MAUÁ

FORMULÁRIO - Física EFB202

1. ELETROSTÁTICA

Densidade de cargas elétricas: linear $\lambda = \frac{dq}{dL}$

superficial $\sigma = \frac{dq}{dA}$ volumétrica $\rho = \frac{dq}{dV}$

Força Eletrostática – Lei de Coulomb:

$\vec{F}_{12} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}\frac{q_1.q_2}{r^2}\hat{r}$

Campo Elétrico: $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$

Distribuição discreta de cargas: $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_n \frac{q_n}{r_n^2}\hat{r}_n$

Distribuição contínua de cargas: $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{dq}{r^2}\hat{r}$

Lei de Gauss – Fluxo do vetor campo elétrico através da superfície fechada S: $\phi = \oiint_S \vec{E}.\hat{n}\,dA = \frac{q_{int}}{\varepsilon_o}$

Trabalho da força elétrica:

$W_{a\to b} = \int_a^b \vec{F}.d\vec{r}$ ou $W_{a\to b} = q_o\int_a^b \vec{E}.d\vec{r}$

Energia potencial elétrica:

$W_{a\to b} = -\Delta U_{ab} = -(U_b - U_a)$ ou $\Delta U_{ab} = -\int_a^b \vec{F}.d\vec{r}$

Potencial elétrico: $V = \frac{U}{q_o}$

Distribuição discreta de cargas $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\sum_n \frac{q_n}{r_n}$

Distribuição contínua de cargas $V = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\int \frac{dq}{r}$

Diferença de potencial (ddp): $\Delta V_{ab} = -\int_a^b \vec{E}.d\vec{r}$

Gradiente $\vec{E} = -\vec{\nabla}V = -\left(\frac{\partial V}{\partial x}\hat{i} + \frac{\partial V}{\partial y}\hat{j} + \frac{\partial V}{\partial z}\hat{k}\right)$

Capacitância: $C = \frac{q}{\Delta V}$ ou $C = \varepsilon_o\frac{A}{d}$

Energia no capacitor: $U = \frac{q^2}{2C} = \frac{1}{2}CV^2$

Densidade de energia: $u = \frac{U}{v} = \frac{1}{2}\varepsilon_o E^2$

Constante dielétrica: $\kappa = \frac{C}{C_o}$

Permissividade do dielétrico: $\varepsilon = \kappa\varepsilon_o$

2. ELETRODINÂMICA

Corrente elétrica : $I = \frac{dq}{dt}$

Fluxo do vetor densidade de corrente elétrica através da superfície fechada A: $I = \oiint_A \vec{J}.\hat{n}\,dA$ ou $J = \frac{I}{A}$

Lei de Ohm: $\vec{J} = \sigma\vec{E}$, sendo σ (constante) a condutividade elétrica do metal.

Resistência elétrica: $\frac{1}{R} = \sigma\frac{A}{L}$

Diferença de potencial : $\Delta V = RI$

Potência dissipada $P_d = I\,\Delta V = RI^2$

Equação da continuidade: $\vec{\nabla}.\vec{J} + \frac{\partial\rho}{\partial t} = 0$

3. MOVIMENTOS OSCILATÓRIOS

MHS: $x(t) = A\cos(\omega t + \phi)$ com $\omega = \frac{2.\pi}{T} = 2.\pi.f$

Pêndulo simples: $k = m\omega^2$

Energia mecânica:

$E_M = U + K = \frac{k.x^2}{2} + \frac{m.v^2}{2} = \frac{1}{2}.k.A^2$

Movimento subamortecido: $\omega_o{}^2 > \gamma^2$ com $\gamma = \frac{b}{2.m}$

$x(t) = Ae^{-\gamma t}\cos(\omega t + \phi)$ com $\omega = \sqrt{\omega_o{}^2 - \gamma^2}$

