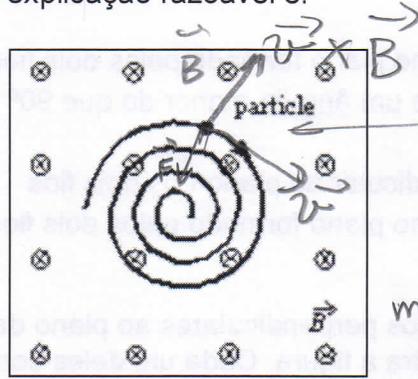


1) Um campo magnético uniforme tem o seu vetor para dentro da página. Uma partícula carregada movimenta-se no plano da folha, seguindo uma espiral no sentido horário e raio decrescente, como é mostrado na figura. Uma explicação razoável é:



CARGA NEGATIVA

$$R = \frac{mv}{qB}$$

$m, q$  e  $B$  NÃO MUDAM

SE  $R$  DIMINUI  $v$  DIMINUI ENTÃO DESACELERA

- (a) a carga é positiva e desacelera
- (b) a carga é negativa e desacelera
- (c) a carga é positiva e acelera
- (d) a carga negativa e acelera
- (e) nenhuma das anteriores

2) Os diagramas mostram três espiras que consistem em arcos circulares concêntricos (metade ou um quarto de círculos de raios  $R$ ,  $2R$  e  $3R$ ) e comprimentos radiais. Os circuitos conduzem a mesma corrente no mesmo sentido. Classificá-las de acordo com as magnitudes dos campos magnéticos que produzem em  $C$ , de menor a maior.

- (a) 1, 2, 3
- (b) 1, 3, 2
- (c) 3, 2, 1
- (d) 2, 3, 1
- (e) 2, 1, 3

1

$B = \frac{\mu_0 I \pi}{4\pi 3R} + \frac{\mu_0 I \pi}{4\pi R} = \frac{\mu_0 I}{3R}$

2

$B = \frac{\mu_0 I \pi}{4\pi R} - \frac{\mu_0 I \pi}{4\pi 3R} = \frac{\mu_0 I}{6R}$

3

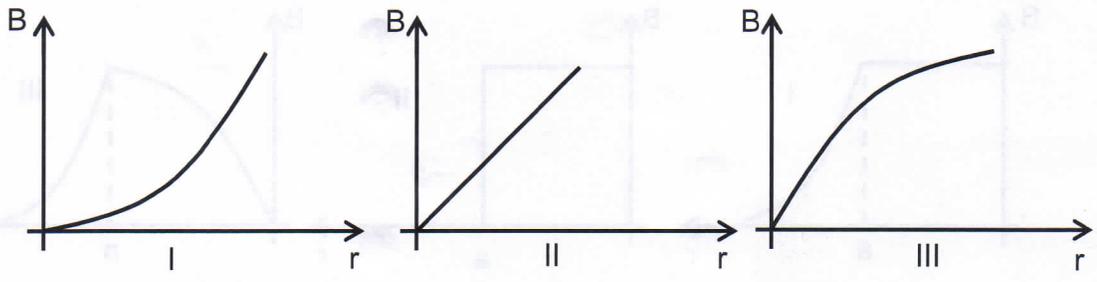
$B = \frac{\mu_0 I \pi/2}{4\pi R} + \frac{\mu_0 I \pi/2}{4\pi 2R} - \frac{\mu_0 I \pi}{4\pi 3R}$

$B = \frac{5}{48} \frac{\mu_0 I}{R}$

$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^2} \Rightarrow |d\vec{B}| = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dl}{R^2} \Rightarrow B = \frac{\mu_0 I \alpha}{4\pi R}$

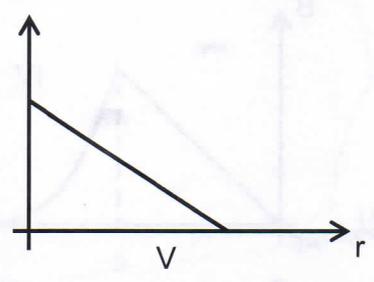
3) Qual gráfico abaixo mostra corretamente a magnitude do campo magnético gerado por um fio linear, fino e infinitamente longo em função da distância  $r$  perpendicular ao fio, que conduz uma corrente elétrica?

