Iniciado em	sábado, 27 Jul 2019, 19:51
Estado	Finalizada
Concluída em	domingo, 28 Jul 2019, 14:05
Tempo empregado	18 horas 14 minutos
Avaliar	**12,00** de um máximo de 13,00(**92**%)

Questão **1**

Completo

Não avaliada

A lei de Biot-Savart é uma equação fenomenológica que permite calcular o campo magnético devido a uma corrente constante.

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\text{fio}} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

Por que é importante que a corrente seja constante e uniforme ao longo do fio para que a equação seja válida?

É importante que a corrente seja uniforme pois a equação somente não é capaz de prever o ocorrido nesta situação. A partir do momento que a corrente não é mais uniforme temos que mudanças ocorrem no campo magnético.

A equação de Biot-Savart é uma equação instantânea, exatamente como a lei de Coulomb para o campo elétrico. O campo calculado por ela é dado para todo o espaço simultaneamente.

Mudanças no campo eletromagnético se propagam com uma velocidade constante (a velocidade da luz).

Se a corrente no fio não for constante e uniforme ao longo do fio, então levará um tempo para que os efeitos dessa mudança cheguem a um ponto P em que queremos calcular o campo. Podemos chamar isso de "efeitos de retardamento".

Na primeira parte do curso, nos estudamos eletrostática. Usamos a lei de Coulomb para calcular o campo elétrico devido a uma distribuição estática de cargas (a posição das cargas não mudam com o tempo). Por isso não precisávamos nos preocupar com os efeitos de retardamento.

Nessa segunda parte do curso estamos estudando magnetostática. Nesse caso as cargas precisam se mexer para que os campos sejam gerados. A única maneira que podemos esquecer dos efeitos de retardamento nesse caso é se esse movimento é contínuo e uniforme.

Como a velocidade da luz é muito alta (300 mil quilômetros por segundo), muitas vezes podemos esquecer deste problemas de retardamento e usar as equações instantâneas (como a lei de Coulomb e a lei de Biot-Savart) sem grandes problemas.

Questão **2**

Completo

Não avaliada

Assumindo que uma partícula carregada q se movimenta com velocidade v muito menor que a velocidade da luz, use a lei de Biot-Savart para determinar a expressão para o campo magnético gerado por essa única carga.

Escolha uma:

- a. $d\vec{B} = \frac{\mu_0 q}{4\pi} \frac{\overrightarrow{ds} \times \hat{r}}{r^2}$
- b. $d\vec{B} = \frac{\mu_0 q}{4\pi} \frac{\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$
- c. $d\vec{B} = \frac{\mu_0 q}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{v}}{r^2}$
- d. $d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi q} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$

Sua resposta está correta.

A lei de Biot-Savart para um segmento infinitesimal do fio é

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$$

Usamos agora a expressão microscópica para corrente que derivamos anteriormente (capítulo 21 do Serway).

$d\vec{B} = \frac{\mu_0(nqAv)}{4\pi} \frac{d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$

Se lembrarmos que $d\vec{s}$ é a direção em que a corrente está se movendo podemos re-escrever

$v d\vec{s} = ds \vec{v}$

e mudar a equação para

$d\vec{B} = \frac{\mu_0(nqAds)}{4\pi} \frac{\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$

mas $nAds$ é o numero de cargas no volume Ads, que por hipótese é 1,

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

Como dissemos anteriormente, essa expressão é valida apenas quando efeitos de "retardamento" puderem ser ignorados, $v \ll c$.

