



Formulário

Professor: Edson Mosman

Nome do Aluno:

mosman (11) 98695-3640 mosmanLAB

## Sumário

<b>1 Formulário</b>	<b>1</b>
1.1 Grandezas Médias X Grandezas Instantâneas . . . . .	1
1.2 Cinemática . . . . .	1
1.3 Dinâmica - Leis de Newton . . . . .	3
1.4 Dinâmica Impulsiva . . . . .	4
1.5 Trabalho, Energia e Potência . . . . .	4
1.6 Estática . . . . .	5
1.7 Hidrostática . . . . .	5
1.8 Hidrodinâmica . . . . .	5
1.9 Leis de Kepler e Gravitação . . . . .	6
1.10 Eletrostática . . . . .	6
1.11 Movimento Harmônico Simples - M.H.S. . . . .	7
1.12 Termodinâmica e Calorimetria . . . . .	7
1.13 Ondulatória . . . . .	8
1.14 Óptica . . . . .	9
1.15 Eletrodinâmica . . . . .	11
1.16 Magnetismo . . . . .	12
1.17 Radioatividade . . . . .	12
1.18 Física Moderna . . . . .	13
<b>2 Conversão de Unidades</b>	<b>13</b>
<b>3 Tabela de Constantes</b>	<b>14</b>
<b>4 Fórmulas Matemáticas</b>	<b>15</b>

## 1 Formulário

### 1.1 Grandezas Médias X Grandezas Instantâneas

Grandeza média:

$$w_{med} = \frac{\Delta z}{\Delta t} \quad (1)$$

Grandeza instantânea:

$$w_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta z}{\Delta t} \quad (2)$$

## 1.2 Cinemática

Velocidade vetorial média:

$$\vec{v}_{med} = \frac{\vec{d}}{\Delta t} \quad (3)$$

Aceleração vetorial média:

$$\vec{a}_{med} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad (4)$$

Cinemática Escalar

Velocidade escalar média:

$$v_{med} = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (5)$$

1 Velocidade angular média:

$$\omega_{med} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} \quad (6)$$

Velocidade areolar média:

$$v_{Areolar} = \frac{\Delta A}{\Delta t} \quad (7)$$

Aceleração escalar média:

$$\alpha_{med} = \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (8)$$

Aceleração angular média:

$$\gamma_{med} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} \quad (9)$$

Movimento uniforme - M.U.:

$$S = S_0 + vt \quad (10)$$

$$v = \text{constante} \quad (11)$$

$$\alpha = 0 \quad (12)$$

Movimento uniformemente variado - M.U.V.:

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{\alpha t^2}{2} \quad (13)$$

$$v = v_0 + \alpha t \quad (14)$$

$$\alpha = \text{constante} \quad (15)$$

$$v^2 = v_0^2 + 2\alpha \Delta S \quad (16)$$

Queda Livre:

$$S = \frac{gt^2}{2}$$

$$v = gt$$

$$g = \text{constante}$$

Queda Livre - Método de Galileu:

$$z + 3z + 5z + \dots + n_i z = \frac{gt^2}{2}$$

Lançamento vertical:

$$0 = v_0 - gt_{subida} \Rightarrow t_{subida} = \frac{v_0}{g}$$

$$0 = v^2 = v_0^2 + 2(-g)h_{max} \Rightarrow h_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$$

Lançamento oblíquo:

$$0 = v_0 \text{sen} \theta - gt_{subida} \Rightarrow t_{subida} = \frac{v_0 \text{sen} \theta}{g} \quad (23)$$

$$0 = v^2 = (v_0 \text{sen} \theta)^2 + 2(-g)h_{max} \Rightarrow h_{max} = \frac{(v_0 \text{sen} \theta)^2}{2g} \quad (24)$$

$$A_h = v_0 \text{cos} \theta \frac{2v_0 \text{sen} \theta}{g} \Rightarrow A_h = \frac{v_0^2}{g} \text{sen}(2\theta) \quad (25)$$

$$y(x) = tg \theta x - \frac{g}{2(v_0 \text{cos} \theta)^2} x^2 \quad (26)$$

Lançamento horizontal:

$$H = \frac{gt_{queda}^2}{2} \Rightarrow t_{queda} = \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (27)$$

$$A_H = v_0 t_{queda} \Rightarrow A_H = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} \quad (28)$$

