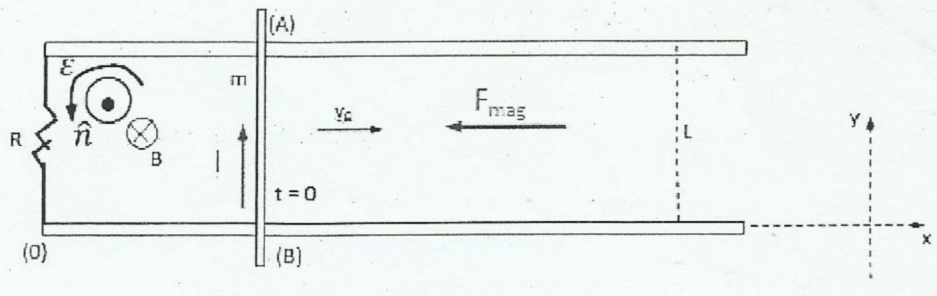
a) Mostre que o módulo da corrente induzida na barra, no instante t = 0 vale 100 mA. (1 pto)

b) Determine o sentido da corrente elétrica induzida na barra. (0,5 pto) **(B para A)**

c) No instante t = 0, a velocidade da barra está aumentando ou diminuindo Justifique. **(diminuir)**

Dados: m = 0,1 kg $\quad$ AB = L = 0,5 m $\quad$ B = 0,2 T $\quad$ v_0 = 10 m/s $\quad$ R = 10 Ω

Formulário: $\emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\qquad \varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset$ $\qquad I = \frac{\varepsilon}{R}$ $\qquad \vec{F}_{mag.} = I.\vec{L} \times \vec{B}$ $\qquad \vec{F} = m\vec{a}$



8)P2-2°sem09 –noturno Uma barra condutora de massa **m** e resistência ôhmica desprezível é mantida em movimento com velocidade constante v, por meio de uma força de tração **T** exercida por um operador externo, sobre dois trilhos horizontais conectados por um resistor de resistência **R**. Na região, há campo magnético **uniforme** e estacionário de intensidade **B** e de direção normal ao plano dos trilhos, conforme indicado na figura que segue. Os trilhos estão separados pela distância **L**.

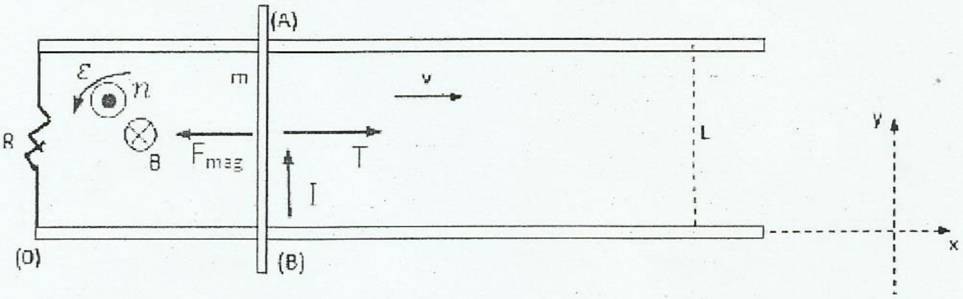
a) Mostre que o módulo da corrente induzida na barra vale 80 mA. (1 pto)

b) Determine o sentido da corrente elétrica induzida na barra. (0,5 pto) **(anti-horário)**

c) Determine a intensidade e o sentido da força exercida pelo operador. (1 pto) **(0,008N)**

Dados: m = 0,1 kg   AB = L = 0,5 m   B = 0,2 T v_0 = 8 m/s   R = 10 Ω

Formulário: $\varepsilon = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ $\Phi_B = \int \vec{B}\cdot\hat{n}\,dA$ $\vec{F}_{mag.} = I\vec{L}\times\vec{B}$ $\vec{F}_{mag.} = q\vec{v}\times\vec{B}$ $I = \varepsilon/R$



9)P3-2°sem09-diurno

3- Uma espira quadrada, de lado **L** e resistência interna **R**, é mantida fixa em uma região onde existe um campo magnético uniforme, variável no tempo conforme a equação $\vec{B} = B_m e^{-bt}\,\hat{k}$ $(t \geq 0)$. Pedem-se, para o instante t = 2 s:

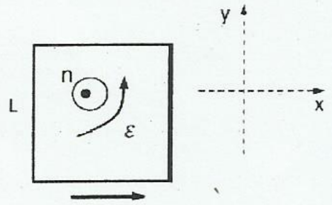
a) o fluxo magnético que atravessa a superfície da espira; (1 pto)

b) a força eletromotriz induzida na espira; (0,5 pto)

c) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida na espira. (1 pto)

Dados: L = 0,2 m B_m = 0,5 T   b = 0,6 s^{-1} R = 10 Ω

Formulário: $\emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset$ $I = \frac{\varepsilon}{R}$



Resp:
a)6.10^{-3} T.m^2
b)3,6mV
c)0,36mA-horário

10)P3-2°sem09-noturno 3- Uma espira circular, de raio r e resistência interna **R**, é mantida fixa em uma região onde existe um campo magnético uniforme, variável no tempo conforme a equação $\vec{B} = (a - bt^2)\hat{k}$ $(t \geq 0)$. Pedem-se, para o instante t = 2 s:

a) o fluxo magnético que atravessa a superfície da espira; (1 pto)

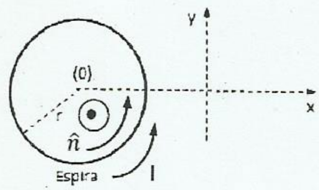
b) a força eletromotriz induzida na espira; (0,5 pto)

c) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida na espira. (1 pto)

Dados: r = 0,2 m   a = 0,5 T   b = 0,4 T/s^2 R = 10 Ω

Formulário: $\emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset$ $I = \frac{\varepsilon}{R}$

Resp:
a)-0,138 T.m^2
b)0,2V
c)0,02A-anti-horário



11)P2-1°sem09-noturno

Uma espira condutora retangular, de resistência interna **r**, move-se paralelamente a um fio longo com velocidade escalar **v**. O fio é percorrido por uma corrente elétrica **I**. Pedem-se:

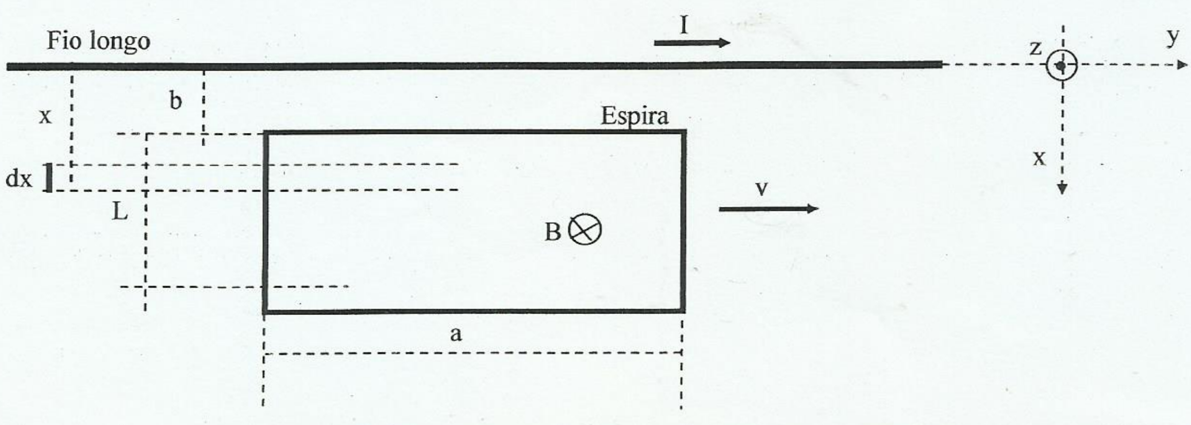
a) o fluxo magnético através da espira; (1 pto)**(80,2x10^{-7} T.m^2)**

b) a força eletromotriz induzida na espira. (0,5 pto)**(0)**

c) a força eletromotriz que seria induzida, caso a espira estivesse se afastando do fio com velocidade perpendicular à direção do fio e estando a espira na posição ilustrada. (1 pto) **(13,7μV)**

d) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida na espira, nas condições do item c. (1 pto)**(0,343 μA - horário)**

Dados: $\mu_0 = 4.\pi\times10^{-7}$ T.m/A   a = 8 m   L = 5 m   I = 2 A   b = 2 m   v = 3 m/s   r = 10 Ω



12)P3-1°sem09-noturno Uma barra condutora desliza sobre trilhos condutores. Os trilhos estão conectados através de um resistor de resistência R. Não existe atrito entre a barra e os trilhos. Na região existe um campo magnético uniforme e estacionário de intensidade B e direção normal ao plano. A barra possui movimento uniforme com velocidade escalar v_0.