- (a) III
- (b) I
- (c) V
- (d) IV
- (e) II



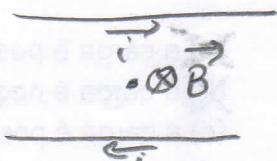
$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B 2\pi r = \mu_0 I$

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$



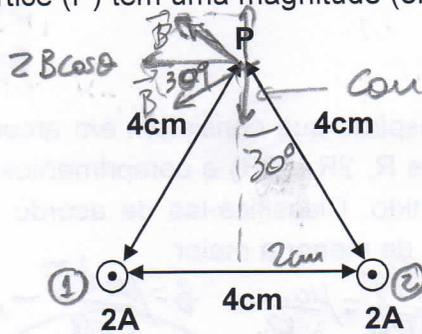
4) Dois fios longos retos paralelos transportam correntes iguais e em sentidos opostos. Em um ponto entre os fios à mesma distância dos dois, o campo magnético que produzem é:

- (a) nulo
- (b) não nulo, contido no plano formado pelos dois fios e paralelo aos fios.
- (c) não nulo e fazendo um ângulo menor do que  $90^\circ$  com relação ao plano formado pelos dois fios.
- (d) não nulo e perpendicular ao plano dos dois fios
- (e) não nulo, contido no plano formado pelos dois fios e perpendicular aos fios.



5) Dois fios retos longos perpendiculares ao plano do papel estão nos vértices de um triângulo equilátero, como mostra a figura. Cada um deles conduz uma corrente de 2 A para fora do papel. O campo magnético no terceiro vértice (P) tem uma magnitude (em Tesla):

- (a)  $1,0 \times 10^{-5}$
- (b)  $8,7 \times 10^{-6}$
- (c)  $2,0 \times 10^{-5}$
- (d)  $5,0 \times 10^{-6}$
- (e)  $1,7 \times 10^{-5}$



COMPONENTO VERTICAL ANULA

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 2}{2\pi \times 4 \times 10^{-2}}$$

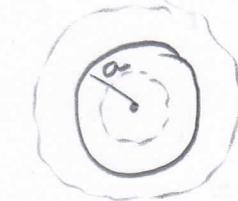
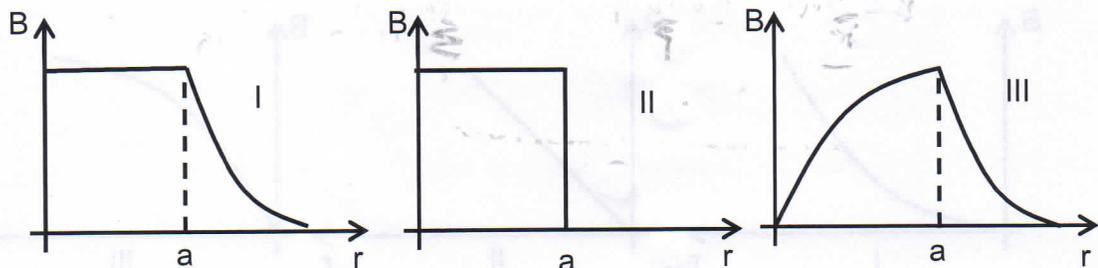
$$B = 1 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$2 \cos 30^\circ = 2 \frac{\sqrt{3}}{2} = 1,7$$

$$B_{\text{HOR}} = 2 B \cos \theta = 1,7 \times 10^{-5} \text{ T}$$

6) Um condutor cilíndrico maciço de raio  $a$  conduz uma corrente  $i$  uniformemente distribuída, paralela ao eixo de simetria, sobre a sua secção transversal do cilindro. Qual dos gráficos abaixo mostra corretamente a intensidade do campo magnético  $B$  como uma função da distância  $r$  a partir do centro do cilindro?