A resposta correta é: $d\vec{B} = \frac{\mu_0 q}{4\pi} \frac{\vec{v} \times \hat{r}}{r^2}$

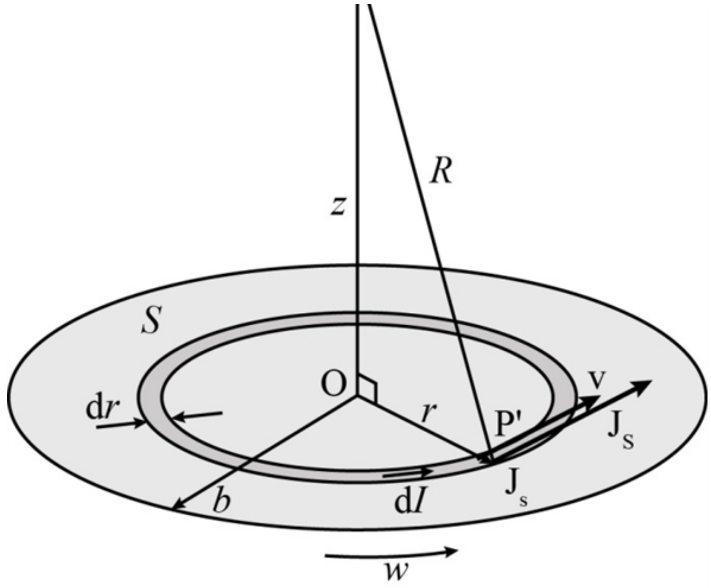
.

Questão **3**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

Um disco não condutor de raio b tem uma densidade superficial de cargas $\sigma = Q/(\pi b^2)$. Esse disco gira com velocidade angular ω como indica a figura. Determine o campo magnético ao longo do eixo z gerado pelo disco em um ponto P a uma distância z do centro do disco. Você vai chegar em uma integral difícil, use o Wolfram Alpha para calculá-la, ou use que $\int_0^a \frac{r^3}{(r^2+1)^(3/2)} dr = \frac{(a^2+2)}{sqrt(a^2+1)} - 2.$



Escolha uma:

a. $B_z = \frac{\mu_0 Q\omega}{2\pi b^2}\left[\frac{b^2+2z^2-2z\sqrt{b^2+z^2}}{\sqrt{b^2+z^2}}\right]$

b. $$B_z = \frac{\mu_0 Q\omega}{2\pi b^2}\left[\frac{b^2+2z^2+2z\sqrt{b^2+z^2}}{\sqrt{b^2+z^2}}\right]$$

c. $$B_z = \frac{\mu_0 Q\omega}{4\pi b^2}\left[\frac{b^2+2z^2+2z\sqrt{b^2+z^2}}{\sqrt{b^2+z^2}}\right]$$

d. $B_z = \frac{\mu_0 Q\omega}{4\pi b^2}\left[\frac{b^2-2z^2+2z\sqrt{b^2+z^2}}{\sqrt{b^2+z^2}}\right]$

Sua resposta está correta.

Como a densidade de cargas é $\sigma = Q/(\pi b^2)$, para uma pequena região do disco a uma distância r do centro temos a carga

$dq = \sigma dA = \sigma r d\theta dr$ (onde usamos coordenadas polares).

essa carga leva um perído $T = 2\pi/\omega$ para dar uma volta completa no disco (uma distância de $2\pi r$).

A definição de corrente corresponde a calcular em quanto tempo δt a carga dq se desloca a distância $rd\theta$,

$$I = \frac{dq}{\delta t} = \frac{\sigma r d\theta dr}{\delta t}$$

Como o disco tem velocidade angular uniforme

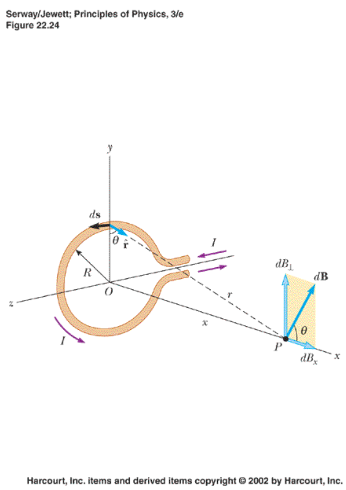
$$\frac{2\pi r}{T} = \frac{rd\theta}{\delta t}$$

$$I = \frac{\sigma 2\pi r dr}{T} = \sigma\omega r dr$$

Usando a lei de Biot-Savart para esse pedaço do disco até o ponto P, obtemos que

$$dB_z(r,\theta) = \frac{\mu_0 I}{4\pi}\frac{r^2\,d\theta}{(z^2+r^2)^{3/2}}$$

onde a geometria é a mesma que na figura do exemplo (apenas troque x na figura por z)