Movimento criticamente amortecido: $\omega_o = \gamma$

$x(t) = (A + Bt)e^{-\gamma t}$

Movimento super-amortecido: $\omega_o{}^2 < \gamma^2$

$x(t) = e^{-\gamma t}(Ae^{\omega_A t} + Be^{-\omega_A t})$ com

$\omega_A = \sqrt{\gamma^2 - \omega_o{}^2}$

Energia mecânica: $\frac{dE_M}{dt} \neq 0$

Movimento oscilatório forçado: $x(t) = x_T(t) + x_P(t)$

Solução permanente: $x_P(t) = A(\omega_F)sen(\omega_F t - \phi)$

$$A(\omega_F) = \frac{F_O/m}{\sqrt{(\omega_o{}^2 - \omega_F{}^2)^2 + 4\gamma^2\omega_F{}^2}}$$

Frequência de ressonância: $\omega_F = \omega_R = \sqrt{\omega_o{}^2 - 2\gamma^2}$

MAUÁ

FORMULÁRIO - Física EFB202

ELETROMAGNETISMO

Força magnética: $\vec{F}_m = q\vec{v}\times\vec{B} = q\vec{v}\wedge\vec{B}$

Força de Lorentz:
$\vec{F} = q\left[\vec{E}+\left(\vec{v}\times\vec{B}\right)\right] = q\left[\vec{E}+\left(\vec{v}\wedge\vec{B}\right)\right]$

Campo de indução magnética:

$$d\vec{B} = \frac{\mu_O}{4\pi}\frac{Id\vec{L}\times\vec{r}}{r^3} = \frac{\mu_O}{4\pi}\frac{Id\vec{L}\wedge\hat{r}}{r^2}$$

Força magnética sobre um condutor: $\vec{F} = I\vec{L}\wedge\vec{B}$

Lei de Gauss do magnetismo: $\phi_m = \oiint_S \vec{B}.\hat{n}\,dA = 0$

Torque do dipolo magnético: $\vec{\tau} = \vec{\mu}\times\vec{B}$

Momento magnético: $\vec{\mu} = I.Area.\vec{n}$

Lei de Ampère: $\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{L} = \mu_O I_{int}$

Lei de Faraday: $\varepsilon_{em} = -\frac{d\Phi}{dt}$

Indutância: $L = N.\frac{\Phi}{I}$ e $\varepsilon_{em} = -L\frac{dI}{dt}$

Energia no indutor: $U = \frac{1}{2}LI^2$

Densidade de energia: $u = \frac{U}{v} = \frac{1}{2\mu_o}B^2$

ONDAS ELETROMAGNÉTICAS

Vetor de Poynting: $\vec{S} = \frac{\vec{E}\times\vec{B}}{\mu_o}$

velocidade $c = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_O.\mu_O}}$

Intensidade da onda: $I = S_{medio} = \frac{E_{max}.B_{max}}{2.\mu_o} = \frac{P}{A}$

ONDAS

Equação de onda unidimensional:

$$\frac{\partial^2\psi(x,t)}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2}.\frac{\partial^2\psi(x,t)}{\partial t^2}$$

Função de onda harmônica:

$\psi(x,t) = A\cos(k.x \pm \omega.t + \varphi)$

Potência média: $P = \frac{P_{max}}{2} = \frac{\sqrt{\mu.F}\omega^2A^2}{2} = \frac{\mu.v.\omega^2A^2}{2}$

$P = -F.\frac{\partial\psi}{\partial x}.\frac{\partial\psi}{\partial t}$

Ondas estacionárias:

$\psi(x,t) = 2.A.sen(k.x).\cos(\omega t)$

Número de onda e frequência:

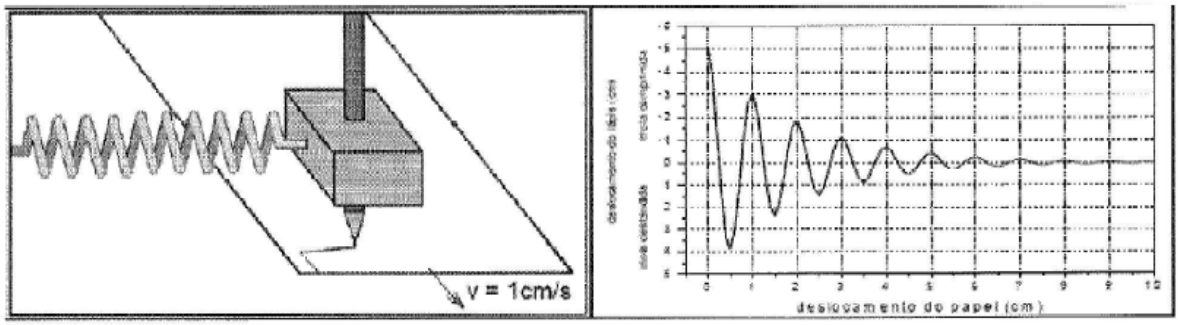
$$k = \frac{2.\pi}{\lambda} = \frac{2.\pi}{v.T} = \frac{\omega}{v}$$

