

ELETROMAGNETISMO.

(73)

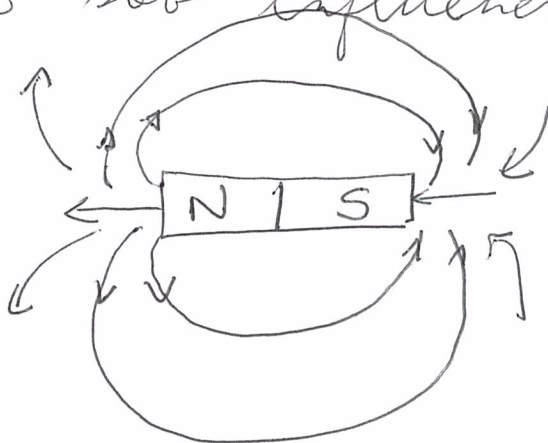
- ① Quando o magnetismo passou a ser importante para o homem? R. Bem recentemente, no final do século XIX, há pouco mais de 1 século, portanto.
- ② Qual a importância do Eletromagnetismo hoje? É tanta que se alienígenas quizessem destruir a população do planeta não teriam que disparar um único tiro: só teria que retirar as propriedades magnéticas dos ímãs.
- ③ Quais seriam as consequências imediatas de tais medidas? R. Todo o sistema de transporte pararia, exceto a bicicleta; todo o sistema de iluminação pararia, todo o sistema de comunicações pararia, todas as fábricas parariam etc, etc, etc.
- ④ O que existe dentro de um dínamo? R. Um ímã e fios.
- ⑤ Qual o princípio de funcionamento dos dínamos e turbinas e geradores elétricos?

- 5) R. Eles transformam energia mecânica em energia elétrica utilizando o seguinte princípio: "Se passarmos um condutor através de um campo magnético surge uma corrente no condutor e se passarmos uma corrente em um condutor surge um campo magnético."
- 6) O que são pólos em um ímã? R. São as extremidades de um ímã

S		N
---	--	---
- 7) Como reconhecemos os pólos? Pólos de mesmo nome se repelem e pólos de nomes contrários se atraem.
- 8) O que é uma bússola? R. É um dispositivo que contém um ímã com liberdade para girar. girando ele se posiciona indicando a direção norte-sul.
- 9) O que podemos concluir com o comportamento do ímã apontando norte direção? R. Que a Terra é um grande ímã.

10) O que é um campo magnético? (75)

R. É uma região sob influência de um ímã



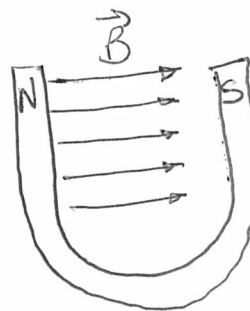
11) Qual a unidade

do SI para o campo magnético $\vec{B}$?

R. É o Tesla T.

12) Em que regiões podemos encontrar um campo magnético uniforme?

R. Entre os ramos paralelos de um ímã em forma de U



13) Qual o comportamento

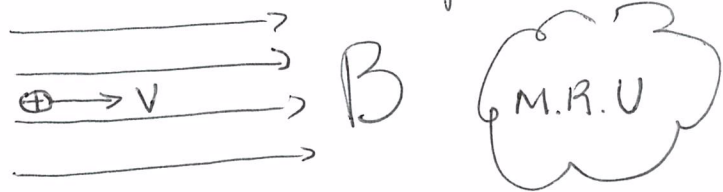
de um ímã imerso em um campo magnético? R. Ele se alinha ao campo magnético de modo a pôr para o norte do campo.

14) de que forma pode se comportar 76

uma carga positiva ao ser atirada em uma região sujeita a um campo magnético? Na região onde há a atuação de um campo magnético podem coexistir 3 vetores no espaço. dos 3 vetores 2 se acomodam no plano e 1 fica no espaço: entrando na folha de papel $\otimes$ ou saindo dela $\odot$. Os vetores são: velocidade $\vec{v}$; Força $\vec{F}$ e campo magnético $\vec{B}$.

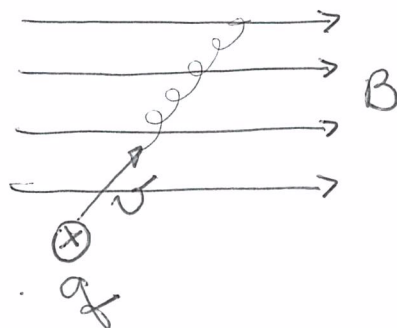
$$F = q \cdot v \cdot B \sin \theta$$

- A carga pode ser atirada paralelamente ao campo:



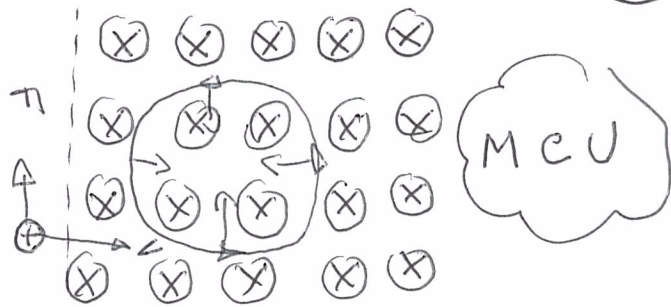
Como o ângulo é zero; $\sin \theta = 0$ $F = q \cdot v \cdot B \cdot 0 = 0$

- A carga pode ser atirada fazendo um ângulo qualquer $\neq 0^\circ$ e $\neq 90^\circ$. Neste caso a carga faz um movimento espiral que não é do nosso interesse.