a) mostre que o fluxo magnético através da região ABCD vale $\phi = -B.L.x$. (0,5 pto)

b) mostre que força eletromotriz induzida é $\varepsilon = B.L.v_0$; (0,5 pto)

c) mostre que a corrente elétrica induzida é$I = B.L.V_0 / R$; (0,5 pto)

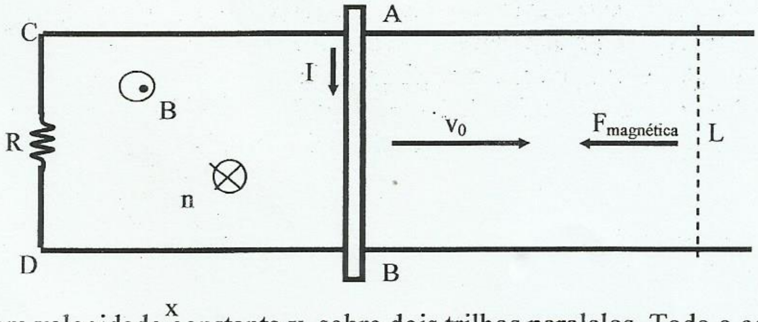
d) qual o sentido da corrente elétrica induzida? Explique. (0,5 pto)**(0,24A de A p/ B)**

e) qual é a intensidade da força magnética que atua sobre a barra AB; (1 pto)**(0,288N)**

f) para manter a barra AB com velocidade constante é preciso que alguma força externa, além da força magnética, atue sobre a barra? (0,5 pto)

Dados: B = 2 T   L = 0,6 m v_0 = 2 m/s

R = 10 Ω



13)P2-1°sem06 –noturno A barra condutora desliza com velocidade constante **v**, sobre dois trilhos paralelos. Todo o conjunto está imerso em um campo magnético uniforme de intensidade **B** perpendicular ao plano dos trilhos. A distância entre os trilhos é **L** e a resistência ôhmica do circuito é **R**. Pedem-se:

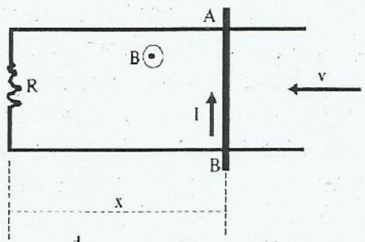
a) a força eletromotriz induzida no circuito; (1 pto)**(6V)**

b)a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida que atravessa a barra; (1 pto)**(0,075A)**

a) a intensidade, o sentido e a direção da força que deve ser aplicada sobre a barra para que sua velocidade permaneça constante. (1 pto)**(0,015N)**

d) a taxa de energia elétrica dissipada no circuito. (0,5 pto)**(0,45W)**

Dados: B = 0, 4 T   v = 30 m/s   AB = L = 0,5 m   R = 80 Ω



Formulário: $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\varphi$ $\varphi = \int_A \vec{B}.\vec{n}.dA$ $\vec{F}_{magnética} = I.\vec{L} \times \vec{B}$

14)P3-1°sem09-diurno

Uma espira condutora retangular, de resistência interna **R**, move-se perpendicularmente a um fio longo com velocidade escalar **v**. O fio é percorrido por uma corrente elétrica **I**. Estando a espira na posição ilustrada.

a) Mostre que o módulo do campo magnético produzido pelo fio no plano xy é $B = \frac{\mu_0.I}{2\pi x}$; (1 pto)

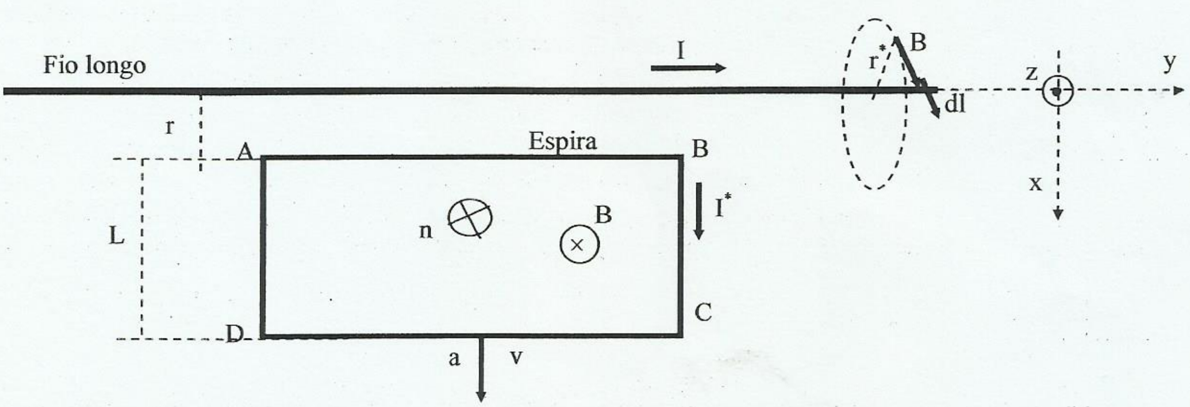
b) Mostre que o fluxo magnético através da espira vale $\phi = \frac{\mu_0.I.a}{2\pi}.\ln\left(\frac{r+L}{r}\right)$; (1 pto)

c) Calcular a força eletromotriz induzida na espira; (1 pto)**($571,4 \times 10^{-7}$ V)**

d) Explique porque a corrente elétrica induzida na espira flui no sentido horário; (0,5 pto)

e) A força magnética entre o fio longo e a espira é atrativa ou repulsiva? Explique. (0,5 pto)

Dados: $\mu_0 = 4.\pi \times 10^{-7}$ T.m/A   a = 10 m   L = 5 m   I = 4 A   r = 2 m   v = 20 m/s   R = 8 Ω



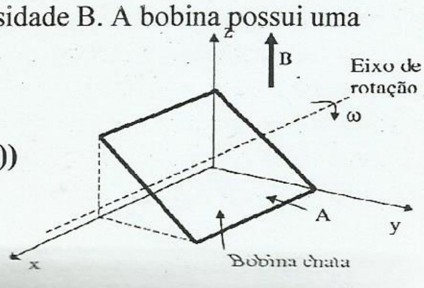
15)P2-2°sem05 -diurno A armadura de um pequeno gerador é constituída por uma bobina chata de seção reta de área A, com N espiras. A bobina gira, com velocidade angular ω, em um campo magnético de intensidade B. A bobina possui uma resistência interna r. Determinar:

a) o fluxo magnético na bobina em função do tempo; (1 pto) **(1×10^{-3} cos(20t))**

b) a amplitude εm da força eletromotriz induzida na bobina; (1,5 ptos) **(0,02V)**

c) a corrente elétrica induzida I na bobina em função do tempo. (1 pto) **(4×10^{-4} sen(20t))**

Dados: A=$0,25 \times 10^{-4}$ m^2 N=500 espiras   ω=20rad/s   B=0,08T   r= 50Ω



Formulário: $\phi_B = \int_A \vec{B}.\vec{n}.dA$ $\varepsilon = -\frac{d\phi_B}{dt}$ $I = \frac{\varepsilon}{r}$

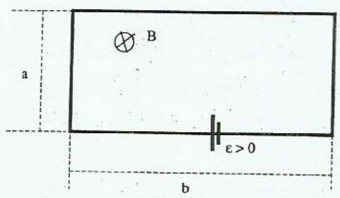
16)P3-1°sem07-noturno Uma bobina chata retangular com N espiras possui uma resistência interna r e está imersa em uma região com campo magnético uniforme cuja intensidade varia com o tempo de acordo com a equação: $B = 0{,}4.t - 0{,}02.t^2$(SI). Pedem-se:

Formulário: $\phi = \int_A \vec{B}.\vec{n}.dA$ $\quad \varepsilon = -\frac{d}{dt}\phi$ $\quad I = \frac{\varepsilon}{r}$

a) para o instante t = 15 s, a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida; (1 pto)**(33,75 A –horário)**

b) o instante em que a corrente elétrica induzida muda de sentido. (1 pto)**(10s)**

Dados: N = 250 espiras $\quad$ a = 3 m $\quad$ b = 9 m $\quad$ r = 40 Ω



17)P2-1°sem11-noturno

3. Uma espira retangular ABCD move-se com velocidade constante v numa direção perpendicular a um fio longo que é percorrido por uma corrente elétrica I constante. A espira possui resistência interna R. Para a distância $y = 12\ m$, pedem-se:

a) mostrar que a força magnética resultante que atua na espira pode ser expressa por $\vec{F} = \mu_0 b \frac{I.I_{induzida}}{2\pi}\left[\frac{1}{y} - \frac{1}{(y+a)}\right]\hat{j}$; (1 pto)

b) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida na espira. (1,5 ptos)