Integrando a parte angular, temos

$$dB_z(r) = \frac{\mu_0 I}{2}\frac{r^2}{(z^2+r^2)^{3/2}}$$

Devemos agora integrar sobre todo os raios do disco

$$B_z = \int_0^b \frac{\mu_0 I}{2}\frac{r^2}{(z^2+r^2)^{3/2}}$$

$$B_z = \int_0^b \frac{\mu_0 \sigma\omega}{2}\frac{r^3}{(z^2+r^2)^{3/2}}$$

$$B_z = \frac{\mu_0 Q\omega}{2\pi b^2}\left[\frac{b^2+2z^2-2z\sqrt{b^2+z^2}}{\sqrt{b^2+z^2}}\right]$$

A resposta correta é: $B_z = \frac{\mu_0 Q\omega}{2\pi b^2}\left[\frac{b^2+2z^2-2z\sqrt{b^2+z^2}}{\sqrt{b^2+z^2}}\right]$

.

Questão **4**

Completo

Não avaliada

Usando a lei de Ampère, mostre que em um região do espaço onde não há corrente, o campo magnético não pode ser simultaneamente unidirecional e não uniforme.

Usando a Lei de Ampère, chegamos na conclusão que a integral de linha do campo magnético de uma trajetória fechada é igual a zero. Desse modo podemos concluir que naquela região não possuímos um campo que é simultaneamente unidirecional e não uniforme, devido ao fato de ser zero.

Iremos provar essa proposição por absurdo.

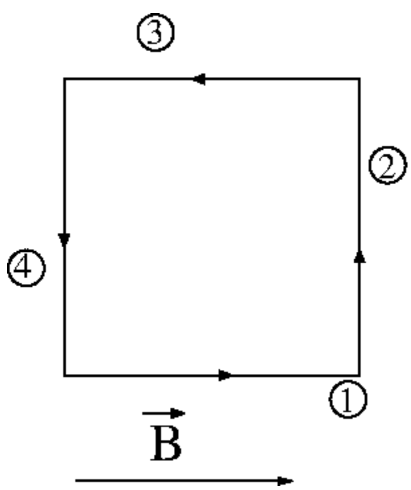
Se não há corrente na região, então podemos escrever a lei de Ampère

$\int_{\text{c.f.}} d\vec{\ell}\,.\,\vec{B} = 0$,

onde c.f. significa "caminho fechado".

A segunda parte da afirmação diz que "o campo magnético não pode ser simultaneamente unidirecional e não uniforme". Por isso vamos assumir que ele pode simultaneamente que ele pode e chegaremos a uma contradição.

Se o campo é unidirecional vamos escolher um caminho quadrado de lado ℓ em que o campo é paralelo a dois lados do quadrado e perpendicular aos outros dois.



A integral pode ser quebrada nos 4 caminhos.

$$\int_{\text{quadrado}} d\vec{\ell}\,.\,\vec{B} = 0$$

$$\int_1 d\vec{\ell}\,.\,\vec{B} + \int_2 d\vec{\ell}\,.\,\vec{B} + \int_3 d\vec{\ell}\,.\,\vec{B} + \int_4 d\vec{\ell}\,.\,\vec{B} = 0$$

Como o campo magnético por hipótese faz 90 graus com os segmentos 2 e 4 essas integrais são zero. Usamos também que ele tem o mesmo sentido que o segmento 1 e o sentido oposto ao segmento 3

$$\int_1 d\ell \left|\vec{B}\right| - \int_3 d\ell \left|\vec{B}\right| = 0$$

Agora usamos que ele é não uniforme

$B_1\$ \int_1 d\ell - B_2 \int_3 d\ell = 0$

$(B_1 - B_2)\,\ell = 0$

Assim: se $\ell \neq 0$, então $B_1 = B_2$.O que contradiz a hipótese que o campo é não uniforme.