44) Ou ser atirada segundo um ângulo (77) de 90°

Neste caso a carga entra em movimento circular e uniforme de raio: $R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B}$ (Raimundo me vê um quibe)

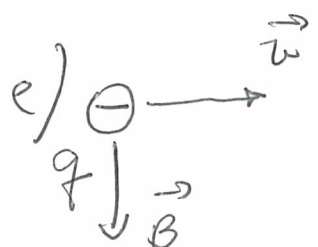
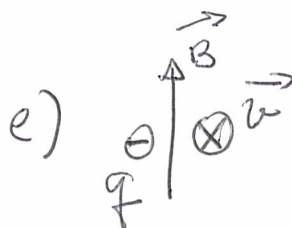
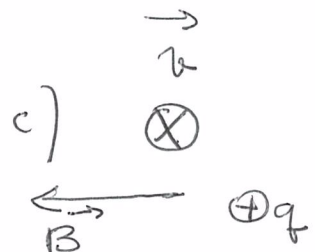
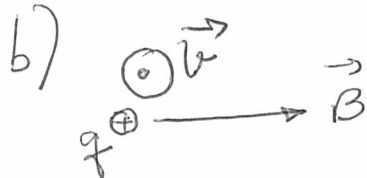
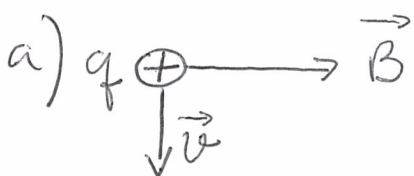


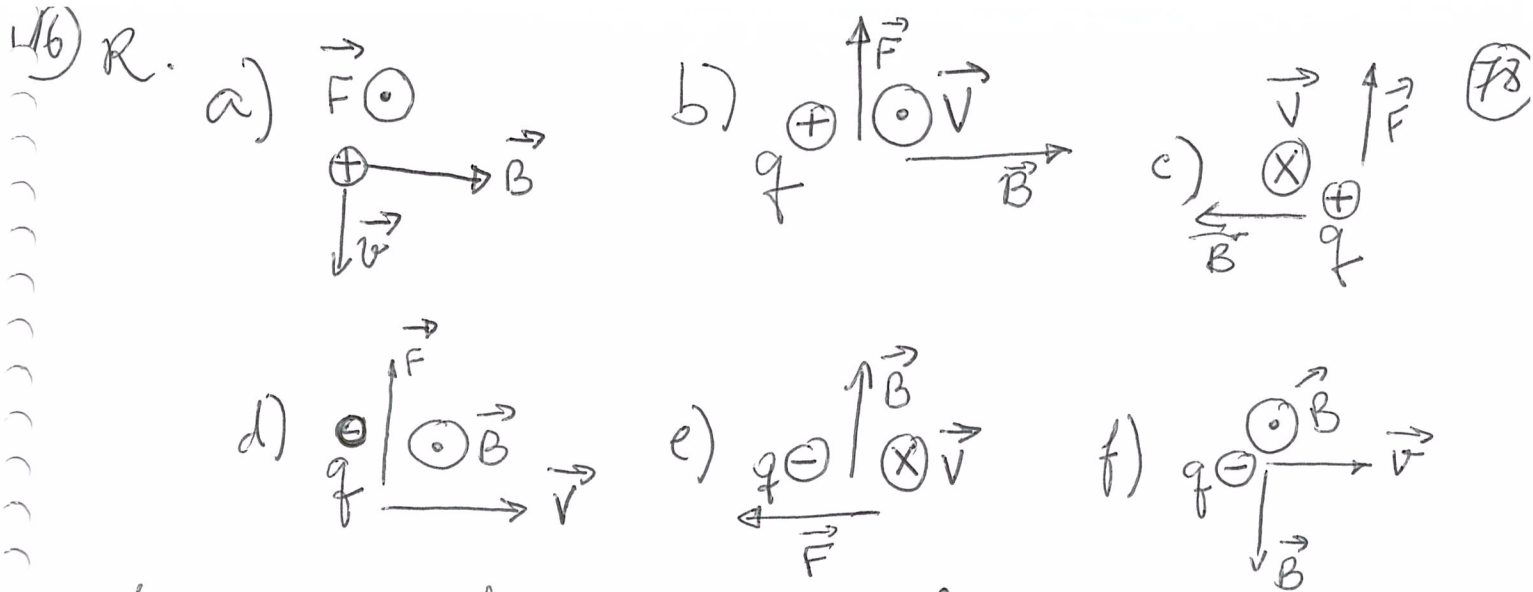
e período $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{q \cdot B}$ (Tem 2 PM querendo brigar)

15) Como relacionar os 3 vetores B , v e F no espaço? R. Usamos a "Regra do Tapa".