Movimento circular uniforme - M.C.U.:

(17) Velocidade angular:

$$(18) \quad \omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad (29)$$

(19)

Velocidade escalar:

$$(20) \quad v = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R f = \omega R \quad (30)$$

Função horária:

$$(21) \quad \omega_{med} = \frac{\Delta \theta}{\Delta t} = \text{const} \rightarrow \theta(t) = \theta_0 + \omega t \quad (31)$$

Acoplamento via correia ou corrente:

$$v_A = v_B \Rightarrow \frac{2\pi R_A}{T_A} = \frac{2\pi R_B}{T_B} \Rightarrow 2\pi R_A f_A = 2\pi R_B f_B \quad (32)$$

Acoplamento via eixo:

$$\omega_A = \omega_B \Rightarrow f_A = f_B \Rightarrow T_A = T_B \quad (33)$$

Movimento circular uniformemente variado - M.C.U.V.:

Função horária:

$$(34) \quad \gamma_{med} = \frac{\Delta \omega}{\Delta t} = \text{const} \rightarrow \omega(t) = \omega_0 + \gamma t \quad (34)$$

### 1.3 Dinâmica - Leis de Newton

Primeira Lei de Newton:

Equilíbrio estatico

$$\vec{F}_R = \vec{0} \Rightarrow \vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \vec{v} = \text{const.} \quad (35)$$

Equilíbrio dinâmico

$$\vec{F}_R = \vec{0} \Rightarrow \vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \vec{v} = \text{const.} \quad (36)$$

Segunda Lei de Newton:

$$\vec{F}_R = m\vec{a} \quad (37)$$

$$\vec{F}_R = \frac{\Delta\vec{Q}}{\Delta t} \quad (38)$$

Terceira Lei de Newton:

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} \quad (39)$$

Força resultante ou resultante das forças:

$$\vec{F}_R = \vec{R} = \Sigma\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \quad (40)$$

Resultante entre  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$

$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 \quad (41)$$

$$F_R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos(\theta) \quad (42)$$

Componentes da resultante das forças:

$$\vec{F}_R = \vec{R}_{TG} + \vec{R}_{CT} \quad (43)$$

$$F_R = \sqrt{R_{TG}^2 + R_{CT}^2} \quad (44)$$

Força de Arrasto:

$$F_{Arrasto} = kv^2 \quad (45)$$

Força Viscosa:

$$\vec{F}_{visco} = -6\pi r\eta\vec{v} \quad (46)$$

Força elástica:

$$\vec{F}_{el} = -k\vec{x} \quad (47)$$

$$F_{el} = kx \quad (48)$$

Associação de molas - em série:

$$\frac{1}{k_R} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n} \quad (49)$$

Associação de molas - em paralelo:

$$k_R = k_1 + k_2 + \dots + k_n \quad (50)$$

Força de atrito:

$$f_{at}^{din} = \mu_{din}N \quad (51)$$

$$0 \leq f_{at}^{est} \leq f_{at}^{estMax} = \mu_{est}N \quad (52)$$

$$\mu_{din} < \mu_{est} \quad (53)$$

Força de Contato:

$$\vec{F}_C = \vec{N} + \vec{f}_{at} \quad (54)$$

$$F_C = \sqrt{N^2 + f_{at}^2} \quad (55)$$

Polias Móveis:

$$F_n = \frac{F}{2^n} \quad (56)$$

Pêndulo Cônico:

$$tg\theta = \frac{a_{CT}}{g} = \frac{v^2}{Rg} = \frac{\omega^2 R}{g} \quad (57)$$

## 1.4 Dinâmica Impulsiva

Quantidade de Movimento - Momento linear:

$$\vec{Q} = m\vec{v} \quad (58)$$

Teorema do Impulso:

$$\vec{F}_R = \frac{\Delta\vec{Q}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{I}_R = \vec{F}_R\Delta t = \Delta\vec{Q} \quad (59)$$

Sistema Isolado:

$$\vec{F}_R^{Externa} = \vec{0} \Rightarrow \vec{Q}_{inicial} = \vec{Q}_{final} \quad (60)$$

