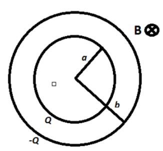
Foice 3*

Victor Bastos

(Dated: Novembro 2018)

I. MATANDO A FISICA ***.

Considere um setup com dois longos e concêntricos cascas cilíndricas. Ambas não são condutoras e estão livres para rotacionar em torno do eixo comum, mas uma tem raio a e carga $+Q$ enquanto a outra tem raio b e carga $-Q$. Existe um campo magnético uniforme que pode ser desligado com qualquer taxa de variação. De repente, alguém diminui esse campo magnético até chegar em zero.



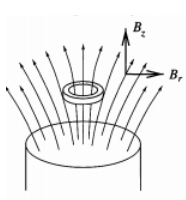
a) Qual o momento angular total do sistema?

b) O momento angular é conservado?

II. EU OUVI CICLOIDE? **

Um anel fino e supercondutor (resistência zero) de massa m, indutância L e raio r_o está numa região com um campo magnético que varia. A origem da coordenada r é a mesma origem do anel. A componente em z do campo magnético varia da seguinte forma:

$$B_z = B_o(1 - \alpha z)$$



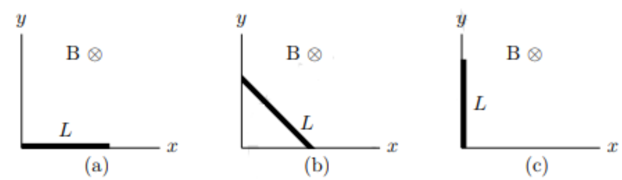
a) Utilizando que $\oint \vec{B}\, d\vec{A} = 0$, prove que o campo radial é do tipo $B_r = B_o \beta r$ e determine β.

b) Inicialmente, a corrente é zero. Como vai ser o movimento do anel? Qual o valor da corrente que flui em uma altura z?

* OIfs 2019

III. BARRA SUBINDO SOZINHA **.

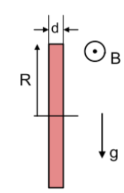
Uma barra metálica de massa m e comprimento L (linha grossa na figura abaixo) pode deslizar sem fricção em dois fios perpendiculares (linhas finas nas figuras). Todo o arranjo está localizado no plano horizontal (sem ação da gravidade). Há um campo magnético constante de magnitude B perpendicular a este plano conforme indicado nas figuras. Os fios têm resistência insignificante em comparação com a haste cuja resistência é R. Inicialmente, a haste está "deitada"ao longo de um dos fios, de modo que uma das extremidades está na junção dos dois fios (ver Fig. (a)).



A haste recebe uma velocidade angular inicial ω tal que desliza com suas duas extremidades sempre em contato com os dois fios (ver Fig. (b)), e apenas entra em repouso em uma posição alinhada com o outro fio (ver Fig. (c)). Determine ω. Negligencie a auto-indutância do sistema.

IV. DISCO CAINDO **

Uma placa metálica circular cai verticalmente em uma região sujeita a um campo magnético uniforme B, como mostra a Figura abaixo, vista de lado. O campo magnético é paralelo à superfície da Terra e ao plano da placa. A placa possui massa m, raio R e espessura $d << R$. Determine a taxa com que a velocidade da moeda varia com o tempo. A gravidade local é g.

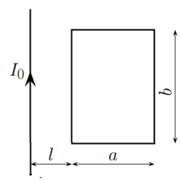


V. CORRENTE QUE EXPIRA E ESPIRA **

Considere uma espira retangular de lados a e b e dois dos lados paralelos a um fio que inicialmente possui corrente I_o e está a uma distância L do fio, conforme a figura.

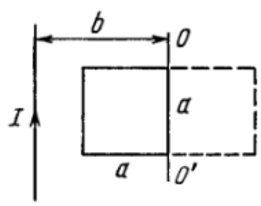
a) Em um certo momento, a corrente do fio foi reduzida a zero. Qual a corrente que fluiu em uma secção fixa da espira?

b) Qual o momento p dado a espira?



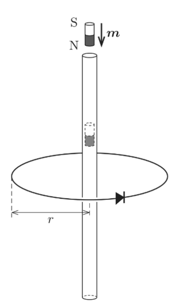
VI. CORRENTE QUE EXPIRA E ESPIRA 2 **

Considere uma espira quadrada de lado a, conforme a figura. Há um fio com corrente I e a espira quadrada possui indutância L e resistência R. Considere que a espira foi rotacionada de em torno do eixo OO', que dista b do fio. Calcule a carga que fluiu pela espira.