Questão **5**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

O princípio de superposição não pode ser usado na lei de Ampère.

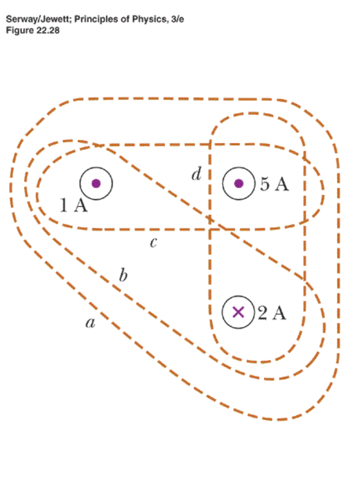
Escolha uma opção:

- Verdadeiro
- Falso ✔

A lei de Ampère, como a lei de Gauss, está considerando o campo magnético total em um ponto no espaço dada uma configuração de cargas em movimento (corrente elétrica).

Podemos usar o princípio de superposição e considerar problemas parciais e "somar" as diferentes soluções.

Por exemplo, na figura



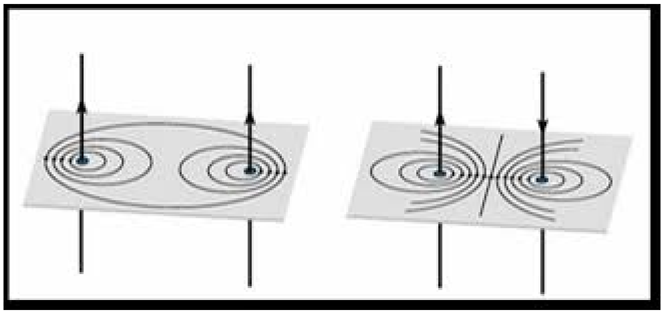
o caminho "c" envolve dois fios. Quando escrevemos

$$\int_{c} d\vec{\ell}.\vec{B}=\mu_0 I_{\mathrm{interior de c}}

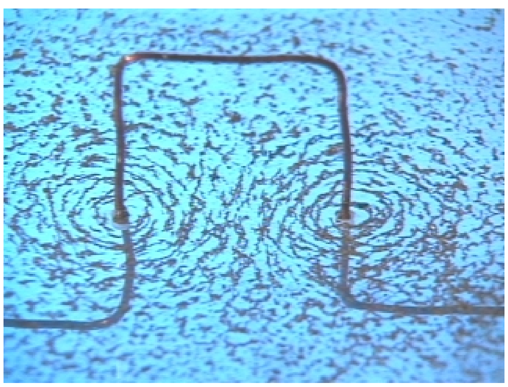
A corrente que devemos considerar é a corrente total no interior de "c" (6 Amperes). O problema é que considerando os dois fios simultaneamente não temos simetria suficiente para que o cálculo da integral se linha consiga ser feito. Quando não há simetria e a corrente é constante (ou varia lentamente) devemos usar a lei de Biot-Savart.

Se tivermos um ponto do espaço que desejamos calcular o campo usando a lei de Ampère, devemos procurar construir nosso problema em termos de problemas menores com simetrias úteis para o cálculo.

Considere o problema de dois fios "longos" (quando essa palavra é usada quer dizer que você pode considera-los infinitos).



Essa foto de pedaços de ferro corresponde a qual situação da ilustração acima?



Não há uma simetria para usarmos na lei de Ampère, contudo podemos esquecer de um dos fios e criar um problema fictício com simetria circular. Com isso usamos a lei de Ampère para calcular o campo em um ponto do espaço. Repetimos o processo com o segundo fio e finalmente somamos o resultado.

A resposta correta é 'Falso'.