- (a) II
- (b) I
- (c) V
- (d) IV
- (e) III



$r < a$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = B 2\pi r = \mu_0 i_{\text{INT}}$$

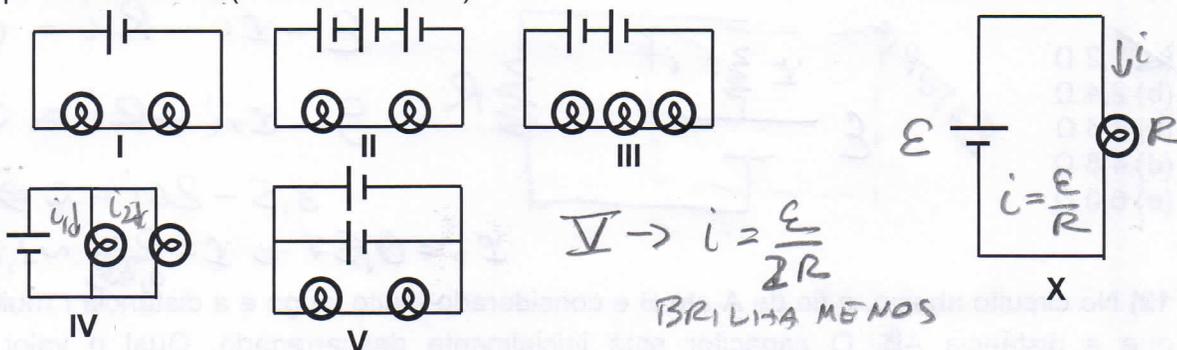
$$i_{\text{INT}} = \frac{i}{\pi a^2} \pi r^2 = i \frac{r^2}{a^2}$$

$$B = \frac{\mu_0 i r^2}{2\pi \pi a^2} = \frac{\mu_0 i}{2\pi a^2} r$$

$r > a$   $B 2\pi r = \mu_0 i \Rightarrow B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r}$

7) Nos diagramas, todas as lâmpadas são idênticas e todos os dispositivos fem (baterias) são idênticos. Em qual ou quais circuito(s) (I, II, III, IV, V), as lâmpadas irão brilhar com a mesma intensidade que no circuito X (indicado ao lado)?

- (a) I e III
- (b) II e V
- (c) III
- (d) IV
- (e) V

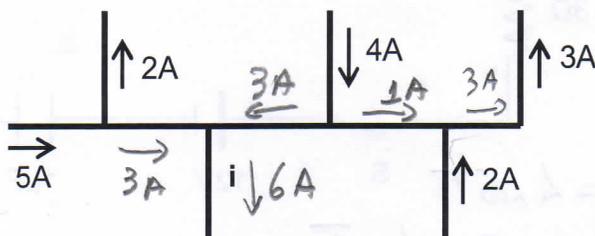


$I \rightarrow i = \frac{E}{2R}$    
  $II \rightarrow i = \frac{3E}{2R}$    
  $III \rightarrow i = \frac{2E}{3R}$    
  $IV - i_1 = \frac{E}{R} \text{ e } i_2 = \frac{E}{R}$    
  $V \rightarrow i = \frac{E}{2R}$

BRILHA MENOS      BRILHA MAIS      BRILHA MENOS      BRILHA IGUAL

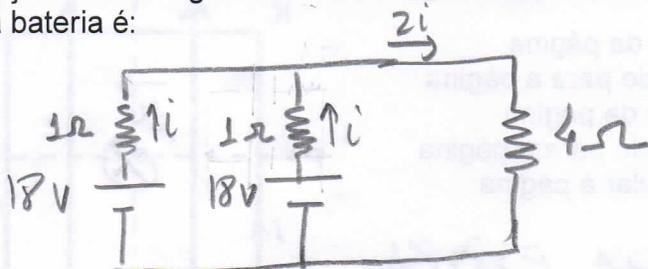
8) Um pedaço de um circuito é mostrado, com os valores das correntes para alguns ramos. Qual é o sentido e o valor da corrente  $i$  no ramo indicado?