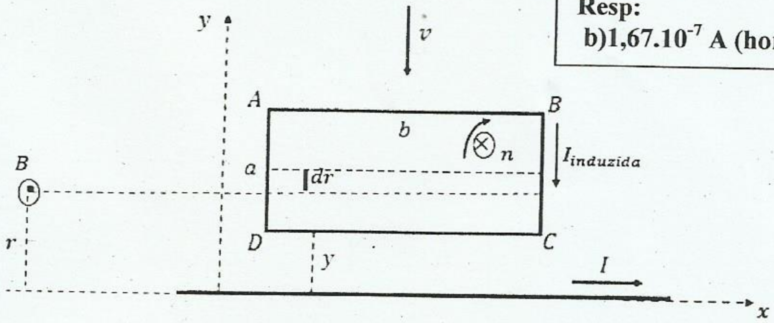
Dados: $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}\frac{T.m}{A}$ $\quad I = 8\ A$ $\quad R = 40\ \Omega$

$a = 12\ m$ $\quad b = 20\ m$ $\quad v = 5\ \frac{m}{s}$

Formulário: $\emptyset_B = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\quad \varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset_B$

$I_{induzida} = \frac{\varepsilon}{R}$ $\quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ $\quad \vec{F} = I_{induzida}\left[\vec{L} \times \vec{B}\right]$

Resp:
b)1,67.10^{-7} A (horário)



18)P2-1°sem11-diurno

3. Uma espira retangular ABCD move-se com velocidade constante v numa direção perpendicular a um fio longo que é percorrido por uma corrente elétrica I constante. A espira possui resistência interna R. Para a distância $y = 4\ m$, pedem-se:

a) o fluxo magnético que atravessa a espira; (1 pto)

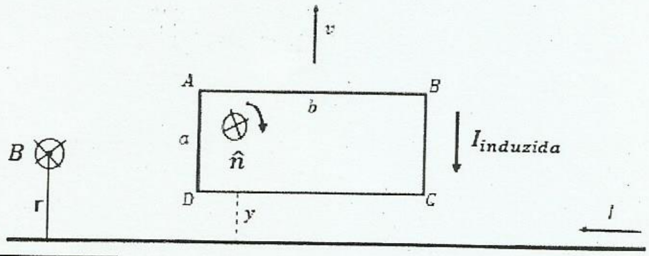
b) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida na espira. (1,5 ptos)

Dados: $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}\frac{T.m}{A}$ $\quad I = 5\ A$ $\quad R = 20\ \Omega$

$a = 6\ m$ $\quad b = 10\ m$ $\quad v = 12\ \frac{m}{s}$

Formulário: $\emptyset_B = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\quad \varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset_B$

$I_{induzida} = \frac{\varepsilon}{R}$ $\quad B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$



Resp:a) 91,63x10^{-7} Tm^2
b)9.10^{-7} A (horário)

19)P3-1°sem11-diurno

4. A espira quadrada, de lado L e resistência R, está imersa em uma região onde existe um campo magnético uniforme $\vec{B} = B\hat{k}$, cuja intensidade varia com o tempo de acordo com o gráfico abaixo. Pedem-se:

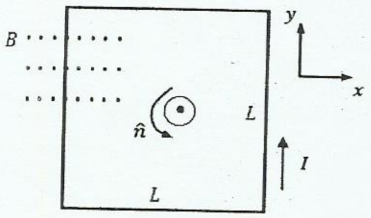
a) o fluxo magnético através da espira no instante $t = 5\ s$; (1 pto)

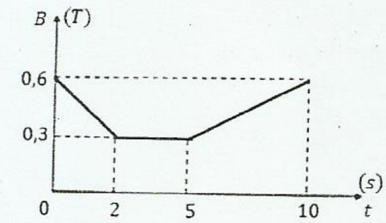
b) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida na espira nos instantes $t = 1\ s$, $t = 3{,}5\ s$ e $t = 7{,}5\ s$; (1,5 ptos)

Dados: $L = 0{,}4\ m$ $\quad R = 30\ \Omega$

Formulário: $\emptyset_B = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\quad \varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset_B$ $\quad I_{induzida} = \frac{\varepsilon}{R}$

Resp:a) 0,048 Tm^2
b)8. 10^{-4} A (anti-horário)
zero e 3,2.10^{-4} A(horário)





20)P3-1°sem11-diurno

Resp:a) 20,1Tm^2
b)0,5 A (anti-horário)
zero e 0,2 A(horário)

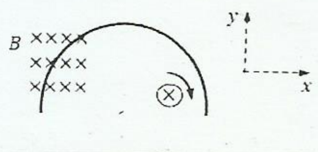
3. A espira circular, de raio r e resistência R, está imersa em uma região onde existe um campo magnético uniforme $\vec{B} = -\overset{>0}{\vec{B}}\ \hat{k}$, cuja intensidade varia com o tempo de acordo com o gráfico abaixo. Pedem-se:

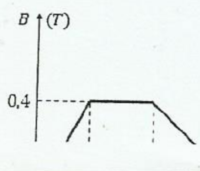
a) o fluxo magnético através da espira no instante $t = 2\ s$; (1 pto)

b) a intensidade e o sentido da corrente elétrica induzida na espira nos instantes $t = 1\ s$, $t = 3{,}5\ s$ e $t = 7{,}5\ s$; (1,5 ptos)

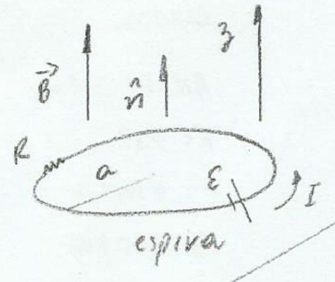
Dados: $r = 4\ m$ $\quad R = 20\ \Omega$

Formulário: $\emptyset_B = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\quad \varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset_B$ $\quad I_{induzida} = \frac{\varepsilon}{R}$ $\quad A = \pi r^2$





1-) P2 - 2° sem 10 - diurno



a) Ao longo do tempo, o campo magnético vai diminuindo, com isso surge uma corrente induzida, a fim de equilibrar o campo. Com isso a corrente percorre o sentido anti-horário, com base na regra da mão direita.

ou: a fim de se contrapor a variação do fluxo magnético.

(b) $\mathcal{E} = ?$ e $E = ?$

Dados: $a = 0{,}1\ m$ $R = 50\Omega$

$\mathcal{E} = -\dfrac{d\phi}{dt}$; - Para determinar o fluxo, deve fazer a equação através do gráfico

$$\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ 0 & 0{,}3 & 1 \\ 3 & 0{,}2 & 1 \end{vmatrix} = 0 \qquad \begin{aligned} &0{,}3x + 3y - 0{,}9 - 0{,}2x = 0 \\ &0{,}1x + 3y - 0{,}9 = 0 \\ &y = \frac{-0{,}1x + 0{,}9}{3} \therefore B(t) = \frac{-0{,}1t + 0{,}9}{3} \end{aligned}$$

Como $\mathcal{E} = \dfrac{-d\theta}{dt}$; $\theta = \int B.\hat{n}dA = BA\cancel{\cos\theta}^{1}$

$$\mathcal{E} = -A.\frac{d}{dt}.\left(\frac{-0{,}1t + 0{,}9}{3}\right) = -\pi.a^2.\frac{1}{3}.(-0{,}1)$$

$\therefore \mathcal{E} = 1{,}05.10^{-3}\,V$

$\mathcal{E} = \oint \vec{E}dl \sim \mathcal{E} = El \therefore E = \dfrac{1{,}05.10^{-3}}{2\pi.0{,}1} \therefore E = 1{,}667.10^{-3}\,\dfrac{V}{m}$

(c) $U_{0\to6} = ?$

$\dfrac{dU}{dt} = P = V.I$ $\qquad P = V.I$

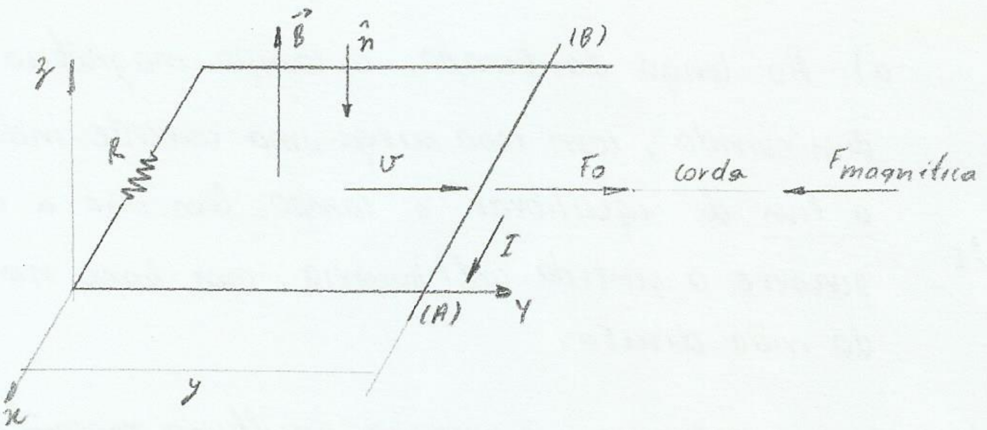
$\qquad P = V.\dfrac{V}{R}$

$dU = Pdt$ $\qquad P = \dfrac{V^2}{R} = \dfrac{(1{,}05.10^{-3})^2}{50} \therefore P = 2{,}19.10^{-8}\,W$