• Com a mão direita aberta dizemos que o polegar é o vetor velocidade; os outros dedos apontam para o campo magnético B ; a força F sai da palma da mão.

16) Desenhe a força magnética que age na carga q .



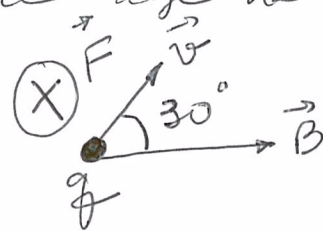


obs: nas letras d, e e f a força muda de sentido: o tapa é dado com as costas de mão porque a carga é negativa.

- 17) Uma partícula eletrizada com carga $q = 2\mu\text{C}$ move-se com velocidade $v = 3 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ em um campo magnético de 5 T . Determine as características da força que age na partícula.

R. $F = q \cdot B \cdot v \cdot \sin \theta$

$$F = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 3 \cdot 10^3 = 15 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$



- 18) Um próton de carga q e massa m penetra em uma região do espaço onde existe um campo magnético uniforme $B = 5 \cdot 10^{-2} \text{ T}$.

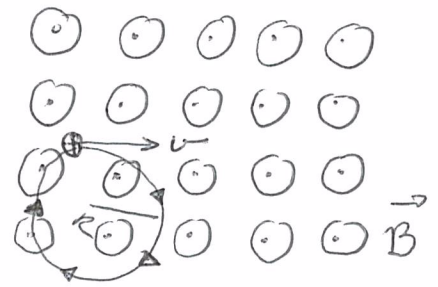
Se a velocidade é de 10^7 m/s e $\frac{m}{q} = 10^{-8} \frac{\text{kg}}{\text{C}}$

calcule o raio da trajetória

R. $R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} = \frac{10^{-8} \cdot 10^7}{5 \cdot 10^{-2}} = 2 \text{ m}$



19) Uma partícula de massa $m = 10^{-5} \text{ kg}$ e carga elétrica $2 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ penetra com velocidade $v = 10 \text{ m/s}$ em um campo magnético $B = 5 \text{ T}$ conforme figura.



a) Desenhe a trajetória

b) Calcule o raio

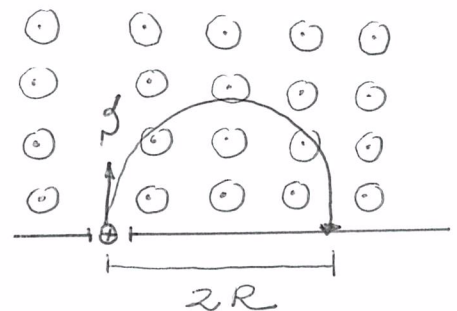
R a) MCU sentido horário

$$b) R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} ; R = \frac{10^{-5} \cdot 10}{2 \cdot 10^{-5} \cdot 5} = 1 \text{ m}$$

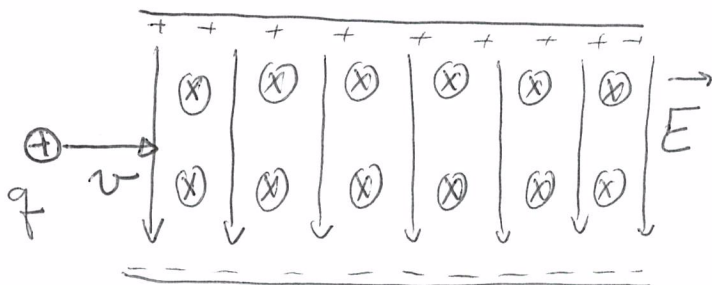
20) Uma carga elétrica $q = 1 \mu\text{C}$ de massa $2 \cdot 10^{-6} \text{ kg}$ penetra pelo orifício A de um anteparo, perpendicularmente ao a um campo magnético $B = 5 \text{ T}$. Sendo $v = 1 \text{ m/s}$, calcule a distância do ponto A ao ponto onde a carga atinge o anteparo.

$$R. R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} ; R = \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 1}{10^{-6} \cdot 5} = 0,4 \text{ m}$$

$$2R = 0,8 \text{ m}$$



21) Considere a figura:



Na região há um campo elétrico uniforme $E = 4 \cdot 10^3 \frac{\text{N}}{\text{C}}$ e um campo magnético $2 \cdot 10^{-2} \text{ T}$.