Questão **6**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

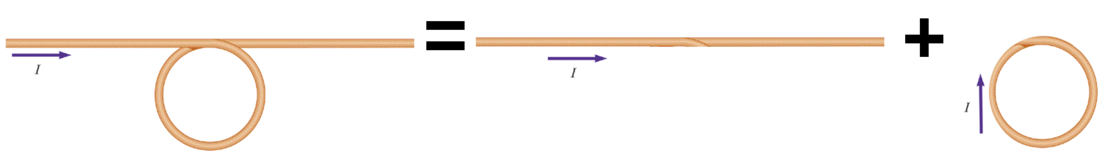
Um fio é enrrolado formando um anel de raio r. Qual o campo magnético no centro do anel da figura?

Escolha uma:

- a. $B = \left(1 + \frac{1}{\pi}\right) \frac{\mu_0 I}{2r}$ para dentro da folha, ✔
- b. $B = \frac{\mu_0 I}{\pi r}$ para dentro da folha,
- c. $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ para dentro da folha,
- d. $B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} + \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ para fora da folha,
- e. 0

Sua resposta está correta.

Vamos usar o princípio de superposição e criar dois problemas distintos com simetrias que nos permitirão calcular o campo.



Para o fio reto usamos a lei de Ampère considerando como caminho amperiano um circulo centrado no fio e passando pelo ponto que queremos obter o campo. O resultado é

$B_1 = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$ para dentro da folha.

Para o anel precisamos usar a lei de Biot-Savart,

$$d\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2}$$

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\text{anel}} \frac{d\vec{\ell} \times \hat{r}}{r^2}$$

como o ponto que estamos calculando é o centro do anel a distância do elemento de corrente $Id\ell$ e o ponto que estamos calculando o campo é constante

$$\vec{B}_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \int_{\text{anel}} d\vec{\ell} \times \hat{r}$$

O ângulo entre $Id\ell$ e $\hat{r}$ é sempre igual a 90 graus e aponta para dentro da página.

$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} \int_{\text{anel}} d\ell$ para dentro da folha

$B_2 = \frac{\mu_0 I}{4\pi r^2} 2\pi r$ para dentro da folha

$B_2 = \frac{\mu_0 I}{2r}$ para dentro da folha.

O campo total sera'

$B = B_1 + B_2$ para dentro da folha,

$B = \left(1 + \frac{1}{\pi}\right) \frac{\mu_0 I}{2r}$

A resposta correta é: $B = \left(1 + \frac{1}{\pi}\right) \frac{\mu_0 I}{2r}$ para dentro da folha,

.

Questão **7**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

Dois fios paralelos carregam correntes de $5\mathrm{A}$ na direção leste. Os dois fios estão separados por uma distância de $8\mathrm{cm}$. Qual a magnitude em $\mu\mathrm{T}$ do campo magnético em um ponto distânte de $5\mathrm{cm}$ dos dois fios. Use $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\mathrm{T.m/A}$.

Escolha uma:

- A. 24 ✔
- B. 72
- C. 48
- D. 96
- E. 32

A resposta correta é: 24.

Questão **8**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

Dois fios paralelos carregam correntes de $20\mathrm{A}$ na mesma direção. Os dois fios estão separados por uma distância de $16\mathrm{cm}$. Qual a magnitude em $\mu\mathrm{T}$ do campo magnético em um ponto distânte de $10\mathrm{cm}$ dos dois fios. Use $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\mathrm{T.m/A}$.

Escolha uma:

- A. 48 ✔
- B. 72
- C. 24
- D. 96
- E. 32

A resposta correta é: 48.

Questão **9**

Incorreto

Atingiu 0,00 de 1,00

Dois fios paralelos carregam correntes na mesma direção. O valor das correntes não é o mesmo, sendo a razão entre elas 3 para 1. A magnitude do campo magnético a uma distância de $10\mathrm{cm}$ de cada fio e ao longo do plano definido pelos dois fios é $4\mu\mathrm{T}$. Qual o valor da maior corrente em Amperes? Use $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\mathrm{T.m/A}$.