Coefficiente de restituição - e:

$$e = \frac{v_{rel}^{afast}}{v_{rel}^{aprox}} = \frac{v'_B - v'_A}{v_A - v_B} = \sqrt{\frac{h}{H}} \quad (61)$$

## 1.5 Trabalho, Energia e Potência

Trabalho:

$$\tau_F = \vec{F} \cdot \vec{d} \quad (62)$$

$$\tau_F = F \cdot d \cdot \cos(\theta) \quad (63)$$

Teorema da energia cinética - T.E.C.:

$$\tau_R = \Delta E_{CIN} \quad (64)$$

Teorema da energia potencial - T.E.P.:

$$\tau_{Conservativa} = -\Delta E_{POT} \quad (65)$$

Trabalho da força peso - T.E.P:

$$\tau_{Peso} = -\Delta E_{POT} = mgh_{inicial} - mgh_{final} \quad (66)$$

Trabalho da força elástica - T.E.P:

$$\tau_{Elástica} = -\Delta E_{POT} = \frac{k \cdot x_{inicial}^2}{2} - \frac{k \cdot x_{final}^2}{2} \quad (67)$$

Trabalho da força elétrica - T.E.P:

$$\tau_{Elétrica} = -\Delta E_{POT} = q(V_{inicial} - V_{final}) \quad (68)$$

Teorema da energia mecânica - T.E.M.:

$$E_{mec} = E_{Cin} + E_{Pot} = \frac{mv^2}{2} + mgh + \frac{kx^2}{2} + qV \quad (69)$$

Trabalho das forças não conservativas:

$$\tau_{Força}^{NãoConserv} = \Delta E_{Mec} \quad (70)$$

Potência média:

$$P_{med} = \frac{\tau_F}{\Delta t} \quad (71)$$

Potência instantânea:

$$P_{inst} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\tau_F}{\Delta t} \quad (72)$$

Potência média ou instantânea:

$$P_{inst}^{med} = Fv_{inst}^{med} \cos(\theta) \quad (73)$$

Potência hidráulica:

$$P_{hid} = \eta \frac{mgh}{\Delta t} = \eta \frac{\mu Vgh}{\Delta t} = \eta \mu \phi gh \quad (74)$$

Potência eólica:

$$P_{col} = \eta \frac{1}{2} \rho_{ar} \pi r^2 v_{ar}^3 \quad (75)$$

## 1.6 Estática

Centro de massa - C.M.:

$$x_{CM} = \frac{m_1x_1 + m_2x_2 + \dots + m_nx_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \quad (76)$$

$$y_{CM} = \frac{m_1y_1 + m_2y_2 + \dots + m_ny_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \quad (77)$$

$$z_{CM} = \frac{m_1z_1 + m_2z_2 + \dots + m_nz_n}{m_1 + m_2 + \dots + m_n} \quad (78)$$

Estática - Equilíbrio de ponto material:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

Estática - Equilíbrio de corpo rígido:

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\sum \vec{M}_F = \vec{0}$$

Momento de Força - Torque:

$$\vec{M}_F = \vec{d} \times \vec{F}$$

$$M_F = Fd \sin \theta$$

Momento Angular:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad (84)$$

$$L = rmv \quad (85)$$

## 1.7 Hidrostática

Densidade e massa específica:

$$d \leq \mu \quad (86)$$

Princípio de Arquimedes:

$$E = P_{Dest}^{Liq} = m_{Dest}^{Liq}g = \mu_{Liq}V_{Dest}g \quad (87)$$

Teorema de Stevin:

$$p = p_0 + \mu gh \quad (88)$$

Princípio de Pascal:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (89)$$

## 1.8 Hidrodinâmica

Equação da continuidade:

$$\phi_1 = \frac{Vol_1}{\Delta t} = A_1v_1 = A_2v_2 = \frac{Vol_2}{\Delta t} = \phi_2 \quad (90)$$

Equação de Bernoulli:

$$\frac{1}{2}\rho v^2 + p + \rho gz = C \quad (91)$$

## 1.9 Leis de Kepler e Gravitação

Primeira Lei de Kepler (Órbitas): Os Planetas ao redor do Sol realizam órbitas elípticas, onde o Sol ocupa um dos focos da elipse.