21) determine a velocidade v de uma carga $q = 5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ para que ela atravesse a região sem sofrer desvios. (8C)

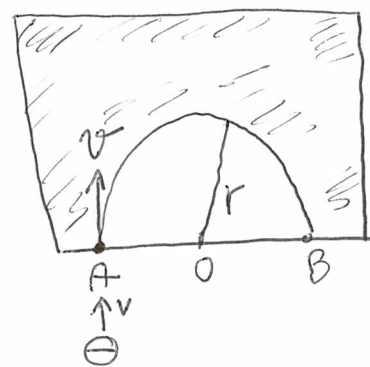
R. Para que isto ocorra é preciso que a força elétrica seja igual à força magnética

$$qBv = E \cdot q ; 2 \cdot 10^{-2} \text{ V} = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-2}} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

22) (UF-MG) Um elétron entra na região sombreada da figura onde existe um campo magnético uniforme. No ponto A a velocidade do elétron é $3,52 \cdot 10^7 \text{ m/s}$ o raio da circunferência é 10^{-2} m e a razão carga-massa do elétron é $\frac{e}{m} = 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$

Determine

a) A intensidade, a direção e o sentido do campo magnético.



b) O tempo gasto pelo elétron para percorrer a semi-circunferência.

R. a) $\vec{B} \otimes$; $R = \frac{m \cdot v}{qB}$; $10^{-2} = \frac{10^{-31} \cdot 3,52 \cdot 10^7}{1,76 \cdot B}$

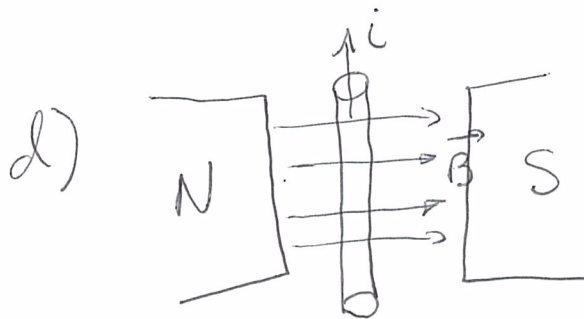
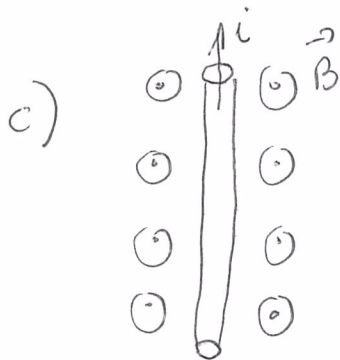
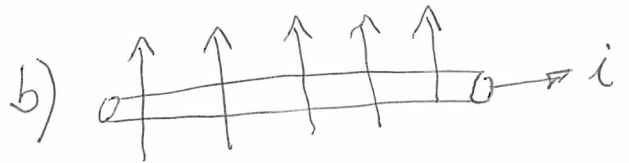
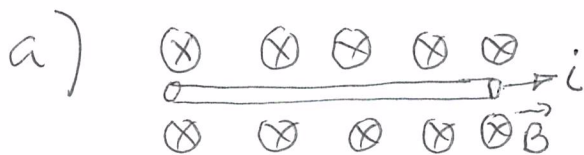
$$B = 2 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

b) $T = \frac{2\pi m}{qB}$; $T = \frac{2\pi \cdot 10^{-31}}{1,76 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} = 1,78 \cdot 10^{-9}$

como em meio ciclo ele gasta $\frac{T}{2}$; $\frac{T}{2} = 8,9 \cdot 10^{-10} \text{ s}$

(23) Se existe campo magnético uniforme que estamos até aqui penetrando um condutor reto qual seria a caracterização da força R . $F = B i l \sin \theta$. A sua determinação é pela "Regra do Tapa" considerando-se $i \equiv v$.

(24) Considere os fios condutores através dos quais passam correntes e estas inserido em um campo magnético, descreva a força magnética.



Respostas.



(25) Um condutor retilíneo de comprimento $l = 0,1 \text{ m}$ é percorrido por corrente elétrica $i = 5 \text{ A}$, em um campo magnético de $3 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.

25) determine a força magnética 82 que atua no condutor nos casos:

a) O condutor é disposto paralelamente ao campo magnético.

b) O condutor é disposto perpendicularmente ao campo de indução.

R. a) $F = B i \sin \theta$; como $\sin 0^\circ = 0$; $F = 0$

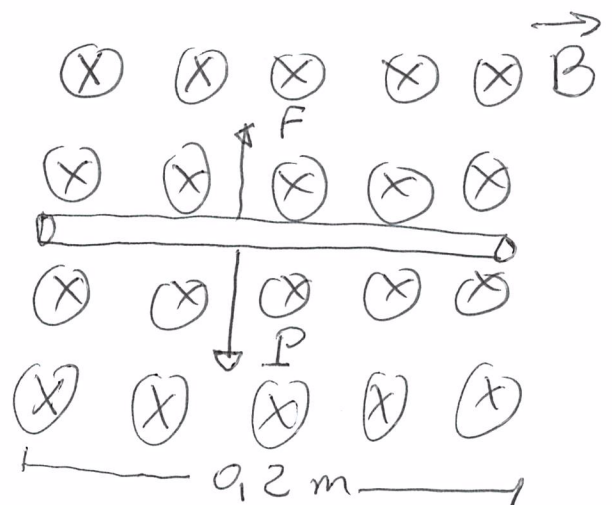
b) $F = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 0,1 \cdot \sin 90^\circ$; $F = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

26) Um segmento de condutor reto e horizontal, tendo comprimento $l = 20 \text{ cm}$ e massa $m = 60 \text{ g}$, é percorrido por uma corrente $i = 3 \text{ A}$, apresenta-se em equilíbrio sob

ação exclusiva da gravidade e do campo magnético.

adote $g = 10 \text{ m/s}^2$

calcule a intensidade de B e o sentido de i .