Escolha uma:

- A. 3
- B. 5.3
- C. 4
- D. 0.5
- E. 2 ✘

A resposta correta é: 3.

Questão **10**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

Um segmento de fio de comprimento total de $2\mathrm{m}$ e enrrolado formando 5 espiras circulares. O fio carrega uma corrente de $1.2\mathrm{A}$. Qual a magnitude em $\mu\mathrm{T}$ do campo magnético no centro das espiras. Use $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\mathrm{T.m/A}$.

Escolha uma:

- A. 59 ✔
- B. 69
- C. 79
- D. 89
- E. 99

A resposta correta é: 59.

Questão **11**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

Um fio de $2\mathrm{m}$ esta suspenso e é paralelo a um campo magnético uniforme de $0.5\mathrm{T}$. Se a corrente no fio for de $0.6\mathrm{A}$. Qual a magnitude da força sobre o fio. Use $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\mathrm{T.m/A}$ e de a resposta em N.

Escolha uma:

- A. 0 ✔
- B. 3.3
- C. 0.6
- D. 0.3
- E. 0.15

A resposta correta é: 0.

Questão **12**

Completo

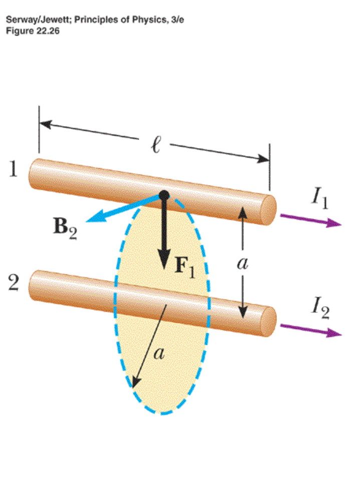
Não avaliada

Se tivermos uma partícula carregada q em repouso, com velocidade $v = 0$, e aplicarmos um campo magnético ela continuará em repouso. Em outras palavras, o campo magnético não realiza trabalho sobre uma carga.

Se tivermos um fio passando uma corrente I próximo de um alfinete metálico, o alfinete se moverá na direção do fio ganhando energia cinética. Quem está realizando trabalho para mudar a energia cinética do alfinete? Explique sua resposta.

Quem está modificando a velocidade do alfinete é a interação do campo magnético com um objeto ferromagnético, em que o material tende a se tornar um imã permanente sob a ação de um campo, dessa forma modificando seu estado devido a interação com o campo.

Quando estudamos forças sobre fios, nos claramente tínhamos cargas se movimentando no interior dos fios e a força de Lorentz agia sobre essas cargas. Por isso, não ficávamos surpresos quando uma força movia o fio (mesmo com ele inicialmente em repouso).



No caso dos fios da figura temos que o trabalho realizado pela força F_1 não é zero, já que o deslocamento do fio é paralelo a direção da força (apesar do campo B_2 não realizar trabalho sobre as cargas da corrente I_1).

Como a força F_1 se origina no campo criado pela corrente I_2, quem realiza o trabalho que muda a energia cinética do fio 1 é a bateria que está gerando a corrente I_2.

No caso do alfinete a questão está confundindo a velocidade do alfinete com a velocidade das cargas que constituem o alfinete. Além do movimento orbital, o alfinete tem átomos de ferro que tem spins desemparelhados (por ser uma banda semi preenchida), esses spins são pequenos dipolos magnéticos que interagem com o campo gerado pelo fio.

pequenos dipolos magnéticos que interagem com o campo gerado pelo fio.

Quem realiza o trabalho é novamente a bateria que está gerando a corrente no fio.

Questão **13**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

Um solenóide carrega uma corrente constante. Como o campo magnético dentro do solenóide muda se o o comprimento do solenóide for dobrado e o número de voltas também?

Escolha uma:

- A. fica o mesmo. ✔
- B. é dobrado.
- C. cai pela metade.
- D. muda de direção.
- E. não há campo magnético.

A resposta correta é: fica o mesmo..