$\therefore U = \int Pdt$

$U = P(t_f - t_i)$ $\qquad U = 2{,}19.10^{-8}(6-0) \therefore U = 1{,}316.10^{-7}\,J$

2) P2 - 2º sem 10 - noturno



Dados:

AB = L = 0,4 m

R = 5 Ω

v = 8 m/s

Fo = 0,08 N

Δt = 12 s

(a)

$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\, dA$

$\Phi = B A \cos\theta$

$\Phi = B . L y \cancel{\cos\theta}^{1}$

$\mathcal{E} = \dfrac{-d\Phi}{dt} = \dfrac{-d(B.L.y)}{dt} = -B.L v$

$F = I.L.B \sin\theta$

$F = \dfrac{-B.Lv}{R}.L.B \quad \therefore \quad F = \dfrac{B^2 L^2 v}{R}$

$\therefore \quad B = \sqrt{\dfrac{F.R}{L^2.v}} = \sqrt{\dfrac{0{,}08.5}{0{,}4^2.8}} \quad \therefore \quad \underline{B = 0{,}559\, T}$

(b) $\mathcal{E} = ?$ $E = ?$

$\mathcal{E} = BLv = 0{,}559 . 0{,}4 . 8 \quad \therefore \quad \underline{\mathcal{E} = 1{,}789\, V}$

$\mathcal{E} = \oint \vec{E} d\vec{l}$

$\mathcal{E} = E \oint dl$

$\mathcal{E} = E L \quad \therefore \quad E = \dfrac{\mathcal{E}}{L}$

$E = \dfrac{1{,}789}{0{,}4} \quad \therefore \quad \underline{E = 4{,}47 \dfrac{V}{m}}$

(c) $I_{ind} = ?$

$\mathcal{E} = R . I_{ind} \quad \therefore \quad I_{ind} = \dfrac{1{,}789}{5} \quad \therefore \quad \underline{I_{ind} = 0{,}358\, A}$

De B para A é o sentido da corrente induzida

(d) $U(t) = ?$

$\dfrac{dU}{dt} = P = V.I$

$P = V . I = 1{,}789 . 0{,}358 \quad \therefore \quad P = 0{,}64\, W$

$dU = P dt$

$U = \int P dt = P(t - \cancel{t_0}^{0})$

$\therefore \quad \underline{U(t) = 0{,}64 t \ (J)}$

$U(12) = 7{,}68 \ (J)$

3) P2 - 1º sem 10 - noturno

Dados: $r = 0,1\,m$ $R = 2\,\Omega$ $\vec{B} = 0,04 + 0,1t\ \vec{k}$

(a) equação Φ

$\Phi = \int \vec{B}\,\vec{n}\,dA$ $\Phi = -(0,04 + 0,1t).0,1^2\pi$

$= B.A\,\cancel{\cos 180}^{(-1)}$

$= -B.A$ $\therefore$ $\boxed{\Phi = -1,257.10^{-3} - 3,14.10^{-3}t \quad (T.m^2)}$

(b) $I_{ind} = ?$ e sentido

Como $\vec{B}$ é crescente, e a corrente induzida se contrapõe ao fluxo magnético. E analizando pela regra da mão direita, vimos que a corrente é no sentido horário.

$\mathcal{E} = -\dfrac{d}{dt}\Phi = -\dfrac{d}{dt}(-1,257.10^{-3} - 3,14.10^{-3}t) = 3,14.10^{-3}$

$I = \dfrac{3,14.10^{-3}}{2}$ $\therefore$ $I_{ind} = 1,57.10^{-3}\,A$

(c) $\mathcal{E} = \oint E\,dl$ $\therefore$ $E = \dfrac{\mathcal{E}}{L} = \dfrac{3,14.10^{-3}}{2\pi\,0,1}$ $\therefore$ $E = 5.10^{-3}\,\dfrac{V}{m}$

$\mathcal{E} = E\oint dl$

$\mathcal{E} = EL$

4) P2 - 1º sem 10 - noturno

$I = 2 + 3t$

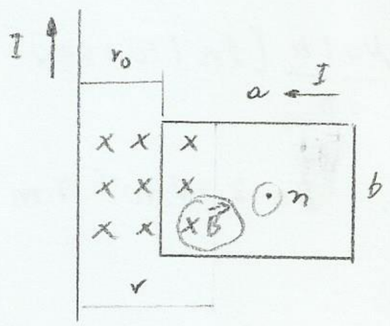
$a = 8m$

$b = 4m$

$r_0 = 2m$

$R = 100\,\Omega$

$t = 2s$



a) $\Phi = ?$

No fio longo (infinito)

$\oint B\,d\vec{l} = \mu_0 I$

$BL = \mu_0 I$

$B = \dfrac{\mu_0 I}{L} \Rightarrow B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ $d\Phi = B.dA.\cos 180$

$d\Phi = -B.dA$, $dA = b\,dr$

$d\Phi = -\dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}.b\,dr = -\dfrac{\mu_0 I b}{2\pi}\dfrac{dr}{r} \sim \Phi = \int -\dfrac{\mu_0 I b}{2\pi}.\dfrac{dr}{r}$

$\Phi = -\dfrac{\mu_0 I b}{2\pi}\int_{r_0}^{r_0+a}\dfrac{dr}{r} = -\dfrac{\mu_0 I b}{2\pi}.\ln r\Big|_{r_0}^{r_0+a} = -\dfrac{\mu_0 I b}{2\pi}\ln\left(\dfrac{r_0+a}{r_0}\right)$

$$\therefore \Phi = \frac{-\mu_0 I b}{2\pi} \ln\left(\frac{r_0+a}{r_0}\right) = \frac{-4\pi.10^{-7}.(2+3.2).4}{2\pi} \ln\left(\frac{2+8}{2}\right)$$

$$\therefore \boxed{\Phi = -10{,}3.10^{-6}\ Tm^2}$$

b) $I_{ind} = ?$ e sentido

$$\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt} = \frac{-d}{dt}\left[\frac{-\mu_0.(2+3t).b.\ln\left(\frac{r_0+a}{r_0}\right)}{2\pi}\right]$$

$$\varepsilon = \frac{\mu_0 . b}{2\pi} . \ln\left(\frac{r_0+a}{r_0}\right).3 = \frac{4\pi.10^{-7}.4}{2\pi} \ln\left(\frac{2+8}{2}\right).3 \qquad \therefore \varepsilon = 3{,}86.10^{-6} V$$

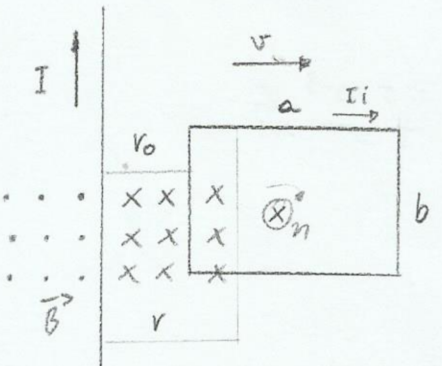
$$I_{ind} = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{3{,}86.10^{-6}}{100} \quad \therefore \quad I_{ind} = 38{,}63.10^{-9} A$$ - Sentido anti-horário.

5) P2- 1ºsem 10 - diurno

Dados: $I = 5A$ $v = 3m/s$ $a = 8m$ $b = 4m$ $R = 10\Omega$

Situação 1

(a) $\Phi = ?$ (b) $I_{ind} = ?$ e sentido = ? (Para $t = 2s$)



$r_0 = 2+3t$ (SI)

(a) $d\Phi = B.dA\,\cancel{\cos 0}^{1}$

$$d\Phi = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}.b\,dr$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 I b}{2\pi}\int_{r_0}^{r_0+a} \frac{1}{r}\,dr$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 I b}{2\pi}\left[\ln(10+3t) - \ln(2+3t)\right]$$

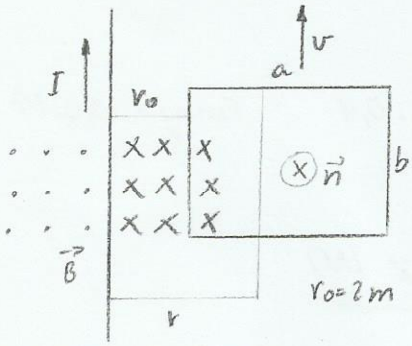
$$\Phi = \frac{4\pi 10^{-7}\, 5.4}{2\pi} . \ln\left(\frac{10+3.2}{2+3.2}\right) \quad \therefore \Phi = 2{,}77.10^{-6}\ Tm^2$$

(b) $$\varepsilon = \frac{-d\Phi}{dt} = \frac{-d}{dt}\left[\frac{\mu_0 I b}{2\pi}\left[\ln(10+3t) - \ln(2+3t)\right]\right]$$

$$= \frac{-\mu_0 . I . b}{2\pi} . \left[\frac{3}{10+3t} - \frac{3}{2+3t}\right] = \frac{-4\pi.10^{-7}.5.4}{2\pi} . \left(\frac{3}{10+3.2} - \frac{3}{2+3.2}\right)$$

$$\therefore \varepsilon = 7{,}50.10^{-7} \quad \therefore I = 7{,}50.10^{-7}/10 \quad \therefore I = 75.10^{-9} A$$

Situação 2:



(a) $\Phi = ?$ (b) $I_{ind} = ?$ e sentido = ?