$\omega = 2.\pi.f$

$$f = \frac{n}{2L}.v \qquad v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \frac{\omega}{k}$$

M.H.A. - Movimento Harmônico Amortecido

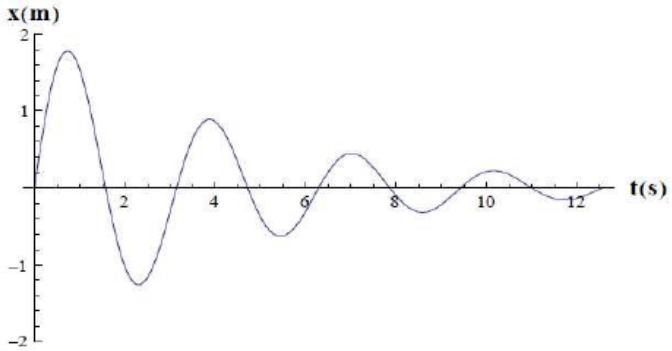
1) Dado o sistema massa-mola representado na figura a seguir, considerando que o bloco está preso a um lápis que permite registrar numa folha quadriculada a variação da posição (em centímetros) do bloco ao longo do tempo (em segundos), dado que o conjunto bloco - lápis tem massa de 100g, que a massa da mola é desprezível e que o conjunto é solto do repouso em sua posição máxima, obtenha:



A) O fator de amortecimento.
B) A variação de energia (E_2/E_0) do movimento após 2 ciclos.
C) Suponha que num dado instante seja aplicada a força $F(t) = F_0.\text{sen}(\omega_F.t)$, qual a frequência necessária para obtemos ressonância?
D) A equação do movimento amortecido com os valores pertinentes

2) Uma partícula de massa 'm' presa a uma mola de constante elástica k = 4 N/m executa oscilações amortecidas estando na posição de maior elongação no instante t = 0. O período das oscilações amortecidas é T = 2s e a energia inicial é 8J. A amplitude da oscilação reduz-se à metade após completar 2 ciclos. Determine:
A) O fator de amortecimento.
B) A massa da partícula.
C) A amplitude inicial e após 2s do início do movimento.
D) Escreva a equação geral para o movimento.

3) O gráfico horário da posição de uma partícula de massa m = 0,10 kg executando oscilações amortecidas é representado abaixo:



A) Determine b e k.
B) Escreva a equação da posição em função do tempo.
C) Escreva a equação da velocidade em função do tempo.

4) Uma partícula de massa m é presa a uma mola de constante elástica k. Sobre ela é exercida uma força de resistência viscosa dada por F(v) = -b.v onde b é uma constante positiva e v sua velocidade instantânea. Dados: m = 0,100 kg, b = 3,00 kg/s e k = 10,0 N/m.
A) Escreva a equação diferencial para o movimento.
B) Verifique qual o tipo de oscilação.
C) Escreva a equação supondo que x(0) = 2,00 m e v(0) = 0.
D) Escreva a equação para v(t).

5) Um corpo de massa 5 kg é preso a uma mola de constante elástica k = 2.10^3 N/m. Ele sofre a ação de uma força resistiva proporcional a sua velocidade instantânea. Verifica-se que após 4 oscilações a amplitude cai a 0,10 da amplitude inicial. Determine:
A) O período da oscilação.
B) A constante de amortecimento.
C) A razão entre a energia após um ciclo e a energia inicial.
D) Se for aplicada uma força F = 2.10^3.sen(30t) haverá ressonância? Justifique.