Segunda Lei de Kepler (Áreas):

$$v_{areolar} = \frac{\Delta A}{\Delta t} = const. \quad (92)$$

Terceira Lei de Kepler (Períodos):

$$\frac{T^2}{R^3} = k_{MassaSol} \quad (93)$$

Força gravitacional:

$$\vec{F}_g = m\vec{g} \quad (94)$$

Lei da Gravitação Universal:

$$F_G = G \frac{Mm}{d^2} \quad (95)$$

Campo gravitacional:

$$m \cdot g = G \frac{Mm}{d^2} \Rightarrow g = G \frac{M}{d^2} \quad (96)$$

Energia potencial gravitacional:

$$E_{Pot} = -G \frac{Mm}{d} \quad (97)$$

Movimento orbital - M.C.U.:

$$R_{CT} = F_G \rightarrow G \frac{Mm}{R^2} = \frac{mv^2}{R} \rightarrow v_{orb} = \sqrt{\frac{GM}{R}} \quad (98)$$

$$R_{CT} = F_G \rightarrow G \frac{Mm}{R^2} = m \left( \frac{2\pi}{T} \right)^2 R \rightarrow \frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \quad (99)$$

$$R_{CT} = F_G \rightarrow mg = \frac{mv^2}{R} \rightarrow v_{orb} = \sqrt{Rg} \quad (100)$$

Velocidade de escape:

$$v_{escape} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad (101)$$

## 1.10 Eletrostática

Princípio de conservação da carga elétrica:

$$\Sigma Q = const. \quad (102)$$

Força eletrostática:

$$\vec{F}_E = q\vec{E} \quad (103)$$

Lei de Coulomb:

$$F_E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|Q||q|}{d^2} = K_0 \frac{|Q||q|}{d^2} \quad (104)$$

Campo elétrico :

$$|q|E = K_0 \frac{|Q||q|}{d^2} \Rightarrow E = K_0 \frac{|Q|}{d^2} \quad (105)$$

Energia potencial eletrostática:

$$E_{Pot} = K_0 \frac{Q \cdot q}{d} \quad (106)$$

Potencial elétrico:

$$V = \frac{E_{Pot}}{q} = K_0 \frac{Q}{d} \quad (107)$$

Campo elétrico uniforme:

$$U_{AB} = V_A - V_B = Ed \quad (108)$$

Trabalho da força elétrica - T.E.P:

$$\tau_{Felétrica} = -\Delta E_{POT} = q(V_{inicial} - V_{final}) \quad (109)$$

Blindagem eletrostática - Gaiola de Faraday:

$$E = 0 \rightarrow V = const. \quad (110)$$

Capacitor:

$$Q = CU \quad (111)$$

Capacitor esférico:

$$C = \frac{1}{K}R \quad (112)$$

Capacitores esféricos em equilíbrio eletrostático:

$$V_{eq} = \frac{C_1 Q_1 + C_2 Q_2 + \dots + C_n Q_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n} \quad (113)$$

## 1.11 Movimento Harmônico Simples - M.H.S.

Funções horárias:

$$x(t) = A \cos(\theta_0 + \omega t) \quad (114)$$

$$v(t) = -\omega A \sin(\theta_0 + \omega t) \quad (115)$$

$$a(t) = -\omega^2 A \cos(\theta_0 + \omega t) \quad (116)$$

$$a(t) = -\omega^2 x \quad (117)$$

Sistema massa-mola - energia mecânica:

$$E_{mec} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kx^2}{2} = \frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{kA^2}{2} = const. \quad (118)$$

Sistema massa-mola:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (119)$$

Pêndulo simples:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (120)$$

## 1.12 Termodinâmica e Calorimetria

Escala termométrica:

$$\frac{\Delta\theta_C}{5} = \frac{\Delta\theta_F}{9} = \frac{\Delta T}{5} = \frac{\Delta R}{9} \quad (121)$$

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{T - 273}{5} = \frac{R - 491,4}{9} \quad (122)$$