Como $\vec{B} = cte$ ∴ $\Phi = cte$

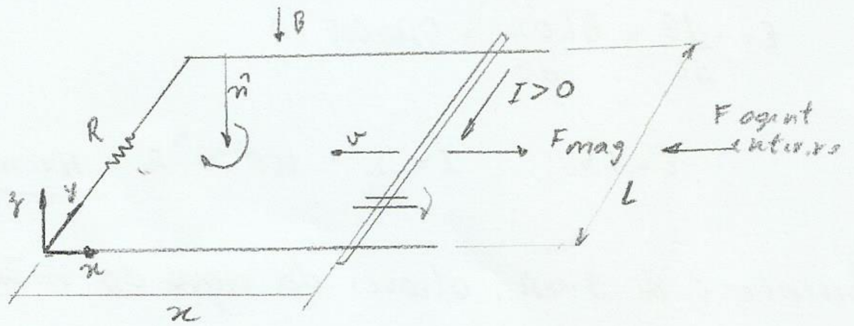
$$\mathcal{E} = \frac{-d\Phi}{dt} = 0 \quad \therefore \quad \underline{I = 0}$$

$$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\, dA$$

$$\Phi = \int \frac{\mu_0 I}{2\pi r} . b\, dr = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \int \frac{dr}{r} = \frac{\mu_0 . I . b}{2\pi} \ln r \Big|_{r_0}^{r_0 + a}$$

$$\Phi = \frac{4\pi . 10^{-7} \overset{2}{5} . 4}{2\pi} . \ln\left(\frac{2+8}{2}\right) \quad \therefore \quad \underline{\Phi = 6{,}44 . 10^{-6}\ T m^2}$$

6) P3 - 1º sem 10 - noturno



Dados:

$B = 0{,}4\ T$

$L = 0{,}6 m$

$v = 2 m/s$

$R = 8 \Omega$

(a) $\mathcal{E} = ?$ por lei de Faraday

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} \qquad \Phi = \int \vec{B}\hat{n}\, dA \ ; \ dA = L\, dx$$

$$\Phi = \int \vec{B}\, L \cos 0\, dx$$

$$\Phi = BLx$$

$$\mathcal{E} = \frac{-d(BLx)}{dt} = -BLv \quad \therefore \quad \mathcal{E} = 0{,}4 . 0{,}6 . 2 \quad \therefore \quad \underline{\mathcal{E} = 0{,}48 V}$$

(b) A corrente induzida flui de B → A, pois como existe uma variação do fluxo magnético, a corrente surge para contrapor, com o intuito de manter em equilíbrio. Com isso utiliza-se a <u>regra da mão direita</u>.

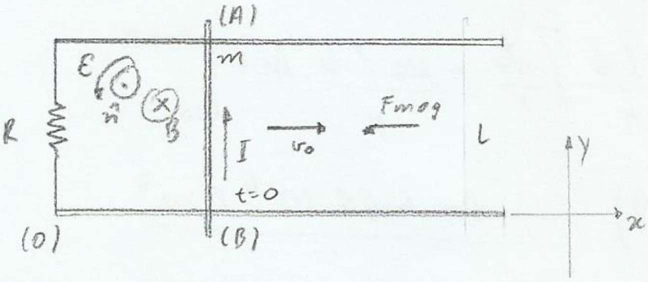
c) $F_{\substack{agente\\externo}} = ?$ para manter $v = cte$

$$F_{mag} = I L B = I L B \sin \overset{1}{90}$$

$I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{0,48}{8} = 0,06$ $\therefore$ $F_{mag} = 0,06 . 0,6 . 0,4$ $\therefore$ $F_{mag} = 0,0144\ N$

$F_{\substack{agente\\externo}} = - F_{mag}$ $\therefore$ $F_{ag.} = -0,0144\ \hat{\imath}\ (N)$

7) P2 - 2º sem09 - diurno



Dados: $m = 0,1\ kg$
$AB = L = 0,5\ m$
$B = 0,2\ T$
$v_0 = 10\ m/s$
$R = 10\ \Omega$

(a) $I_{nd} = ?$ no $t = 0\ s$

$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\, dA$

$\Phi = B . A \cos 180$

$\Phi = - B . L x$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = BL\frac{dx}{dt} = 0,2 . 0,5 . 10$

$\therefore$ $\mathcal{E} = 1\ V$ $\quad I = \frac{1}{10} = 100 . 10^{-3} A = 100\ mA$

(b) O sentido da corrente é de $B \to A$, através da regra da mão direita

(c) Como a corrente flui de B para A, e o campo magnético esta no sentido $(-\hat{k})$, através da regra da mão direita, a força magnética esta em $(-\hat{\imath})$, resultando na diminuição da velocidade.

8) P2 - 2º sem09 - noturno

Dados: $m = 0,1\ kg$ $AB = L = 0,5\ m$ $B = 0,2\ T$ $v_0 = 8\ m/s$ $R = 10\ \Omega$

(a) $I_{ind} = ?$

$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\, dA$

$\Phi = B A \cos 180$

$\Phi = - B . L x$

$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = -(-BL\frac{dx}{dt}) = BLv = 0,2 . 0,5 . 8 = 0,8\ V$

$I = \frac{0,8}{10} = 0,08\ A = 80\ mA$

(b) Como a normal está no sentido ($\vec{k}$), resulta num $\mathcal{E} > 0$ ∴ a corrente induzida é no sentido anti horário

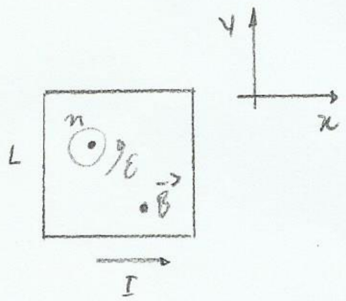
(c)

$$F_{mag} = ILB \sin 90°$$

$$= 80.10^{-3}.0{,}5.0{,}2 \quad \therefore \quad F_{mag} = -0{,}008 \text{ N}$$

$$\therefore \quad F_{ope} = \underline{0{,}008 \text{ N}}$$

9) P3 - 2°sem 09 - diurno



(a) $B = B_m e^{-bt}$ $(t > 0)$ para $t = 2s$:

(a) Φ

$$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}\,dA$$

$$\Phi = B_m e^{-bt} l^2 \quad \therefore \quad \Phi = 0{,}5 . e^{-0{,}6 . 2} . 0{,}2^2$$

$$\therefore \quad \underline{\Phi = 6{,}02.10^{-3}}$$

(b) e (c)

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt} = \frac{-d(B_m e^{-bt} L^2)}{dt} = B.L^2.b\,e^{-bt} = 0{,}5.0{,}2^2\,0{,}6.e^{-0{,}6.2}$$

$$\therefore \underline{\mathcal{E} = 3{,}61.10^{-3}} \text{ V} \quad \therefore \quad I = \frac{3{,}61.10^{-3}}{10} \quad \therefore \quad I = 0{,}36.10^{-3} \text{ A} \quad \underline{= 0{,}36 \text{ mA}}$$

Revisão P2

2) P2-2º sem 10-noturno

Dados: $AB = L = 0{,}4\,m$ $R = 5\,\Omega$ $v = 8\,m/s$ $F_0 = 0{,}08\,N$ $\Delta t = 12\,s$

(a) $B = ?$

$$\Phi = \int \vec{B}\vec{n}\,dA$$
$$= \int B\vec{k}\cdot(-\vec{k})\,L\,dy$$
$$= -BLy$$

$$\varepsilon = -\frac{d\theta}{dt} = -\frac{d}{dt}(-BLy) = BL\frac{dy}{dt}^{\,v}$$

$$\varepsilon = BLv \quad I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{BLv}{R}$$

$$F = I\vec{L}\times\vec{B}$$
$$= ILB\,\text{sen}\,90$$
$$= \frac{BLv}{R}.L.B$$

$$F = \frac{B^2.L^2\,v}{R}$$

$$B = \sqrt{\frac{F.R}{L^2v}} = \sqrt{\frac{0{,}08.5}{0{,}4^2.8}} = \boxed{0{,}559\,T}$$