(26) R. $P = m \cdot g$; $P = 0,06 \cdot 10 = 0,6 \text{ N}$

$F = P = 0,6 \text{ N}$

$0,6 = B \cdot i \cdot l \cdot 1$; $0,6 = B \cdot 3 \cdot 0,2$; $B = 1 \text{ T}$

i é da esquerda para a direita.

(27) Considere o arranjo.

Um fio condutor

de 1 N é sustentado

por dois fios em uma região onde existe um campo magnético

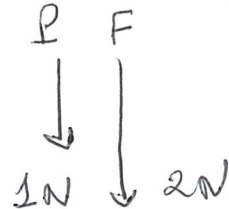
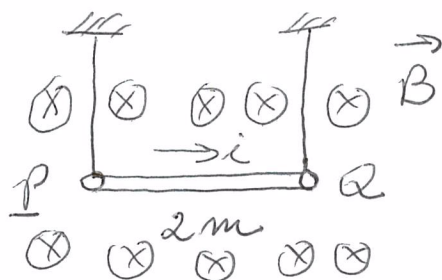
$\vec{B}$, de 1 T ; fazendo-o passar uma corrente de 1 A no fio condutor,

no sentido de Q para P , qual a tração em cada fio? R. Como

a força é dirigida para baixo

$F = B i l \sin \theta$; $F = 1 \cdot 1 \cdot 2 = 2 \text{ N}$.

$P + F = 3 \text{ N}$ cada fio suporta $1,5 \text{ N}$.

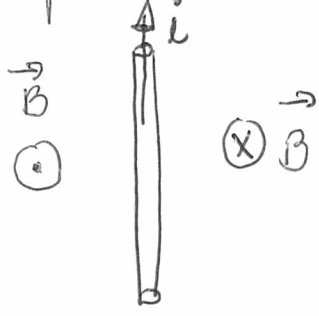


(28) Para fins práticos, quais os 3 formatos de condutores estudados em eletromagnetismo?

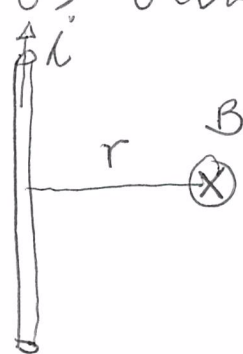
(28) R. Retilíneas, Espira Circular e (84)
Solenóide (várias espiras formadas
por um mesmo fio - bobina).

(29) Qual a grande utilização do condutor
retilíneo? R. Na construção de antenas
transmissoras.

(30) Como o condutor retilíneo produz um
campo magnético? R. Ao ser per-
corrido por uma corrente, toda a
região ao redor do condutor é afetada
pelo campo magnético produzido.

 Para determinar o campo ao
redor do condutor usamos a
"Regra do Abraço". Abraçamos o

fio com a mão direita: o polegar é
voltado para o sentido da corrente
e os outros dedos apontam para B.



$$B = \frac{\mu \cdot i}{2\pi \cdot r} \quad \text{onde } \mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}$$

31) Um fio longo e reto é percorrido (85) por uma corrente elétrica constante de intensidade i . O vetor indução magnética produzido pela corrente em um ponto situado a 10 cm do fio é $4 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. Qual a intensidade do vetor indução magnética em um ponto situado a 20 cm do fio? E em um ponto a 5 cm do fio?

R.

$$4 \cdot 10^{-5} = \frac{\mu i}{2\pi \cdot 0,1}$$

$$B = \frac{\mu i}{2\pi \cdot 0,2}$$

$$; \quad \frac{4 \cdot 10^{-5}}{B} = \frac{\cancel{\mu i}}{\cancel{2\pi \cdot 0,1}} \cdot \frac{2\pi \cdot 0,2}{\cancel{\mu i}}$$

$$\frac{4 \cdot 10^{-5}}{B} = \frac{2}{1}, \quad B = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$4 \cdot 10^{-5} = \frac{\mu i}{2\pi \cdot 0,1}$$

$$B = \frac{\mu i}{2\pi \cdot 0,05}$$

$$; \quad \frac{4 \cdot 10^{-5}}{B} = \frac{\cancel{\mu i}}{\cancel{2\pi \cdot 0,1}} \cdot \frac{2\pi \cdot 0,05}{\cancel{\mu i}} = \frac{1}{2}$$

$$B = 8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

(32) (VUNESP-SP) Um fio longo e retilíneo (86) é percorrido por uma corrente elétrica i e o vetor indução magnética em um ponto fixo é B . Se este fio for percorrido por uma corrente $3i$, calcule o valor do vetor indução neste mesmo ponto.

R.