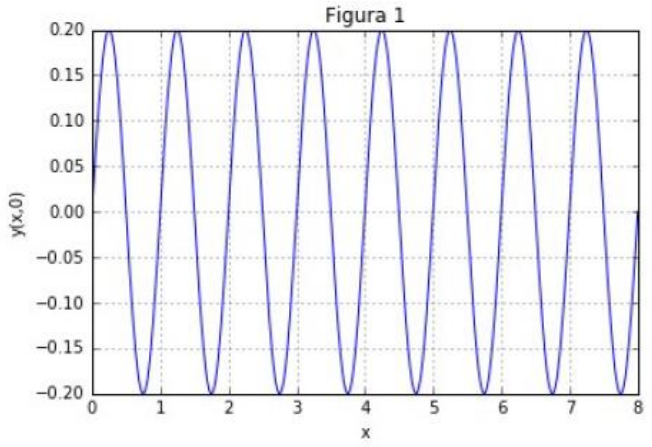
Ondas Mecânicas

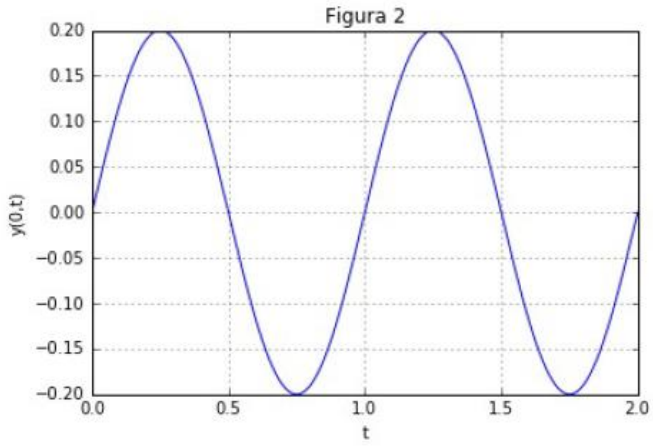
6) Uma onda harmônica transversal progressiva se propaga sobre o eixo x com comprimento de onda igual a 2,00m, deslocamento transversal máximo de um ponto igual a 0,2m e Δ t=4,0s (tempo decorrido entre a posição de equilíbrio e a posição de máximo deslocamento). Determine:
A) A velocidade angular.
B) A velocidade de propagação da onda.
C) A equação da onda, sabendo que no instante zero para um ponto x=0 o deslocamento é nulo com movimento ascendente.
D) O gráfico do deslocamento y em função do tempo para um ponto situado em x=0.

7) Uma onda regressiva se propaga em uma corda perfeitamente elástica de densidade linear $\mu = 0,01 kg \cdot m^{-1}$. Sua frequência é 100Hz e o comprimento de onda é 0,628m. Sabe-se também que $\Psi(0,0) = 0$ e a velocidade transversal do ponto x=0 em t=0 é igual a 0,314m/s. Determine:
A) A função de onda.
B) A tração na corda.
C) Esboçar os gráficos ψ(x,0) e ψ(0,t).
D) Calcule a elongação, a velocidade e a aceleração do ponto x=6,28m no instante t=0s.

8) Uma onda transversal se propagando em uma corda elástica pode ser descrita pela seguinte função de onda: y(x,t) = 0,0075.sen(0,4.π.x + 250.π.t).
A) Determine A, T, f, λ e v.
B) Faça um esboço do gráfico para t=0.
C) O deslocamento está no sentido +x ou -x?
D) Sabendo que a densidade linear da corda vale 0,5 kg/m, qual a tração na corda?
E) Determine a potência média transmitida pela onda.

9) A figura 1 mostra a fotografia de uma corda onde se propaga uma onda regressiva, tirada no instante t=0. O comprimento da corda é 10,0m e a massa 100g. A figura 2 mostra o gráfico horário do ponto x=0 em função do tempo. Determine:





A) A velocidade de propagação da onda.
B) A força de tração aplicada na corda.
C) Escreva a função de onda correspondente.
D) Determine a velocidade do ponto x=0 no instante t=0.