- (a) ↓, 6A
- (b) ↑, 6A
- (c) ↓, 4A
- (d) ↑, 4A
- (e) ↓, 2A



9) Duas baterias idênticas, cada uma com uma fem de 18 V e uma resistência interna de  $1 \Omega$ , estão ligadas em paralelo, ligando seus terminais positivos juntos e ligando os terminais negativos juntos. A combinação é então ligada através de um resistor de  $4 \Omega$ , de modo a fechar o circuito. A corrente em cada bateria é:

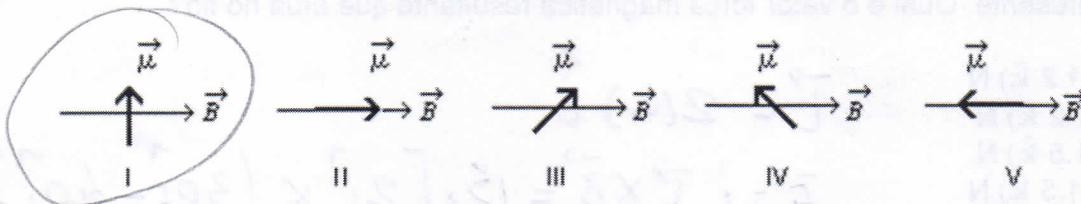
- (a) 1,0 A
- (b) 2,0 A
- (c) 4,0 A
- (d) 3,6 A
- (e) 7,2 A



$18 - 1i - 2i \cdot 4 = 0$   
 $18 - 9i = 0 \Rightarrow i = 2A$

10) Os diagramas abaixo mostram cinco possíveis orientações de um dipolo magnético  $\vec{\mu}$  em um campo magnético uniforme  $\vec{B}$ . Para qual destes o torque magnético sob o dipolo tem a sua maior intensidade?

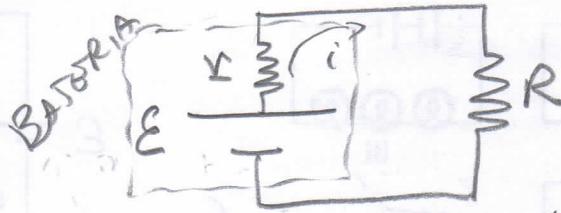
- (a) I
- (b) III
- (c) V
- (d) IV
- (e) II



$\vec{\tau} = \vec{\mu} \times \vec{B} \Rightarrow |\vec{\tau}| = \mu B \sin \theta$      $\theta$  ÂNGULO ENTRE  $\vec{\mu}$  e  $\vec{B}$   
 $\sin \frac{\pi}{2} = 1$  MAIOR VALOR DE  $\theta$

11) A voltagem real entre os terminais de uma bateria de 9,0V, medida por um voltímetro, vale 8,5V quando ela está conectada a uma resistência de 20 Ω. A resistência interna da bateria vale aproximadamente:

- (a) 1,2 Ω
- (b) 2,4 Ω
- (c) 3,6 Ω
- (d) 4,8 Ω
- (e) 6,0 Ω



$$E - r_i i - R i = 0$$

$$9 - r_i i - R i = 0$$

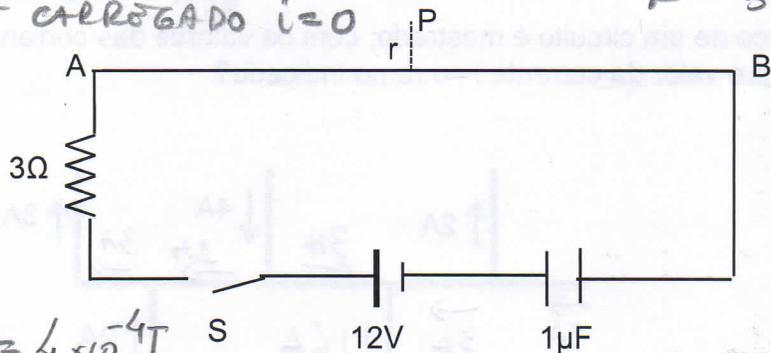
$$8,5 - 20i = 0 \Rightarrow i = \frac{8,5}{20} = 0,425 \text{ A}$$

$$r_i i = 0,5 \text{ V} \Rightarrow r_i = \frac{0,5}{0,425} \approx 1,2 \Omega$$

12) No circuito abaixo, o fio de A até B é considerado muito longo e a distância r muito menor do que a distância AB. O capacitor está inicialmente descarregado. Qual o valor do campo magnético no ponto P a uma distância r=2mm, indicado na figura, imediatamente após a chave S ser fechada e quando o capacitor estiver totalmente carregado, respectivamente:

→ IMEDIATAMENTE APÓS A CHAVE SER FECHADA  $i = \frac{E}{R} = \frac{12}{3} = 4 \text{ A}$   
 → CAPACITOR TOTALMENTE CARREGADO  $i = 0$

- (a) 0; 0,4mT
- (b) 1,4mT; 3,8mT
- (c) 50mT; 0
- (d) 0,4mT; 0,5mT
- (e) 0,4mT; 0



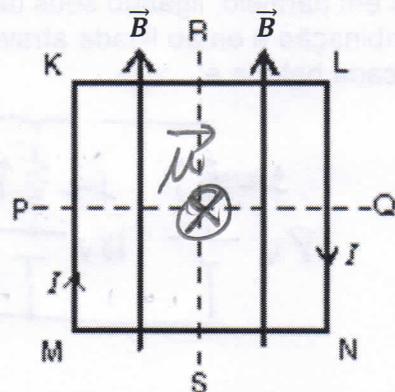
Como o fio é longo

$$B = \frac{\mu_0 i}{2\pi r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4}{2\pi \times 2 \times 10^{-3}} = 4 \times 10^{-4} \text{ T}$$

$$B = 0,4 \text{ mT}$$

13) Uma espira quadrada KLMN situa-se no plano da página e transporta uma corrente I, como mostra a figura. Existe um campo magnético uniforme paralelo ao lado MK como indicado. A espira tende a girar no:

- (a) entorno de PQ com KL saindo da página
- (b) entorno de PQ com KL entrando para a página
- (c) entorno de RS com MK saindo da página
- (d) entorno de RS com MK entrando para a página
- (e) entorno de um eixo perpendicular à página



MOMENTO MAGNÉTICO DA ESPIRA

$$\otimes \vec{\mu}$$

ENTÃO TENDE A GIRAR PARA ALINHAR  $\vec{\mu}$  E  $\vec{B}$  NO MESMO SENTIDO

14) Um fio de 2,0 m de comprimento transporta uma corrente de 15 A, no sentido positivo do eixo x, em uma região do espaço onde um campo magnético uniforme dado por  $\vec{B} = (30\hat{i} - 40\hat{j}) \text{ mT}$  está presente. Qual é o vetor força magnética resultante que atua no fio?

- (a) (+1.2  $\hat{k}$ ) N
- (b) (-1.2  $\hat{k}$ ) N
- (c) (-1.5  $\hat{k}$ ) N
- (d) (+1.5  $\hat{k}$ ) N
- (e) (+0.90  $\hat{k}$ ) N

$$\vec{L} = 2(\text{m}) \hat{i}$$

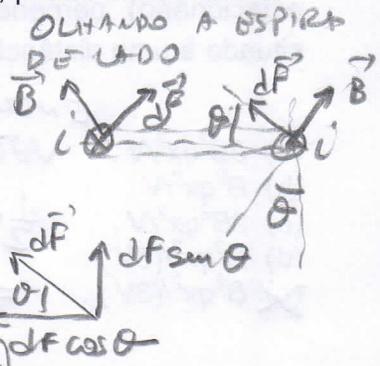
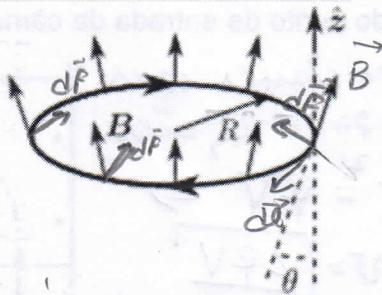
$$\vec{F} = i \vec{L} \times \vec{B} = 15 \times [2\hat{i} \times (30\hat{i} - 40\hat{j})] \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$\vec{F} = -1,2 \hat{k} \text{ N}$$