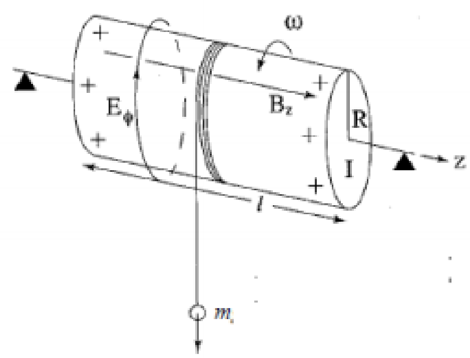
VII. DIPAULO X DIOGO **

Um loop circular fechado é feito de um fio com resistência R e um diodo. Através do centro do loop passa um tubo infinito. Calcule a carga total que passa pelo diodo quando um magneto de momento de dipolo m é solto no tubo.



VIII. CASCA GIRANDO ***

Considere um longo, uniforme e fino isolante e magneticamente não permeável descrito como uma casca cilíndrica de comprimento L e raio R e momento de inércia I, que pode girar livremente sobre o seu eixo de simetria horizontal com uma carga líquida uniformemente distribuída Q na casca. Uma corda sem massa é enrolada ao redor da superfície da casca e uma massa m é pendurada na vertical ligada extremidade livre da corda e abandonada do repouso no instante $t = 0$. Suponha que as condições de aceleração do sistema são mantidas durante todo o movimento, ou seja, despreze as perdas causadas pela aceleração das cargas.



a) Ache E_ϕ e B_z em funcao das constantes dadas, da aceleração angular α e da velocidade angular ω.

Como podemos notar o campo elétrico produzido gera um torque de retardamento no sistema. Agora iremos analisar o sistema com todas as forças envolvidas.

b) Qual o torque gerado pelo campo elétrico no cilindro? Escreva sua resposta em função do campo E_ϕ.

c) Ache nova aceleração angular do cilindro, em função de R, g, m, I, l e Q.

d) Ache ω (velocidade angular) quando a massa m desce uma altura H. Em função de R, g, m, I, l, Q e H.

e) Qual a energia cinética do sistema nessa nova situação?

f) Mostre que a diferença de energia cinetica que o sistema teria sem as cargas e com as cargas, pode ser dado por:

$$\Delta K = \frac{B_z^2}{2\mu_o}\pi R^2 l$$

g) Ache a energia magnetica armazenada depois do bloco descer uma altura H. Em função de R, l e I. A partir disso, determine o valor da auto indutância do sistema.

IX. MÁGICA **

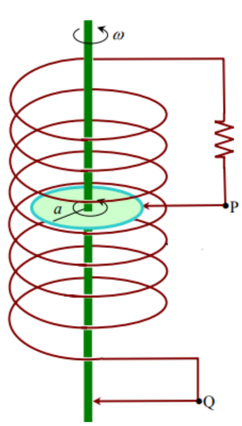
Um anel isolante de massa m com carga Q distribuida uniformemente está inicialmente em repouso. Qual vai ser a velocidade angular do anel se um campo, cujo valor final é B_f, perpendicular ao plano que do anel for ligado segundo a seguinte dependência: $B(t) = B_o(e^{kt^3} - 1)$. Onde B_o e k são constantes.

X. PAPAI NOEL 2 ***

Considere o papai noel da figura, feito de material condutor enquanto a corda que o segura é feita de material isolante. O papai noel vai perder carga por causa da condutividade do meio, descreva o campo magnético ao redor do papai noel durante a descarga.

XI. FLUXO VARIA, SIM **

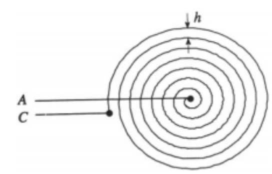
Considere o setup da figura em que o disco metálico pode girar em torno do eixo vertical. Dada uma corrente inicial I_o, o número de voltas N do solenoide, seu comprimento l, a resistência R e os parâmetros da figura, determine:



a) A corrente $I(t)$.
b) O valor mínimo de ω para que a corrente possa crescer.
c) O torque necessário para manter o disco girando com velocidade angular ω constante.

XII. ESPIRANDO *

Considere um metal em forma espiral (com passo h), tal como a figura mostra, com $N >> 1$ voltas que é colocado numa região com campo magnético em um plano perpendicular ao da espiral que varia da seguinte forma: $B = B_o cos(\omega t)$. Calcule a força eletromotriz induzida no circuito.



XIII. O BOM FILHO... **

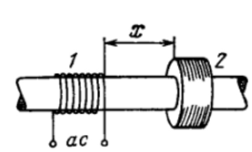
Uma espira supercondutora de raio R está posta no espaço tal que um dipolo de momento de dipolo magnético m se aproxima dela a uma velocidade v com a trajetória ao longo do eixo dela. Sabendo que quando o dipolo se move a uma distância x_0 da espira a corrente induzida nela é I_o, encontre a força que o dipolo sente a uma distância x.

XIV. DUPLA ESTRANHA **

Um fino anel, de raio a e resistência r, está localizado dentro de um solenoide longo, de forma que seus eixos coincidam. o comprimento do solenoide é l e seu raio é b. Num determinado instante, o solenoide foi conectado a uma fonte de voltagem V constante. A resistência total do circuito é R. Considerando que a indutância do anel é desprezível, encontre o valor máximo da força radial por unidade de comprimento que age no anel.