(b) $\varepsilon = BLv$

$$= 0{,}559.0{,}4.8 \quad \therefore \boxed{\varepsilon = 1{,}79\,V}$$

$$\varepsilon = \oint \vec{E}\,dl \quad \therefore E = \frac{1{,}79}{0{,}4} \quad \therefore \boxed{E = 4{,}47\,\frac{V}{m}}$$

$$\varepsilon = EL =$$

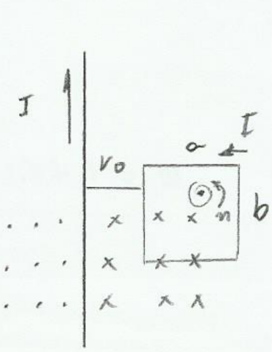
(c) Sentido de B para A

$$I = \frac{1{,}79}{5} \quad \therefore \boxed{I = 0{,}358\,A}$$

(d)
$$\frac{dU}{dt} = P = VI \quad \therefore U = 1{,}79.0{,}358.12 = \boxed{7{,}69\,J}$$

4) P2-1º sem 10-noturno

Dados: $a = 8\,m$ $b = 4\,m$ $r_0 = 2\,m$ $R = 100\,\Omega$ $t = 2\,s$ $I = 2+3t$



a) Φ:

$$\Phi = \int B n\,dA \longrightarrow \phi = \int \frac{\mu_0}{2\pi r}(2+3t)\,b\,dr$$

$$\oint B\,dL = \mu_0 I \qquad \phi = \frac{\mu_0(2+3t)b}{2\pi}\int_{r_0}^{r_0+a}\frac{1}{r}\,dr$$

$$BL = \mu_0 I$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \qquad \phi = \frac{\mu_0(2+3t)b}{2\pi}\,\ln\left(\frac{r_0+a}{r_0}\right)$$

$\Phi = \frac{\overset{2}{\cancel{4}}\pi.10^{-7}(2+3t).4}{\cancel{2\pi}} . \ln\left(\frac{2+8}{2}\right)$, para $t = 2s$ temos $\boxed{\Phi = -1,03.10^{-5}\ T.m^2}$

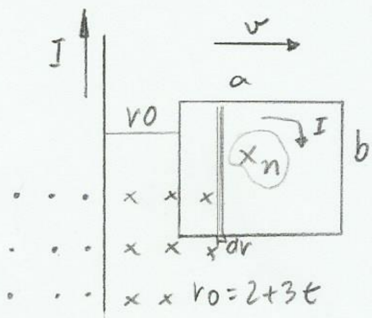
(b) $\varepsilon = \frac{-d\Theta}{dt} = \frac{-d}{dt}\left(\frac{-\overset{2}{\cancel{4}}\pi.10^{-7}(2+3t).4}{\cancel{2\pi}} \ln\left(\frac{10}{2}\right)\right)$

$= 8.10^{-7} \ln(5).3 = 3,86.10^{-6}$

$I = \frac{3,86.10^{-6}}{100} = \boxed{38,63.10^{-9}\ A}$

5) P2 - 1ºsem10 - diurno Dados: $I = 5A$ $v = 3m/s$ $a = 8m$ $b = 4m$ $R = 10\Omega$

Situação 1:



$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}dA$

$= \int B\hat{n}\hat{n}dA$

$= \int B b dr$

$= \int \frac{\mu_0 I}{2\pi r}.b dr$

$= \frac{\mu_0 I b}{2\pi}\int_{r_0}^{r_0+a} \frac{1}{r}dr = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln\left(\frac{r_0+a}{r_0}\right)$

$\int B dl = \mu_0 I$

$Bl = \mu_0 I$; $L = 2\pi r$

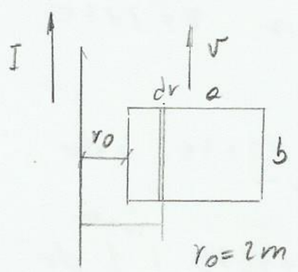
$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$\Phi = \frac{\overset{2}{\cancel{4}}\pi.10^{-7}.5.4}{\cancel{2\pi}} \ln\left(\frac{2+3.2+8}{2+3.2}\right) \therefore \boxed{\Phi = 2,77.10^{-6}\ Tm^2}$

$\varepsilon = \frac{-d}{dt}\left(\frac{\mu_0 I b}{2\pi}.[\ln(3t+10) - \ln[2+3t]]\right)$

$= \frac{-\mu_0 I b}{2\pi}.\left(\frac{3}{3t+10} - \frac{3}{2+3t}\right) \therefore \varepsilon = 7,5.10^{-7}$ $\boxed{I = 7,5.10^{-8}\ A}$

Situação 2



$\Phi = \int \vec{B}\hat{n}dA$; $\int Bdl = \mu_0 I$

$B.2\pi r = \mu_0 I$

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$= \int_{r_0}^{r_0+a} \frac{\mu_0 I}{2\pi r}.b dr$

$= \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln\left(\frac{r_0+a}{r_0}\right)$

$= \frac{\overset{2}{\cancel{4}}\pi.10^{-7}.5.4}{\cancel{2\pi}} \ln\left(\frac{2+8}{2}\right) \therefore \Phi = 6,44.10^{-6}\ Tm^2$

Corrente $I = 0$

Indutor

Exercícios – Capítulo 30

Cursinho da Engenharia

1)P2-2°sem10 –diurno

3. Um solenoide reto e longo de comprimento ℓ e autoindutância L possui N espiras com seção reta de área A. O solenoide é percorrido por uma corrente elétrica que varia no tempo conforme o gráfico abaixo. Pedem-se:

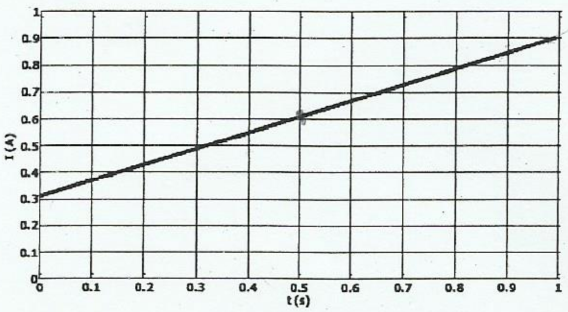
a) a autoindutância L; (1 pto)

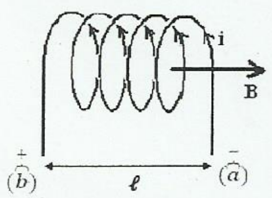
b) a força eletromotriz autoinduzida ε, entre os instantes $t = 0$ e $t = 1{,}0\ s$; (0,5 pto)

c) a intensidade do campo magnético e a densidade de energia no campo magnético, no interior do solenoide, no instante $t = 1\ s$. (1 pto)

Dados: $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\ \frac{Tm}{A}$ $\quad N = 500$ espiras $\quad \ell = 0{,}25\ m \quad A = 0{,}5 \times 10^{-4}\ m^2$

Formulário: $\varepsilon = -L\frac{d}{dt}I \quad \emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA \quad L = \frac{N}{I}\emptyset \quad B = \mu_0\frac{N}{\ell}I \quad U = \frac{1}{2}LI^2 \quad u = \frac{U}{A\ell}$





Resp:
a)$62{,}8.10^{-6}$ H
b)$-3{,}77.10^{-5}$ V
c) $2{,}26.10^{-3}$ T e $2{,}03\ J/m^3$

2)P2-2°sem10 –noturno

3. Um solenoide reto e longo possui N espiras, seção reta com área A e comprimento ℓ.

a) Mostre que a autoindutância deste solenoide é dada por $L = \frac{\mu_0 AN^2}{\ell}$. Suponha que o campo magnético seja uniforme dentro do solenoide e nulo fora dele; (1 pto)

b) Determine o comprimento ℓ e o número de espiras N, supondo que a energia magnética armazenada no solenoide seja U quando a corrente elétrica é I; (1 pto)

c) Calcule a densidade de energia no campo magnético. (0,5 ptos)

Dados: $\frac{N}{\ell} = 10\,000$ espiras/m $\quad \mu_0 = 4\pi.10^{-7}\ \frac{\text{Tm}}{\text{A}} \quad U = 0{,}1\ \text{J} \quad I = 1{,}5\ \text{A} \quad A = 0{,}002\ \text{m}^2.$

Formulário: $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset \quad \emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA \quad B = \mu_0\frac{N}{\ell}I \quad L = \frac{N}{I}\emptyset \quad U = \frac{1}{2}LI^2 \quad u = \frac{U}{A\ell}$

Resp:
b)l=0,354m
N=3540 esp
c) $141{,}24 J/m^3$

3)P3-2°sem10 –noturno

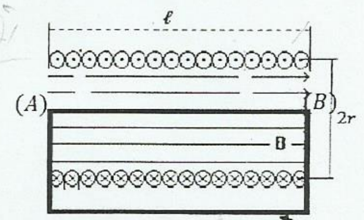
3. Um solenoide de comprimento ℓ, N espiras e seção transversal circular de raio r é percorrido por uma corrente elétrica I.