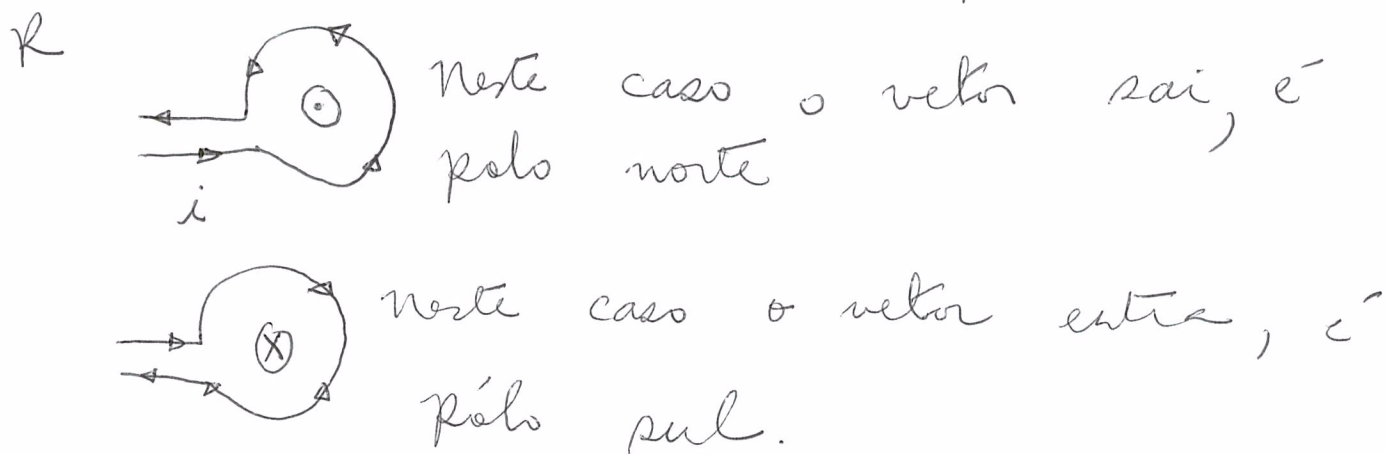
$$B = \frac{\mu i}{2\pi d} ; \quad \frac{B}{B'} = \frac{\cancel{\mu i} \cdot \cancel{2\pi d}}{\cancel{2\pi d} \mu 3i}$$
$$B' = \frac{\mu 3i}{2\pi d}$$

$$\frac{B}{B'} = \frac{1}{3} , \quad B' = 3B \quad \checkmark$$

(33) Como calculamos o campo magnético em um ponto gerado por diversas correntes retilíneas? R. Pela soma vetorial dos vetores indução magnética.

(34) Como representamos a força magnética que atua sobre uma partícula eletrizada lançada em um campo magnético? R. Do mesmo modo que consideramos o movimento das cargas, pela regra do tapa.

35) Considerando-se uma espira circular: 87
o que são pólo norte e pólo sul?



$$B = \frac{\mu i}{2R}$$

36) Uma espira circular de raio $0,2\pi\text{m}$ é percorrida por uma corrente elétrica $i = 8\text{A}$, conforme figura: de as características do vetor indução magnética no centro da espira. Dado: $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T}\cdot\text{m}}{\text{A}}$

R

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 8}{2 \cdot 0,2\pi} = 80 \cdot 10^{-7} = 8 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

37) (UNISA - SP) Uma espira circular de $4\pi\text{cm}$ de diâmetro é percorrida por uma corrente de 8A . de as características do vetor campo magnético.

(37) R



$$B = \frac{\mu i}{2R}$$

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 8}{2\pi \cdot 10^{-2} \cdot R} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

(88)

(38)

(UF-BA) Duas espiras circulares e concêntricas e coplanares de raios R_1 e R_2 , sendo $R_1 = 0,4 \cdot R_2$, são percorridas por correntes i_1 e i_2 . Se o campo magnético no centro é nulo, calcule a razão entre i_1 e i_2 .
R. $B_1 = B_2$ e de sentidos opostos

$$\frac{\mu i_1}{2 \cdot 0,4 R_2} = \frac{\mu i_2}{2 \cdot R_2} ; \frac{i_1}{0,4} = \frac{i_2}{1} ; \frac{i_1}{i_2} = 0,4$$

(39) Um solenóide de comprimento 12 cm e raio 4 cm contém 400 espiras. Sabendo-se que a corrente do enrolamento é de 3 A. Calcule a intensidade do vetor indução magnética.

$$R. B = \mu i \frac{n}{l} ; B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 3 \cdot 400}{0,12} = \frac{40.000\pi \cdot 10^{-7}}{0,12} = 4\pi \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

✓

(40) (UF-PA) É dado um solenóide retilíneo (89)
de comprimento $l = 100 \text{ cm}$ contendo 2000 espiras
e é percorrido por uma corrente $i = 5 \text{ A}$.
 $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7}$. Calcule o valor do vetor indução
magnética.

R. $B = \mu i \frac{n}{l}$; $B = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cdot 5 \cdot \frac{2000}{1} = 40.000 \cdot 10^{-7} \cdot \pi$
 $= 4 \cdot \pi \cdot 10^{-3} \text{ T}$

(41) Como se comportam dois fios percorridos
por correntes paralelas? R. Se atraem
se as correntes têm mesmo sentido e
se repelem se têm sentidos opostos

(42) Como definimos o Ampère? R.