10) Uma onda estacionária é formada numa corda de comprimento 2,0m e massa 40g cujas extremidades são fixas. Sabe-se que a amplitude da onda é 4,0cm e que a fase inicial é nula e que o segundo harmônico tem frequência 500 Hz.
A) Determine o comprimento de onda e a velocidade de propagação na corda.
B) Escreva as funções das ondas componentes.
C) Determine a velocidade do ponto em x = 1,0m no instante t = 0s.
D) Escreva a função da onda estacionária do modo fundamental.

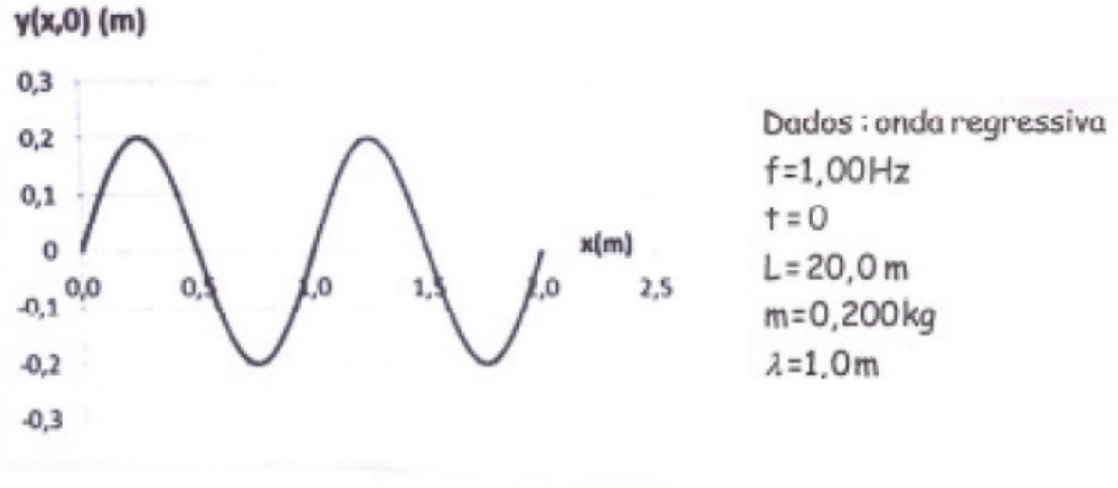
EXERCÍCIOS EXTRAS

1) Uma partícula de massa 'm' é presa a uma mola de constante elástica 'k'. Sobre ela é exercida uma força de resistência viscosa dada por F(v) = -b.v, onde 'b' é uma constante positiva e 'v' é a velocidade instantânea. Dados: m = 1,00 kg, b = 0,16 kg/s e k = 0,100 N/m.
A) Escreva a equação diferencial para o movimento. **R: x'' + 0,16.x' + 0,10.x = 0**
B) Verifique qual o tipo de oscilação. **R: Movimento Subamortecido**
C) Escreva a equação horária da posição supondo x(0) = 0,200m e v(0) = 0.
R: $x(t) = 0{,}206.e^{-0{,}08.t}.\cos(0{,}306 - 0{,}255)$
D) Esboce o gráfico horário da posição.
E) Determine a amplitude da oscilação após 3 ciclos. **R: $A_3 = 1{,}492.10^{-3}$ m**

2) O movimento de uma partícula de massa m = 0,10kg movimentando-se sobre uma reta considerada como eixo x é descrito pela equação $\boldsymbol{x(t) = A_0 \cdot e^{-\gamma} \cdot sen(\omega t + \theta_0)}$. Sabe-se que no instante t = 0, a partícula se encontra na origem com v = 31,4 m/s e que a frequência angular ω do movimento amortecido vale 3,14 rad/s. Após completar 1 ciclo, a energia vale metade da energia inicial.
A) Determine A_0, Υ e θ_0.
B) Escreva a equação horária do movimento.
C) Determine a energia inicial da partícula.
D) Faça o esboço do gráfico da posição, mostrando dois ciclos completos.
E) Suponha que num dado instante, seja aplicada uma força F(t) = F_0.sen(4.t), qual será o período do movimento após um longo tempo.

