UNIVERSIDADE DE AVEIRO
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
3810-193 AVEIRO

Mecânica e Campo Eletromagnético

Ano letivo 2020/2021, 1º Semestre
Exame Especial
Data 09 de setembro; **hora** 15:00 horas; **duração** 2,5 horas, **sala** 12.2.9

Não é permitido o uso de máquina de calcular. Use g=10m/s².
Explique sucintamente o raciocínio utilizado nas suas respostas

Cotação
I – 3,0
II – 3,5
III – 3,5
IV – 2,5
V – 2,5
VI – 2,5
VII – 2,5

I

A velocidade de uma partícula é dada por $\vec{v}(t) = 2\hat{\imath} - (5t - 2)\hat{\jmath} \ \ (m/s)$, onde $\hat{\imath}, \hat{\jmath}$ são versores cartesianos. No instante t=0s a partícula encontra-se na origem do referencial cartesiano.

a) Determine o vetor aceleração.

b) Determine o vetor posição.

c) Determine o valor máximo da componente vertical (em Y) do vetor posição.

II

A. Uma partícula de massa *m*=2kg é lançada sobre uma pista horizontal com velocidade inicial 2m/s, em x=0, ficando sujeita à força de atrito com coeficiente $\boldsymbol{\mu = 0,2x}$ (x é a posição).

a) Determine o vetor força de atrito.

b) Determine o trabalho executado pela força de atrito, entre x=0 e x=1m.

c) Determine a velocidade da partícula, em x=1m.

B. Considere, novamente, uma partícula de massa *m*=2kg, movendo-se no sentido positivo do eixo dos XX´, com velocidade 2m/s. Nesse instante, ela choca com um bloco de massa 3kg, em repouso. Sabendo que, após a colisão, a partícula recua com velocidade 1m/s, determine a velocidade do bloco.

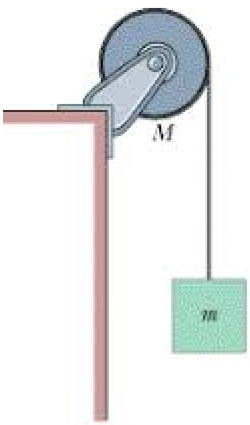
III

A figura representa uma massa, *m*=1kg, presa a uma corda enrolada numa roldana de massa M=2kg. ($I_{CM}=MR^2/2$)

a) Determine a aceleração da massa m.

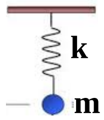
b) Determine a tensão no fio.

c) Qual seria a aceleração da massa m se a roldana tivesse uma massa desprezável?



IV

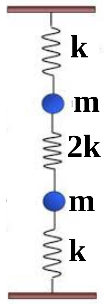
Uma massa m=2kg estica 2cm uma mola vertical, até à posição de equilíbrio. O conjunto é, em seguida, posto a oscilar.



a) Determine a constante elástica da mola.

b) Determine o período de oscilação.

c) Uma outra massa e duas molas são adicionados criando um sistema de dois osciladores acoplados, representado na figura. Escreva a equação do movimento para cada um dos osciladores e determine as frequências dos modos normais de oscilação do sistema.



V

4. Uma esfera condutora de raio **a** está carregada com uma carga total **+2Q**. Envolvendo esfera, existe uma casa esférica condutora de espessura desprezável, ligada à terra. Determine o campo elétrico e o potencial em todo o espaço.

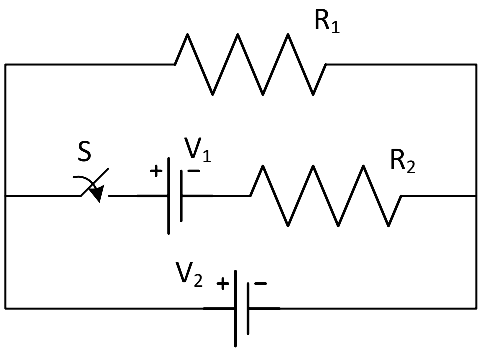
VI

Considere o circuito e calcule a corrente elétrica que atravessa a resistência ***R₁***, quando o interruptor ***S*** está:

a) aberto.

b) fechado.

(R1 = 20 Ω, R2 = 10 Ω, V1 = 5V, V2 = 10V)



1.

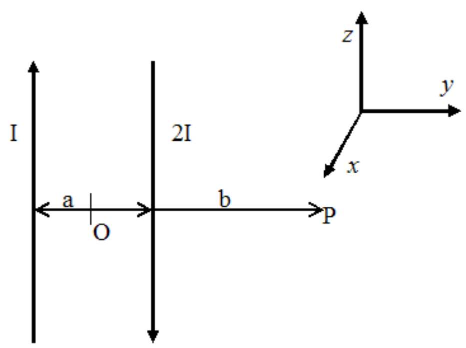
VII

Considere dois fios infinitos separados por uma distância a atravessados por correntes elétricas, respetivamente, I e $2I$, com sentidos diferentes (ver figura).

a) Calcule a circulação do vetor $\vec{B}$, através de uma linha circular fechada com centro em *O* e que passa pelo ponto *P*. Diga, justificando a sua resposta, se através deste resultado pode calcular o campo $\vec{B}$ no ponto *P*.

b) Determine o campo $\vec{B}$, no ponto *P*. Justifique a sua resposta.

c) Indique, justificando, de que tipo (atrativa ou repulsiva) é a força por unidade de comprimento entre os dois fios?