Questão **14**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

Um solenóide carrega uma corrente constante. Como o campo magnético dentro do solenóide muda se o comprimento do solenóide é dobrado, mas o número de voltas é mantido constante?

Escolha uma:

- A. cai pela metade. ✔
- B. é dobrado.
- C. fica o mesmo
- D. muda de direção.
- E. não há campo magnético.

A resposta correta é: cai pela metade..

Questão **15**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

Um solenóide carrega uma corrente constante. Como o campo magnético dentro do solenóide muda se o comprimento do solenóide é mantido constante, mas o número de voltas é dobrado?

Escolha uma:

- A. é dobrado. ✔
- B. cai pela metade.
- C. fica o mesmo
- D. muda de direção.
- E. não há campo magnético.

A resposta correta é: é dobrado..

Questão **16**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

O que acontece com o campo dentro de um solenóide se a corrente for dobrada?

Escolha uma:

- A. é dobrado. ✔
- B. cai pela metade.
- C. fica o mesmo
- D. muda de direção.
- E. não há campo magnético.

A resposta correta é: é dobrado..

Questão **17**

Correto

Atingiu 1,00 de 1,00

(átomo de Bohr) Um elétron (carga $-e$ e massa m_e) está em uma órbita circular de raio a_0 em torno de um próton (carga $+e$). Calcule o momento de dipolo magnético desse átomo.

Escolha uma:

a. $\mu = e^2\sqrt{\frac{ka_0}{4m_e}}$ ✔

b. $\mu = e^2\sqrt{\frac{ka_0}{2m_e}}$

c. $\mu = e^2\sqrt{\frac{km_e}{4a_0}}$

d. $\mu = e^2\sqrt{\frac{km_e}{2a_0}}$

Sua resposta está correta.

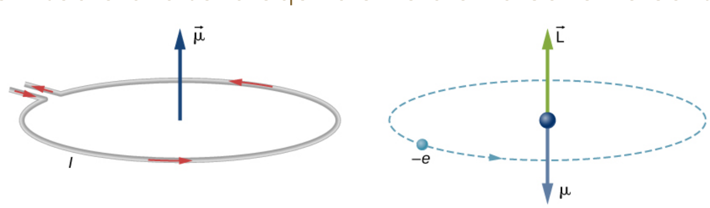
Classicamente é difícil de imaginar um elétron se movendo em uma órbita como uma corrente uniforme. A primeira

A primeira coisa a fazer é determinar a velocidade com que o elétron está orbitando. Sabemos que a força que matém a órbita é a força de atração elétrica entre o próton e o elétron. Igualando a força elétrica com a força centrípeta encontramos que

$$-\frac{ke^2}{a_0^2} = -\frac{m_e v^2}{a_0}$$

$$v = \sqrt{\frac{ke^2}{m_e a_0}}$$

Substituindo as constantes e considerando raio de Bohr encontramos que $v = 2,19 \times 10^6\,\mathrm{m/s}$ em uma órbita de raio $a_0 = 0,529 \times 10^{-10}\mathrm{m}$. Ou seja, ele tem uma frequência de $\approx 10^{16}\,\mathrm{Hz}$. Por isso é uma ótima aproximação se considerarmos que o elétron em sua órbita seria equivalente a uma corrente constante em um anel metálico.



(a) Current-carrying loop (b) Hydrogen atom

A corrente nesse caso seria

$I = \frac{e}{T}$

onde $T = \frac{2\pi a_0}{v}$ é o tempo da órbita.

Lembrando da definição de momento de dipolo magnético de uma anel com corrente

$\mu = IA$

e que o raio delimitado pela órbita é $A = \pi a_0^2$, chegamos que

$\mu = \frac{eva_0}{2}$

$\mu = e^2\sqrt{\frac{ka_0}{4m_e}}$

$\mu = 9,27 \times 10^{-24}\mathrm{A.\,m}^2$

A resposta correta é: $\mu = e^2\sqrt{\frac{ka_0}{4m_e}}$

.