É a intensidade de corrente constante
mantida entre 2 condutores retos, paralelos,
a distância de 1 m um do outro,
que determinam uma força de $2 \cdot 10^{-7} \text{ N}$
por metro de fio.

(43) O que é uma lâmina? R.

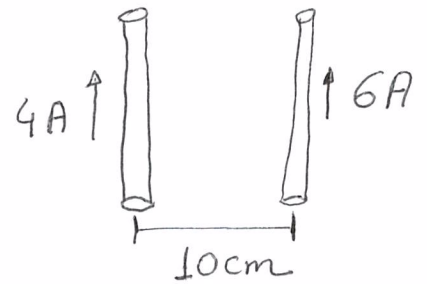
É a substância magnética que apre-
senta elétrons em movimento circular que
gera campo magnético como se fosse uma espira.

(44) O que é um eletroímã? R. É um (90)
ímã construído em forma de solenóide
com núcleo metálico. O núcleo atrai metais.

(45) O que é ímã permanente? R. É um
ímã natural ou um ímã construído
como se fosse um eletroímã, mas que
adquire propriedades magnéticas.

(46) Dois condutores retos e paralelos X e Y
são indicados na figura

Dado $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$



Calcule a força magnética
por unidade de comprimento. R

$$F = \frac{\mu \cdot i_1 \cdot i_2}{2 \cdot \pi \cdot r} \ell ; F_m = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 4 \cdot 6 \cdot 1}{2\pi \cdot 0,1} = 480 \cdot 10^{-7} = 4,8 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$$

(47) O que é fluxo magnético? R. É
a grandeza que mede o número
de linhas de indução que atravessa
a superfície de uma espira $\mathcal{N}$.

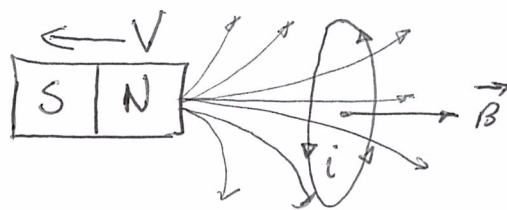
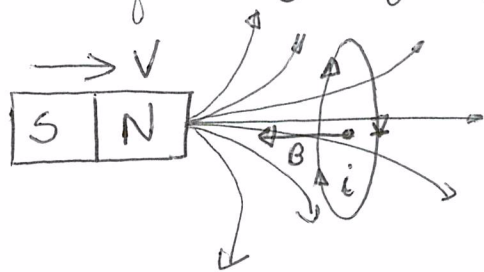
(48) Qual a expressão e unidade do fluxo?
R. $\phi = B \cdot A \cdot \cos \alpha$ Wb (Weber).

(49) O que é corrente elétrica induzida? (91)

R. É a corrente que surge em uma espira dependendo da variação do número linhas de indução na espira.

(50) Como determinamos o sentido da corrente induzida em uma espira?

R. Há duas situações distintas: aproximar ou afastar o norte de um ímã da espira.



(51) Como chegamos a estas correntes? R

Pela Lei de Lenz que diz "O sentido da corrente elétrica induzida é tal que, por seus efeitos, opõe-se à causa que lhe deu origem".

(52) O que significa isto? R.

Ao aproximarmos o ímã, aumenta o fluxo e gera uma corrente que gera $\vec{B}$ em sentido oposto ao sentido das linhas que entram ou saem.

(53) O que acontecerá se tentarmos (9.
aproximar o sul de um ímã de
uma espira? R. afastar o norte equi-
vale a aproximar o sul e afastar o
sul equivale a aproximar o norte.

(54) Para que serve esta operação de
aproximar ímã de espira? R. É o
princípio da transformação de energia
mecânica em corrente elétrica: grupos
de energia elétrica.

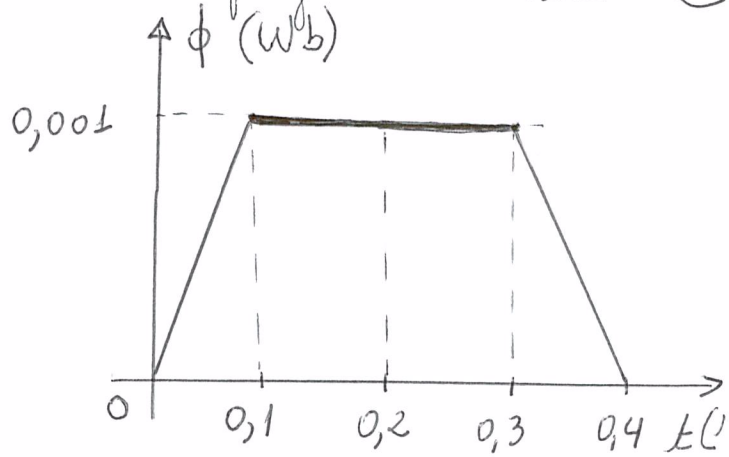
(55) O que diz a Lei de Faraday? R.
R. "A força eletromotriz induzida é o
quociente da variação do fluxo magné-
tico pelo intervalo de tempo": $E = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t} V$

(56) Como calculamos a força eletromotriz
em um condutor retilíneo que
desliza sobre 2 barras paralelas
imersas em um campo magnético.