15) A figura mostra uma anel circular, muito fino, de raio  $R$ , submetido a um campo magnético (estacionário) divergente e com simetria radial. O campo magnético em todos os pontos do anel tem o mesmo módulo  $B$ , é perpendicular ao anel e faz um ângulo  $\theta$  com a normal ao plano do anel. Qual é a força magnética que o campo exerce sobre a espira se, nessa, passa uma corrente de intensidade  $I$ ?

- (a)  $2\pi RIB \cos\theta \hat{z}$ .
- (b)  $-2\pi RIB \cos\theta \hat{z}$ .
- ~~(c)~~  $2\pi RIB \sin\theta \hat{z}$ .
- (d)  $-2\pi RIB \sin\theta \hat{z}$ .
- (e)  $2\pi RIB \hat{z}$ .

$d\vec{F} = i d\vec{l} \times \vec{B}$   
 $|\vec{F}| = i dl B$



F - NO PLANO DO ANEL ANULA

F - PERPENDICULAR AO PLANO DO ANEL =  $i dl B \sin\theta = 2\pi RIB \sin\theta$

16) No circuito mostrado na figura, as resistências têm o mesmo valor de  $R$ , a bateria é assumida como sendo ideal e o interruptor está inicialmente aberto. Ao se fechar a chave (interruptor), o capacitor inicia sua carga com um tempo característico  $\tau_a$ . Após um longo intervalo de tempo a chave é novamente aberta e inicia-se a descarga do capacitor com um tempo característico  $\tau_b$ . Quanto vale a razão  $\tau_a / \tau_b$ ?

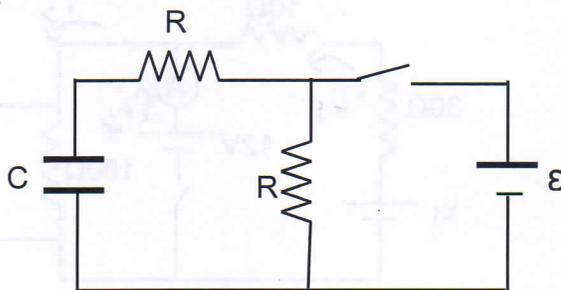
CHAVE FECHADA  
 $\tau_a = RC$

- (a) 1
- (b) 2
- ~~(c)~~ 0,5
- (d) 0,667
- (e) 1,5

CHAVE ABERTA

$\tau_b = 2RC$

$\frac{\tau_a}{\tau_b} = \frac{1}{2}$



17) (0,5 ponto). Considere as seguintes afirmações, com respeito a um referencial inercial dado:

- (I) Uma partícula carregada em movimento em um campo magnético nunca segue uma trajetória retilínea. *SEGUIRÁ SE A VELOCIDADE E O CAMPO FOREM PARALELOS (FALSO)*
- (II) Quando sobre a partícula há outras forças além da magnética, a força magnética pode realizar trabalho ao longo da trajetória real da partícula. *A FORÇA MAGNÉTICA NUNCA REALIZA TRABALHO (F)*
- (III) A força magnética sobre uma partícula carregada nunca pode alterar o módulo da sua velocidade. *COMO A FORÇA MAGNÉTICA É SEMPRE PERPENDICULAR À VELOCIDADE ELA NUNCA MUDA O MÓDULO DA VELOCIDADE (VERDADEIRO)*

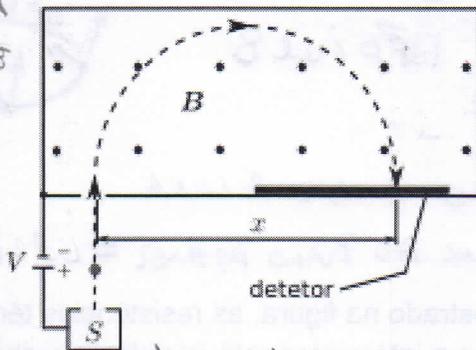
- (a) Somente a II.
- ~~(b)~~ Somente a III.
- (c) Somente a I e a III.
- (d) Somente a II e a III.
- (e) Nenhuma.