XV. FORÇA QUE NOS SEPARA 3 ***

Um suporte de madeira suporta duas espiras, tal como a figura mostra. A espira 1 possui indutância L_1 e a espira 2, L_2. Encontre o valor médio da força entre as espiras se a corrente em 1 é do tipo $I_o cos(\omega t)$ e a espira 2 possui resistência R. Considere a indutância mútua do sistema $L_{12}(x)$



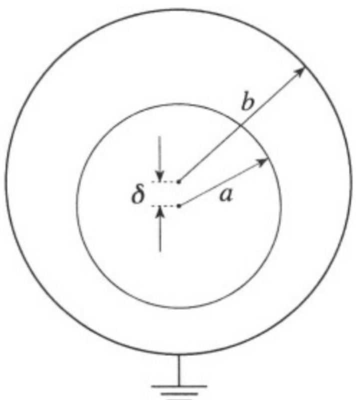
XVI. BELAS CURVAS

Considere um condutor que possui potencial V_0 e está localizado no plano XY. Determine o campo elétrico em um ponto que dista r da origem e é localizado com um ângulo polar θ, se a função que descreve o condutor é (b é constante):

$$(x^2+y^2)^{\frac{3}{2}} - by = 0$$

XVII. BLOQUEIO CRIATIVO

Uma esfera de metal de raio a com carga total q é colocada dentro de uma esfera metálica oca aterrada de raio b. O centro da esfera interna é ligeiramente deslocado de centro da externa de modo que a distância entre os centros é δ:



Encontre a distribuição de carga na esfera interna e a força atuante nela.

GABARITO

1) a) $L_o = \frac{QB_o(b^2-a^2)}{2}$ b) Sim
2) a) $\beta = \frac{\alpha}{2}$
b)$I = \frac{B_o \alpha \pi r_o^2 z}{L}$. Será um MHS com $\omega = \sqrt{\frac{2\pi^2 r_o^3 B_o^2 \beta\alpha}{mL}}$
3) $\omega = \frac{3\pi B^2 L^2}{16mR}$
4) $a = g(\frac{m}{m+B^2 d\epsilon_o \pi r^2})$
5) a)$\frac{\mu_o b I_o Ln(\frac{L+a}{a})}{2\pi R}$ b)$\frac{a(b\mu_o I_o)^2 Ln(\frac{a+L}{a})}{8\pi^2 RL(L+a)}$
6) $q = \frac{\mu_o I a}{2\pi R} ln(\frac{b+a}{b-a})$
7) $Q = \frac{\mu_o m}{2rR}$
8) a) $B_z = \frac{\mu_o Q\omega}{2\pi l}$ e $_\phi = -(\frac{\mu_o QR}{4\pi l})\alpha$
b) $\tau = E_\phi QR$
c) $\alpha = \frac{mgR}{I+mR^2+\frac{\mu_o Q^2 R^2}{4\pi l}}$
d) $\omega = \sqrt{\frac{2mgH}{I+mR^2+\frac{\mu_o Q^2 R^2}{4\pi l}}}$
e) $K = mgH(\frac{I+mR^2}{I+mR^2+\frac{\mu_o Q^2 R^2}{4\pi l}})$
f) Demonstração
g) $U_M = \frac{1}{2}(\frac{\pi\mu_o R^2}{l})i^2$, logo, $L = \frac{\pi\mu_o R^2}{l}$
9) $\omega = -\frac{QB_f}{2m}$
10) $B = 0$ em qualquer lugar.
11) a) $i(t) = i(o)e^{\gamma t}$, onde $\gamma = \frac{1}{L}(\frac{\mu_o N a^2 \omega}{2l} - R)$.
b) $\omega = \frac{2lR}{\mu_o N a^2}$
c) $\tau = \frac{\mu_o N a^2}{2l} i_o^2 e^{2\gamma t}$
12) $\epsilon = \frac{\pi B_o \omega h^2 N^3 sen(\omega t)}{3}$
13) $F(x) = 3\mu_o m R^2 I_o v(R^2+x_o^2)^{\frac{3}{2}} \frac{x}{(R^2+x^2)^4}$
14) $\frac{dF}{dL} = \frac{\mu_o^2 a^2 V^2}{4Rrlb}$
15) $<F> = \frac{\omega^2 L_2 L_{12} I_o^2}{2(R^2+\omega^2+\omega^2 L_2^2)} \frac{dL_{12}}{dx}$
16)-
17) $\sigma = \frac{q}{4\pi a^2} - \frac{3q\delta\cos(\theta)}{4\pi(b^3-a^3)}$ $f = -\frac{q^2\delta}{4\pi\epsilon_0(b^3-a^3)}$