3) Uma onda contínua senoidal propaga-se em uma corda com velocidade de 0,80 m/s. O deslocamento das partículas da corda em x = 10,0 cm varia com o tempo de acordo com a equação y = 5,00.sen(1,20 - 9,60.t), onde y é dado em milímetros e t em segundos. A densidade linear de massa da corda é 0,386 kg/m. A partir das informações dadas:
A) Determine a frequência da onda.
R: f = 1,53 Hz
B) Determine o comprimento de onda.
R: λ = 0,52 m
C) Escreva a equação geral para o deslocamento transversal das partículas da corda em função da posição e do tempo.
R: y(x,t) = 5,00.sen(12,0.x - 9,60.t)
D) Calcule a tração na corda.
R: T = 0,25 N

4) A figura mostra a fotografia de uma corda onde se propaga uma onda regressiva de frequência 1,00 Hz, tirada no instante t = 0. O comprimento da corda é 20,0 m e a massa 0,200 kg. Determine:



A) A velocidade de propagação.
R: v = 1,0 m/s
B) A força de tração aplicada na corda.
R: T = 0,01 N
C) Escreva a função de onda correspondente.
R: ψ(x,t) = 0,2.cos(2π.x + 2π.t - π/2)
D) Determine a velocidade do ponto x = 0 no instante t = 0.
R: v(0,0) = 1,3 m/s
E) Escreva a equação da onda que deveria ser sobreposta à onda dada para produzir ondas estacionárias.
R: ψ(x,t) = 0,2.cos(2π.x - 2π.t - π/2)

5) Uma onda harmônica transversal progressiva sobre o eixo x, tem o comprimento de onda igual a 0,628 m. O deslocamento transversal máximo de um ponto é 0,200 m e o tempo que um ponto x leva para sair da posição de equilíbrio até o máximo deslocamento transversal é de 1,57 s. Determine:
A) A frequência angular da onda.
R: ω = 1 rad/s
B) A velocidade de propagação da onda.
R: v = 0,1 m/s
C) A equação que descreve a onda, sabendo que no instante t = 0 e ponto x = 0 tem deslocamento transversal nulo e movimento ascendente.
R: ψ(x,t) = 0,2.sen(10.x - t)
D) Faça o esboço do gráfico de deslocamento transversal em função do tempo para x = 0.

6) A Figura 1 mostra a fotografia de uma onda progressiva que se propaga numa corda, no instante t = 0. O comprimento da corda é de 10 m e a massa é de 100 g. A Figura 2 mostra o gráfico horário da mesma onda progressiva, para o ponto x = 0. Determine:

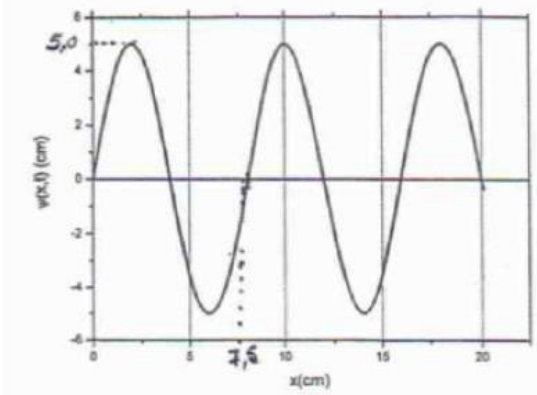


Figura 1

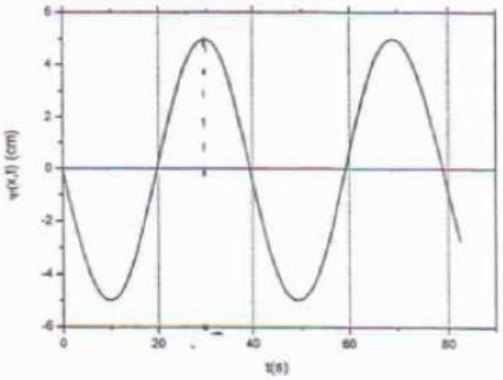


Figura 2

A) A velocidade de propagação da onda.
R: v = 1,9.10^{-3} m/s
B) A força de tração na corda.
R: F = 6,2.10^{-8} N
C) Escreva a correspondente função de onda.
R: ψ(x,t) = 5,0.10^{-2}.sen(84.x - 0,16t)