Condução térmica (Lei de Fourier):

$$\phi = \frac{Q}{\Delta t} = KA \frac{\Delta\theta}{L} \quad (123)$$

Lei de Stefan-Boltzmann:

$$\frac{P}{A} = \epsilon\sigma T^4 \quad (124)$$

Calor sensível:

$$Q_S = mc\Delta\theta \quad (125)$$

Calor latente:

$$Q_L = mL \quad (126)$$

Sistema termicamente isolado:

$$Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n = 0 \quad (127)$$

Temperatura de equilíbrio (sem mudança de estado):

$$\theta_{Eq} = \frac{C_1\theta_1 + C_2\theta_2 + \dots + C_n\theta_n}{C_1 + C_2 + \dots + C_n} \quad (128)$$

Dilatação linear:

$$\Delta L = L_0\alpha\Delta\theta \rightarrow L = L_0(1 + \alpha\Delta\theta) \quad (129)$$

Dilatação superficial:

$$\Delta A = A_0\beta\Delta\theta \rightarrow A = A_0(1 + \beta\Delta\theta) \quad (130)$$

$$\beta = 2\alpha + \alpha^2\Delta\theta \cong 2\alpha \quad (131)$$

Dilatação volumétrica:

$$\Delta V = V_0\gamma\Delta\theta \rightarrow V = V_0(1 + \gamma\Delta\theta) \quad (132)$$

$$\gamma = 3\alpha + 3\alpha^2\Delta\theta + \alpha^3(\Delta\theta)^2 \cong 3\alpha \quad (133)$$

Dilatação em líquidos:

$$\Delta V_{Ap} = \Delta V_{Liq} - \Delta V_{Rec} \quad (134)$$

Gás ideal:

$$pV = nRT \quad (135)$$

$$\frac{p_1V_1}{n_1T_1} = \frac{p_2V_2}{n_2T_2} = \dots = \frac{p_nV_n}{n_nT_n} = R \quad (136)$$

Transformação adiabática:

$$p_1V_1^\gamma = p_2V_2^\gamma = \dots = p_nV_n^\gamma = const \quad (137)$$

Primeira lei da Termodinâmica:

$$\Delta U = Q - \tau$$

Trabalho:

$$\tau = p\Delta V$$

Energia Interna:

$$U_{mono} = 3\frac{nRT}{2}$$

$$U_{dia} = 5\frac{nRT}{2}$$

Segunda lei da Termodinâmica:

$$\Delta S \geq 0$$

Máquina térmica - rendimento:

$$\eta = \frac{\tau}{Q_1} \rightarrow \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Máquina térmica - rendimento - Ciclo de Carnot:

$$\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \rightarrow \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Máquina refrigeradora - eficiência ou coeficiente de desempenho:

$$e = k = \frac{|Q_{fria}|}{\tau}$$

### 1.13 Ondulatória

(138) Onda:

$$v = \lambda f \quad (146)$$

(139) Velocidade de propagação do som no gás:

$$v_{som} = \sqrt{\frac{P}{\rho}} \quad (147)$$

(141) Velocidade de propagação pulso em corda:

$$v_{pulso} = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (148)$$

Velocidade de propagação da onda na superfície da água:

$$v_{onda}^{água} = k\sqrt{gh} \quad (149)$$

Velocidade de propagação de onda eletromagnética:

$$v_{Luz} = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad (150)$$

$$v_{Luz}^{Vácuo} = c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0\mu_0}} = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad (151)$$

(145) Interferência para  $f_1 = f_2$ :

$$|\overline{AP} - \overline{BP}| = n\frac{\lambda}{2} \quad (152)$$

Interferência para  $f_1 \approx f_2$ :

frequência resultante:

$$f_R = (f_1 + f_2)/2 \quad (153)$$

frequência do batimento:

$$f_B = |f_1 - f_2| \quad (154)$$

Ondas estacionárias em cordas:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad (155)$$

$$f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad (156)$$

Ondas estacionárias em tubos abertos:

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \quad (157)$$

$$f_n = \frac{n}{2L} \sqrt{\frac{P}{\rho}} \quad (158)$$

Ondas estacionárias em tubos fechados:

$$\lambda_{n_i} = \frac{4L}{n_i} \quad (159)$$

$$f_{n_i} = \frac{n_i}{4L} \sqrt{\frac{P}{\rho}}$$

Intensidade sonora:

$$i = \frac{E}{\Delta t A} = \frac{Pot}{A}$$

Nível sonoro:

$$\beta = 10 \log \left( \frac{i}{i_0} \right)$$

Efeito Doppler:

$$f_{aparente} = \left( \frac{v_{onda} \pm v_{observador}}{v_{onda} \pm v_{fonte}} \right) \cdot f_0 \quad (163)$$

Polarização - Lei de Malus:

$$I(\theta) = I_0 \cos^2(\theta) \quad (164)$$

## 1.14 Óptica

(160) Espelho plano:

$$p = -p' \quad (165)$$

Número de imagens:

$$(161) \quad n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \quad (166)$$

(162) Lei de Snell:

$$n_A \text{sen}(\theta_A) = n_B \text{sen}(\theta_B) \quad (167)$$

$$\frac{\text{sen}(\theta_A)}{v_A} = \frac{\text{sen}(\theta_B)}{v_B} \quad (168)$$

$$\frac{\text{sen}(\theta_A)}{\lambda_A} = \frac{\text{sen}(\theta_B)}{\lambda_B} \quad (169)$$

Refração:

$$(164) \quad f_A = \frac{v_A}{\lambda_A} = \frac{v_B}{\lambda_B} = f_B = \text{constante} \quad (170)$$

Reflexão total - ângulo limite:

$$\text{sen}L = \frac{n_{menor}}{n_{maior}} \quad (171)$$

Fibra óptica - ângulo de captação:

$$\text{sen}\theta_{cap} = \sqrt{n^2 - 1} \quad (172)$$

Dióptro plano - Observador na vertical:

$$\frac{p'}{p} = \frac{n_I}{n_{II}} \quad (173)$$

Lâmina - desvio lateral:

$$d = e \frac{\text{sen}(\theta_i - \theta_r)}{\cos\theta_r} \quad (174)$$

Prisma:

$$A = r_1 + r_2 \quad (175)$$

$$\Delta = \delta_1 + \delta_2 = i_1 + i_2 - A \quad (176)$$

$$\Delta_{\text{mínimo}} = 2\delta = 2(i - r) \quad (177)$$

Equação dos fabricantes de Lentes (Halley):

$$C = \frac{1}{f} = \left( \frac{n_{lente}}{n_{meio}} - 1 \right) \cdot \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \quad (178)$$

Equação de Gauss - Lentes e espelhos:

$$C = \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \quad (179)$$

Equação de Newton - Lentes e espelhos:

$$z \cdot z' = (p - f)(p' - f) = f^2 \quad (180)$$

Dispersão - Equação de Cauchy:

$$n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2} \quad (181)$$

Aumento linear transversal:

$$A_{trans} = \frac{i_y}{o_y} = -\frac{p'}{p}$$

Aumento linear longitudinal:

$$A_{long} = \frac{i_x}{o_x}$$

Aumento areolar:

$$A_{areolar} = \frac{A_i}{A_o}$$

Aumento angular visual:

$$A_{\theta}^{visual} = \frac{\alpha_i}{\alpha_o}$$

Associação de Lentes por justaposição:

$$(182) \quad C_R = C_1 + C_2 + \dots + C_n \rightarrow \frac{1}{f_R} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots + \frac{1}{f_n} \quad (186)$$

Óptica da visão - Miopia:

$$(183) \quad C_{lente}^{mioia} = -\frac{1}{p_{rem}} \quad (187)$$

Óptica da visão - Hipermetropia:

$$(184) \quad C_{lente}^{hipermetropia} = 4 - \frac{1}{p_{prox}} \quad (188)$$

(185) Microscópio simples(Lupa) - Aumento nominal:

$$A_0 = d_0 \cdot C \quad (189)$$

Microscópio composto - Aumento transversal:

$$A_{micro} = \frac{o''}{o} = \frac{o''}{o'} \cdot \frac{o'}{o} = A_{objetiva} \cdot A_{ocular} \quad (190)$$