a) Mostrar, por meio da lei de Ampère, que a intensidade do campo magnético no interior do solenoide é $B = \mu_0 NI/\ell$. Não considere o efeito de borda do solenoide sobre o campo magnético. (0,5 pto)

a) Calcular a indutância L do solenoide; (1,0 pto)

c) Calcular a força eletromotriz ε que seria autoinduzida se a corrente elétrica fosse reduzida a zero, numa taxa constante, em um intervalo de tempo Δt; (0,5 pto)

d) Determinar o sentido da corrente autoinduzida (se no mesmo sentido ou no sentido oposto da corrente externa I) durante o processo descrito no item (c). (0,5 pto)



Dados: $N = 3500$ espiras $\quad \ell = 0{,}5\ m \quad r = 0{,}04\ m \quad \Delta t = 10\ s \quad I = 5\ A$

Formulário: $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset = -L\frac{dI}{dt} \quad \emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA \quad L = \frac{N}{I}\emptyset \quad U = \frac{1}{2}LI^2 \quad \oint \vec{B}\cdot d\vec{l} = \mu_0 I_{\text{int}}$

Resp:
b)0,1546H
c) 0,0773V
d) no mesmo sentido

4)P3-2°sem10 –noturno

3. Um solenoide de seção circular de raio r possui N espiras distribuídas uniformemente ao longo de seu comprimento ℓ. Pelas espiras do solenoide, flui uma corrente elétrica $I = 0{,}005\ t$ (SI).

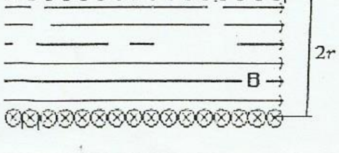
a) Mostrar que a indutância do solenoide é $L = \mu_0 N^2 \pi r^2/\ell$. (1 pto)

b) Calcular a energia recebida pelo solenoide entre os instantes $t = 0$ e $t = 10\ s$; (0,5 pto)

c) Calcular a força eletromotriz ε autoinduzida no mesmo intervalo de tempo. (1 pto)

Dados: $r = 0{,}04$ m $\quad N = 200$ espiras $\quad \ell = 0{,}600$ m

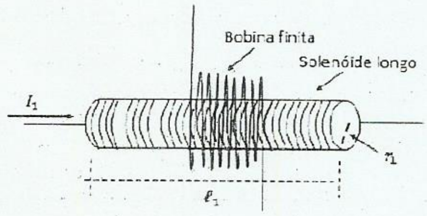
Formulário: $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset = -L\frac{dI}{dt} \quad \emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA \quad B = \mu_0\frac{N}{\ell}I \quad L = \frac{N}{I}\emptyset \quad U = \frac{1}{2}LI^2$



Resp:
b)$5{,}26\ .10^{-7}$ J
c) $2{,}1\ .10^{-6}$ V

5)P2-1°sem10 –noturno

4. Uma bobina finita com numero de espiras N_2 é enrolada de forma compacta em torno de um solenóide longo que possui numero de espiras N_1, raio r_1 e comprimento ℓ_1. O solenóide longo recebe de um gerador elétrico uma corrente elétrica variável com o tempo que obedece a equação: $I_1 = 5{,}0.10^6 t\ (SI)$. Pedem-se:

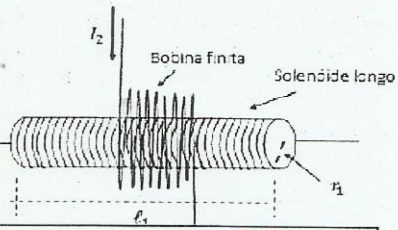


a) o fluxo magnético em cada espira do solenóide longo no instante $t = 0{,}5.10^{-6}\ s$; (1 pto)
b) a indutância mútua M dos dois solenóides: (1 pto)
c) a força eletromotriz induzida no solenóide externo pela corrente variável no solenóide interno; (0,5 pto)
Dados: $N_2 = 50\ espiras$ $N_1 = 4000\ espiras$ $\ell_1 = 2{,}40\ m$ $r_1 = 0{,}1\ m$
Formulário: $\emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset$ $N_1\emptyset_1 = MI_2$ $N_2\emptyset_2 = MI_1$ $B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$

Resp:a) 1,64.10^{-4} Tm^2 b)3,28.10^{-3} H c) -16400V

6)P2-1°sem10 –diurno

4. Uma bobina finita com numero de espiras N_2 é enrolada de forma compacta em torno de um solenóide longo que possui numero de espiras N_1, raio r_1 e comprimento ℓ_1. O solenóide longo recebe de um gerador elétrico uma corrente elétrica variável com o tempo que obedece a equação: $I_1 = 5{,}0.10^6 t\ (SI)$. Pedem-se:



a) o fluxo magnético em cada espira do solenóide longo no instante $t = 0{,}5.10^{-6}\ s$; (1 pto)
b) a indutância mútua M dos dois solenóides: (1 pto)
c) a força eletromotriz induzida no solenóide externo pela corrente variável no solenóide interno; (0,5 pto)
Dados: $N_2 = 50\ espiras$ $N_1 = 4000\ espiras$ $\ell_1 = 2{,}40\ m$ $r_1 = 0{,}1\ m$
Formulário: $\emptyset = \int \vec{B}.\hat{n}dA$ $\varepsilon = -\frac{d}{dt}\emptyset$ $N_1\emptyset_1 = MI_2$ $N_2\emptyset_2 = MI_1$ $B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I$

Resp:b) 6,58.10^{-7} Tm^2 c) -1315V

7)LC 3. A indutância numa bobina de enrolamento compacto de N espiras é tal que uma força eletromotriz ε é induzida quando a corrente varia a uma taxa $\frac{dI}{dt}$. Uma corrente estacionária I produz um fluxo magnético $\emptyset$ através de cada espira; (a) Calcule a indutância L da bobina. (b) Quantas espiras têm a bobina? *Resp:* a) $L = 0{,}6\ mH$. b) $N = 120$

Dados: $\varepsilon = -3\ mV$ $\frac{dI}{dt} = +5\ A/s$ $I = 8\ A$ $\emptyset = 40\frac{\mu T}{m^2}$

8)LC 4. Um solenóide de comprimento ℓ tem uma área transversal A. Existem N espiras nas quais circula uma corrente I. (a) Calcule a densidade de energia magnética u_B no interior do solenóide. (b) Ache a energia total U_B armazenada no campo magnético no interior do solenóide (despreze os efeitos das extremidades).

Resp: (a) $u_B = 34{,}1\ J/m^3$ (b) $U_B = 49{,}4\ mJ$

Dados: $\ell = 0{,}85\ m$ $A = 17 \times 10^{-4}\ m^2$ $N = 950$ espiras $I = 6{,}6\ A$

9)LC 3- Um solenóide cilíndrico longo com 100 espiras/cm tem um raio de 1,6 cm. Suponha que o campo magnético que ele produz seja paralelo ao eixo do solenóide e uniforme no seu interior.

a) Qual é a sua indutância por metro de comprimento?

b) se a corrente variar a uma taxa de 13 A/s, qual será a força eletromotriz induzida por metro?

Resp:
a)0,1H/m
b) -1,3 V/m

10)LC 5. Um solenóide longo, com 60 espiras por centímetro, conduz uma corrente igual a 0,15 A. Os fios das espiras são enrolados em torno de um núcleo de aço com silício (Km=5200). O fio do solenóide é envolvido por uma camada de isolante, de modo que não flua nenhuma corrente para o núcleo. Para um dado ponto no interior do núcleo, determine:

a) o campo magnético B_0 produzido pela corrente que passa pelo solenóide;

b) o campo magnético B no interior do núcleo.

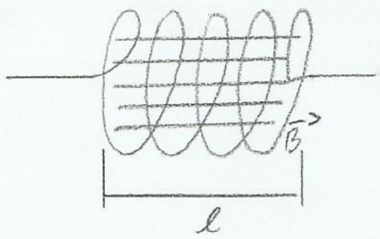
c) A magnetização M do núcleo.