18) A figura abaixo representa um espectrômetro de massa, aparelho usado para medir a massa de íons. Um íon de massa  $m$ , a ser determinada, e carga  $q$  é produzido na fonte  $S$ , em repouso, e acelerado pelo campo eletrostático associado a uma diferença de potencial  $V$ . O íon entra em uma câmara de separação na qual existe um campo magnético  $B$  constante (uniforme e estacionário), perpendicular à sua trajetória. Suponha que o íon atinja o detector em um ponto situado a uma distância  $x$  do ponto de entrada da câmara. Qual é a massa do íon?

- (a)  $8B^2qx^2/V$ .
- (b)  $B^2qx^2/V$ .
- (c)  $2B^2qx^2/V$ .
- (d)  $B^2qx^2/(2V)$ .
- (e)  $B^2qx^2/(8V)$ .

ENTRA NA CÂMARA COM VELOCIDADE  $v$ , ONDE

$$\frac{1}{2}mv^2 = qV \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2qV}{m}}$$



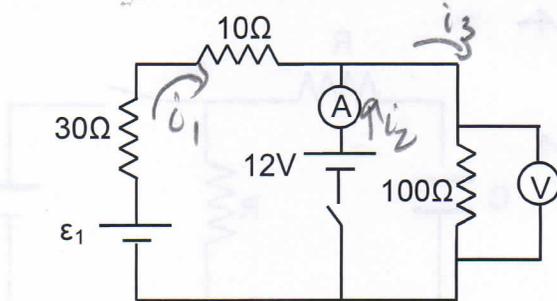
MAS  $R = \frac{x}{2}$

$$m = \frac{qB^2x^2}{8V}$$

$$F_{MAG} = F_{CENTRÍFUGA} \Rightarrow qvB = \frac{mv^2}{R}$$

$$qB = \frac{mv}{R} \Rightarrow qB^2 = \frac{m}{R^2} \frac{2qV}{m} \Rightarrow m = \frac{qB^2R^2}{2V}$$

19) No circuito abaixo os instrumentos de medidas são ideais. Com a chave,  $S$ , aberta o voltímetro marca 20V.



19a) Com a chave  $S$  aberta é possível inicialmente calcular o valor da fem  $\epsilon_1$  na bateria e o valor da potência dissipada no resistor de  $100 \Omega$ , que são respectivamente :

- (a) 28V, 40W
- (b) 100V, 100W
- (c) 28V, 4W
- (d) 70V, 100W
- (e) 14V, 20W

$$\epsilon_1 - 30i_1 - 10i_1 - 20 = 0 \quad 20 = 100i_1 \Rightarrow i_1 = 0,2A$$

$$\epsilon_1 = 30 \times 0,2 + 10 \times 0,2 + 20 \rightarrow \epsilon_1 = 28V$$

$$P_{100} = Vi = 20 \times 0,2 = 4W$$

19b) Com a chave  $S$  fechada o valor lido no amperímetro e o valor da potência dissipada no resistor de  $100 \Omega$  é igual a:

- (a) 0,5mA, 3,5W
- (b) 0,16A, 2,56W
- (c) 0,2V, 4W
- (d) 0, 15W
- (e) 0,28A, 1,44W

COM A CHAVE FECHADA O VOLTI-METRO MARCARÁ 12V

$$i_3 = \frac{12}{100} = 0,12A$$

$$28 - 30i_1 - 10i_1 - 12 = 0 \Rightarrow i_1 = \frac{16}{40} = 0,4A$$

$$i_1 + i_2 = i_3 \Rightarrow i_2 = i_3 - i_1 = 0,12 - 0,4 = -0,28A$$

$$P_{100} = Vi = 12 \times 0,12 = 1,44W$$

CORRENTE PARA BAIXO