R. Como nas espiras circulares, pela
regra do abraço e $E = B \cdot l \cdot v$.

157) (VUNESP-SP) Considere a figura ao lado: (93)

A bobina é formada por 400 espiras.



a) calcule a fem de 0 s a 0,1 s.

b) calcule a fem de 0,1 s a 0,3 s.

c) calcule a fem de 0,3 s a 0,4 s.

Respostas.

$$a) \mathcal{E} = -\frac{\Delta\phi}{\Delta t}; \quad \mathcal{E} = \frac{0,001 - 0}{0,1} = -0,01 \text{ V por espira}$$

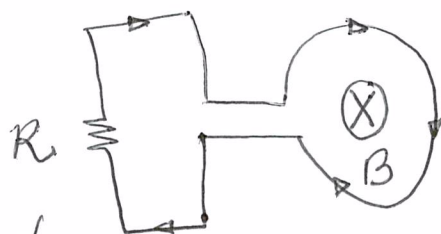
$$\mathcal{E} = 400(-0,01) = -4 \text{ V.}$$

b) 0

$$c) \mathcal{E} = \frac{-(0 - 0,001) \cdot 400}{0,1} = +4 \text{ V}$$

58) (FAAP-SP) Considere a figura

A espira tem área de 1 cm^2



Se o campo magnético variar de

58) $0,2 T \sim 1,4 T$; $R = 0,002 \Omega$
calcule

94

a) o fluxo em $0 s$ e em $2 s$

b) a fem

c) a corrente

Respostas

a) $\phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$; $\phi_1 = 0,2 \cdot 0,0001 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ wb}$

$$\phi_2 = 1,4 \cdot 0,0001 = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ wb}$$

b) $\mathcal{E} = \frac{14 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-5}}{2} = \frac{12 \cdot 10^{-5}}{2} = 6 \cdot 10^{-5} \text{ V}$

c) $\mathcal{E} = R \cdot i$ $6 \cdot 10^{-5} = 2 \cdot 10^{-3} i$ $i = 3 \cdot 10^{-2} \text{ A} \checkmark$

59) (FAAP-SP) Uma espira quadrada de 8 cm de lado é perpendicular a um campo magnético $\vec{B}$ que a induz magnética vale $5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

59) Determine:

95

a) o fluxo

b) Se o campo cai para zero em 0,1s. Qual a fem?

R. a) $\phi = B \cdot A \cdot \cos \theta$; $\phi = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 64 \cdot 10^{-4} = 3,2 \cdot 10^{-5} \text{ wb}$

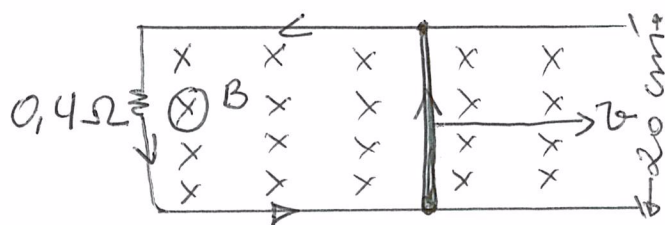
b) $\mathcal{E} = -\frac{\Delta \phi}{\Delta t}$; $\mathcal{E} = \frac{3,2 \cdot 10^{-5}}{0,1} = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ V}$

60) Considere o arranjo:

$v = 5 \text{ m/s}$

$B = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

calcule:



a) a fem

b) a corrente

c) o sentido da corrente.

Respostas

a) $\mathcal{E} = B \cdot l \cdot v$; $\mathcal{E} = 4,8 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 \cdot 5 = 4,8 \cdot 10^{-3} \text{ V}$

b) $\mathcal{E} = Ri$; $4,8 \cdot 10^{-3} = 0,4 \cdot i$ $i = 1,2 \cdot 10^{-2} \text{ A}$

(60)

c) Se o campo magnético entra (X) a corrente precise produzir campo que sai (O); pela regra do abraço a corrente circula no sentido anti-horário.

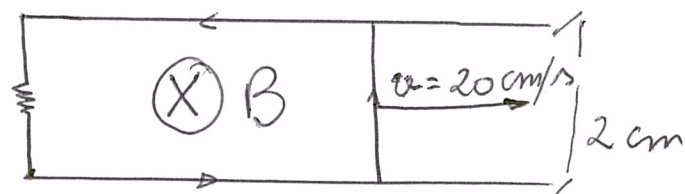
(96)

(61) Considere o arranjo (ITA-SP).

$$B = 4 \text{ T}$$

calcule a

fem e o sentido da corrente.



R. $\mathcal{E} = B \cdot l \cdot v$; $\mathcal{E} = 4 \cdot 0,02 \cdot 2 = 0,16 \text{ V}$
anti-horário.