Resp:
a)1,13 .10^{-3} T
b) 5,874T
c)4,679 .10^{6} Am^2/m^3

$\varepsilon = \frac{-d}{dt}\emptyset$ $\emptyset_2 = \frac{MI_1}{N_2}$

$\varepsilon = \frac{-d}{dt}\left(\frac{MI_1}{N_2}\right)$

Indutores



N: espiras

Auto-Indutância

Indutância

$$\boxed{L = \frac{N\Phi}{I} \ (H)}$$

Henry

$$\boxed{\mathcal{E} = -L\frac{dI}{dt}}$$

$$B = \frac{\mu_0 N . I}{\ell}$$

Energia armazenada no indutor

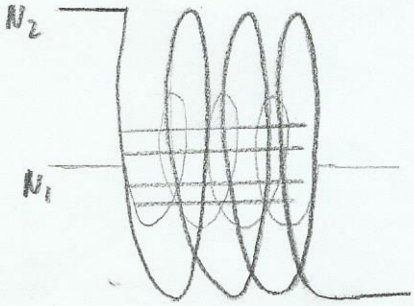
$$\boxed{U = \frac{1}{2} L I^2 \ (J)}$$

densidade de energia

$$\boxed{u = \frac{B^2}{2\mu_0} = \frac{U}{Vol} \ \left(\frac{J}{m^3}\right)}$$

Volume do Indutor

Indutância mútua (M)



$$\boxed{M = \frac{N_1 \Phi_1}{I_2} = \frac{N_2 \Phi_2}{I_1} \ ; \text{ Onde } \Phi_1 = \Phi_2}$$

$$\mathcal{E}_1 = -M\frac{dI_2}{dt}$$

$$\mathcal{E}_2 = -M\frac{dI_1}{dt}$$

1) P1 - 2º sem 10 - diurno

Dados: $\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{Tm}{A}$ $N = 500$ espiras $l = 0{,}25 m$ $A = 0{,}5.10^{-4} m^2$

(a) $L = ?$

$L = \frac{N\Phi}{I}$; $\Phi = \int \vec{B}\vec{n}\, dA$

$\Phi = BA$; $B = \frac{\mu_0 N}{l} . I$

$\Theta = \frac{\mu_0 N . I A}{l}$

$L = \frac{N^2 \mu_0 \cancel{I} A}{l . \cancel{I}} = \frac{500^2 \, 4\pi.10^{-7}. 0{,}5.10^{-4}}{0{,}25}$ $\therefore$ $\underline{L = 62{,}83.10^{-6} H}$

(b) $\mathcal{E}_{0 \to 10} = ?$

$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt} = -62{,}83.10^{-6} . \frac{(0{,}9 - 0{,}3)}{1}$ $\therefore$ $\underline{\mathcal{E} = -3{,}77.10^{-5} V}$

(c) $\vec{B} = ?$ $u = ?$ no $t = 1 s$

$u = \frac{1}{2} L I^2 \div Vol = \frac{L I^2}{2 . A l} = \frac{62{,}83.10^{-6} . 0{,}9^2}{2 . 0{,}5.10^{-4} . 0{,}25}$ $\therefore$ $\underline{u = 2{,}036} \frac{J}{m^3}$

$u = \frac{B^2}{2\mu_0}$ $\therefore$ $B = \sqrt{u . \mu_0}$

$B = \sqrt{2{,}036 . 4\pi 10^{-7} . 2}$ $\therefore$ $\underline{B = 2{,}26.10^{-3}}$ T

2) P2 - 2º sem 10 - noturno

Dados: $\frac{N}{l} = 10\,000 \frac{espiras}{m}$ $\mu_0 = 4\pi.10^{-7} \frac{Tm}{A}$ $U = 0{,}1 J$ $I = 1{,}5 A$ $A = 0{,}002 m^2$

a) $L = ?$

$L = \frac{N\Phi}{I}$; $\Phi = \int \vec{B}\vec{n}\, dA = BA$; $B = \frac{\mu_0 N}{l} I$

$L = \frac{N . BA}{I} = A N . \frac{\mu_0 N}{l} \cancel{I} \div \cancel{I}$ $\therefore$ $L = \frac{N^2 \mu_0 A}{l}$

b)

$U = \frac{1}{2} L I^2 \therefore L = \frac{2U}{I^2} = \frac{2 \cdot 0{,}1}{1{,}5^2} \therefore L = \frac{4}{45}\ H$

$L = \frac{\mu_0 A N^2}{\ell} = \frac{\mu_0 A N . N}{\ell} \therefore L = 10\,000\, \mu_0 A . N$

$\therefore N = \frac{8{,}89 \cdot 10^{-2}}{10\,000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0{,}002} = 3{,}54 \cdot 10^3 \therefore N = 3540$ espiras

$\ell = \frac{3540}{10\,000} = \underline{0{,}354\ m}$

c) $u = \frac{U}{A\ell} = \frac{0{,}1}{0{,}002 \cdot 0{,}354} \therefore \underline{u = 141{,}37}\ \frac{J}{m^3}$

3) P3 - 2º sem 10 - noturno

Dados: $N = 3500$ espiras $\ell = 0{,}5\,m$ $r = 0{,}04\,m$

$\Delta t = 10\,s$ $I = 5\,A$

(a) $\oint \vec{B}\, d\vec{l} = \mu_0 I_{nt}$

$B\ell = \mu_0 I_{nt}$

$B = \frac{\mu_0 I_{nt}}{\ell}$; $I_{nt} = N . I$ $\therefore$ $B = \frac{\mu_0 . N I}{\ell}$

(b) $L = ?$

$L = \frac{N\Phi}{I}$; $\Phi = \int \vec{B}\, \hat{n}\, dA = BA$

$\Phi = \frac{\mu_0 N . I . A}{\ell}$

$L = \frac{N^2 \mu_0 A}{\ell} = \frac{3500^2 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \pi \cdot 0{,}04^2}{0{,}5} \therefore L = 0{,}155\ H$

(c) $\mathcal{E} = ?$ $I = 0$, $\Delta t = 10\,s$

$\mathcal{E} = -L \frac{dI}{dt} = -0{,}155 \cdot \left(\frac{-5}{10}\right) = \underline{0{,}0774\,V}$

4 (P3 - 2ºsem 10 - noturno)

Dados: $r = 0{,}04\,m$ $N = 200$ espiras $l = 0{,}6\,m$ $I = 0{,}005t$

a) $L = ?$

$$L = \frac{N\Phi}{I} \quad ; \quad \Phi = \int \vec{B}\hat{n}\,dA = BA$$

$$\int \vec{B}\,dl = \mu_0 I_{ind}$$

$$Bl = \mu_0 I_{ind} \quad ; \quad I_{ind} = NI$$

$$B = \frac{\mu_0 . N . I}{l}$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 N I A}{l} \quad ; \quad A = \pi r^2$$

$$\Phi = \frac{\mu_0 N I \pi r^2}{l}$$

$$L = \frac{N . \mu_0 N I \pi r^2}{l} \div I \quad \therefore \quad L = \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2}{l}$$

b) $U_{0 \to 10} = ?$

$$U = \frac{1}{2} L I^2 \quad ; \quad L = \frac{4\pi 10^{-7} . 200^2 . \pi . 0{,}04^2}{0{,}6} \quad \therefore L = 4{,}21 . 10^{-4}$$

$$U = \frac{4{,}21 . 10^{-4}}{2} . (0{,}005 . 10)^2 \quad \therefore \quad \underline{U = 5{,}26 . 10^{-7}\,J}$$

c) $\mathcal{E}_{0 \to 10} = ?$

$$\mathcal{E} = -L\frac{dI}{dt} = -L\frac{d}{dt}(0{,}005t) = -4{,}21 . 10^{-4} . 0{,}005 = \underline{-2{,}106 . 10^{-6}}\,V$$

Revisão Capítulo 30

1) P2-2º sem 10 - diurno

Dados: $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ N=500 espiras $l = 0,25m$ $A = 0,5.10^{-4} m^2$

(a) $L = \frac{N}{I}\phi$

$\phi = \int \vec{B}\hat{n} dA$; $B = \frac{\mu_0 N I}{l}$

$= \int \frac{\mu_0 N I}{l} . dA = \frac{\mu_0 N I A}{l}$

$L = \frac{N . \mu_0 N \cancel{I} A}{\cancel{I} l} = \frac{N^2 \mu_0 A}{l} = \frac{500^2 . 4\pi.10^{-7} . 0,5.10^{-4}}{0,25} = \boxed{62,83.10^{-6} H}$

(b) $\mathcal{E} = -L\frac{d}{dt}.I = -62,83.10^{-6}.(0,9-0,3)$ $\therefore$ $\boxed{\mathcal{E} = -37,7.10^{-6} V}$

(c) $B = \mu_0 . \frac{N}{l} . I = \frac{4\pi.10^{-7}.500.0,9}{0,25}$ $\therefore$ $\boxed{B = 2,26.10^{-3} T}$

$u = \frac{U}{Al}$; $U = \frac{1}{2}LI^2 = \frac{1}{2}.62,83.10^{-6}.0,9^2 = 2,54.10^{-5}$

$u = \frac{2,54.10^{-5}}{0,5.10^{-4}.0,25}$ $\therefore$ $\boxed{u = 2,04 \ J/m^3}$

2) P2- 2º sem 10 - noturno

(a) $L = ?$

$\phi = \int \vec{B}\hat{n} dA$; $B = \mu_0 \frac{N}{l} I$ $L = \frac{N}{I}\phi$

$= \int \frac{\mu_0 N . I}{l} . dA = \frac{\mu_0 N . I A}{l}$ $= \frac{N}{\cancel{I}} . \frac{\mu_0 N \cancel{I} A}{l}$

$\therefore L = \frac{N^2 \mu_0 A}{l}$