Formulário

$$\vec{v}(t)=\frac{d\vec{r}(t)}{dt};\quad \vec{a}(t)=\frac{d^2\vec{r}(t)}{dt^2};\quad \vec{a}_c=\frac{v^2}{r}\hat{u}_n;\quad \vec{a}_t=\frac{d\|\vec{v}\|}{dt}\frac{\vec{v}}{\|\vec{v}\|}=\frac{dv}{dt}\hat{u}_t;$$

$$\omega(t)=\frac{d\theta(t)}{dt};\quad \alpha(t)=\frac{d^2\theta(t)}{dt^2};\quad \alpha(t)=\frac{a_t}{R},\quad \vec{F}=\frac{d\vec{p}}{dt};\quad \vec{p}=m\vec{v};\quad \|\vec{F}_a\|=\mu\|\vec{N}\|$$

$$\vec{I}=\Delta\vec{P};\qquad \vec{I}=\int_{t_i}^{t_f}\vec{F}\cdot dt;\qquad E_c=\frac{1}{2}mv^2;\ \vec{r}_{cm}=\frac{\sum_i m_i\vec{r}_i}{\sum_i m_i};$$

$$\vec{F}=-G\frac{m_1m_2}{r^2}\hat{u}_r;\qquad E_{pg}=-G\frac{M_Tm}{r};\qquad \|\vec{I}_{impulsão}\|=\rho Vg;\ \vec{F}=-\vec{\nabla}E_p;\ \vec{\tau}=\vec{r}\times\vec{F};$$

$$W=\int_{\vec{r}_i}^{\vec{r}_f}\vec{F}\cdot d\vec{r};\quad W=\Delta E_c;\quad W_c=-\Delta E_p;\qquad \vec{v}_f-\vec{v}_i=\vec{v}_e\ln\frac{M_i}{M_f};\qquad F=M\frac{dv}{dt}=v_e\left|\frac{dM}{dt}\right|$$

$$\vec{L}=\vec{r}\times\vec{p};\quad \vec{L}=I\vec{\omega};\quad I=\sum_i m_ir_i^2;\quad \vec{\tau}=\frac{d\vec{L}}{dt};\quad \vec{\tau}=I\vec{\alpha};\quad E_c=\frac{1}{2}I\omega^2;\ I=I_{CM}+Md^2$$

$$E_c=\frac{1}{2}mv^2;\ \omega=\sqrt{\frac{K_{mola}}{M}};\ \omega=\sqrt{\frac{g}{l}};\ \omega=\sqrt{\omega_0^2-\gamma^2};\ \omega_{ress}=\sqrt{\omega_0^2-2\gamma^2};\ \gamma=\left(\frac{b}{2m}\right)$$

$$v=\sqrt{\frac{F}{\mu}};\ v=\sqrt{\frac{Y}{\rho}};\qquad y(t)=A\,sen(\omega t+\delta);\qquad y(x,t)=Ae^{-\frac{b}{2m}t}\cos(\omega t+\phi)$$

$$y(x,t)=A\,sen\left[2\pi\left(\frac{x}{\lambda}\mp\frac{t}{T}\right)+\delta\right]=A\,sen(kx\mp\omega t+\delta);\ y(x,t)=[A\,sen(kx)+B\cos(kx)]sen(\omega t);\qquad A=\frac{\frac{F_0}{m}}{\sqrt{\left(\omega_f^2-\omega_0^2\right)^2+\left(\frac{b\omega_f}{m}\right)^2}};$$

$$tg\varphi=\frac{\omega_f^2-\omega_0^2}{\frac{b\omega_f}{m}};\quad R=\frac{v_2-v_1}{v_1+v_2}=\frac{k_1-k_2}{k_1+k_2}=\frac{\mu_1v_1-\mu_2v_2}{\mu_1v_1+\mu_2v_2};\qquad T=\frac{2v_2}{v_1+v_2}=\frac{2k_1}{k_1+k_2}=\frac{2\mu_1v_1}{\mu_1v_1+\mu_2v_2}$$

$$y(x,t)=\left(2A\cos\frac{\varphi}{2}\right)sen\left(kx-\omega t+\frac{\varphi}{2}\right);\qquad y(t)=2A\cos\left(\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t\right)sen\left(\frac{\omega_1+\omega_2}{2}t\right)$$

$$\frac{\partial^2Y}{\partial t^2}=v^2\frac{\partial^2Y}{\partial x^2};\quad sen\alpha\pm sen\beta=2A\cos\left(\frac{\alpha\mp\beta}{2}\right)sen\left[\frac{\alpha\pm\beta}{2}\right];\ \cos\alpha+\cos\beta=2A\cos\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)\cos\left[\frac{\alpha-\beta}{2}\right];$$

$$\cos\alpha-\cos\beta=-2A\,sen\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)sen\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right);\ sen2\alpha=2sen\alpha\cos\alpha$$

$$\vec{E}=\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{r^2}\hat{r},\quad \oint\vec{E}\cdot d\vec{S}=\frac{Q}{\varepsilon_0},\quad \Delta V=-\int\vec{E}\cdot d\vec{l},\quad \vec{E}=-\vec{\nabla}V,\quad \vec{F_E}=q\vec{E}$$

$$C=\frac{Q}{V},\quad R=\rho\frac{L}{A},\quad P=VI=RI^2=\frac{V^2}{R}$$

$$d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{l}\times\hat{r}}{r^2},\quad \vec{F_B}=q\vec{v}\times\vec{B},\quad \oint\vec{B}\cdot d\vec{l}=\mu_oI,\quad \varepsilon=-\frac{d\Phi_B}{dt}$$

$\varepsilon_0 = 8.8542\times10^{-12}\ C^2/N{\cdot}m$, $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ T{\cdot}m/A$