Telescópio - Aumento angular nominal:

$$A_{tel} = \frac{|f_{OB}|}{|f_{OC}|} \quad (191)$$

## 1.15 Eletrodinâmica

Intensidade de corrente elétrica:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{n \cdot e}{\Delta t} \quad (192)$$

Primeira Lei de Ohm:

$$U_{AB} = Ri \quad (193)$$

Segunda Lei de Ohm:

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad \text{ou} \quad R = \frac{1}{\sigma} \frac{L}{A} \quad (194)$$

Resistividade em função da temperatura

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \Delta \theta) \quad (195)$$

Primeira e Segunda Lei de Ohm:

$$i = \frac{Q}{\Delta t} = \sigma A \frac{U}{L} \quad (196)$$

Potência:

$$P = \frac{\tau_{\text{elétrica}}}{\Delta t} = Ui = \frac{U^2}{R} = R \cdot i^2 \quad (197)$$

Associação de resistores - em série:

$$R_R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad (198)$$

$$R_R = nR \quad (199)$$

Associação de resistores - em paralelo:

$$\frac{1}{R_R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (200)$$

$$R_R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (201)$$

$$R_R = \frac{R}{n} \quad (202)$$

Equação característica do gerador elétrico ideal:

$$U_{AB} = \epsilon \quad (203)$$

Equação característica do gerador elétrico real:

$$U_{AB} = \epsilon - ri \quad (204)$$

Rendimento do gerador elétrico real:

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}} = \frac{U_{AB}}{\epsilon} \quad (205)$$

Potência útil máxima do Gerador real -  $\eta = 50\%$ :

$$P_{\text{útil}}^{\text{máxima}} = U_{AB}i = \frac{\epsilon}{2} \frac{i_{cc}}{2} = \frac{\epsilon}{2} \frac{\epsilon}{2r} = \frac{\epsilon^2}{4r} \quad (206)$$

Associação de geradores - em série:

$$\epsilon_{eq} = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \dots + \epsilon_n \quad (207)$$

$$r_{eq} = r_1 + r_2 + \dots + r_n \quad (208)$$

Associação de geradores - em paralelo:

$$\epsilon_{eq} = \epsilon = \text{const.} \quad (209)$$

$$r_{eq} = \frac{r}{n} \quad (210)$$

Equação característica do receptor ideal:

$$U_{AB} = \epsilon' \quad (211)$$

Equação característica do receptor real:

$$U_{AB} = \epsilon' + r'i \quad (212)$$

Rendimento do receptor elétrico real:

$$\eta = \frac{P_{\text{útil}}}{P_{\text{total}}} = \frac{\epsilon'}{U_{AB}} \quad (213)$$

Lei de Ohm-Pouillet, malha única:

$$\Sigma \epsilon - \Sigma \epsilon' = \Sigma Ri \quad (214)$$

Primeira lei de Kirchhoff:

$$\Sigma i = 0 \quad (215)$$

Segunda lei de Kirchhoff:

$$\Sigma U = 0 \quad (216)$$

Capacitor de placas planas e paralelas:

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} \quad (217)$$

Associação de capacitores - em série:

$$\frac{1}{C_R} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (218)$$

Associação de capacitores - em paralelo:

$$C_R = C_1 + C_2 + \dots + C_n \quad (219)$$

## 1.16 Magnetismo

Fio longo:

$$B_{fio} = \frac{\mu_0 i}{2\pi d} \quad (220)$$

Espira circular:

$$B_{espira} = \frac{\mu_0 i}{2R} \quad (221)$$

Solenóide:

$$B_{sol} = \mu_0 \frac{N}{L} i \quad (222)$$

Força Magnética:

$$\vec{F}_{MAG} = q \cdot \vec{v} \times \vec{B} \quad (223)$$

$$F_{MAG} = |q|vB\text{sen}(\theta) \quad (224)$$

Força magnética sobre condutor:

$$\vec{F}_{MAG} = i\vec{L} \times \vec{B} \quad (225)$$

$$F_{MAG} = iLB\text{sen}(\theta) \quad (226)$$

Força magnética entre condutores:

$$F_{MAG} = \left( \frac{\mu_0 L}{2\pi} \right) \frac{i_1 i_2}{d} \quad (227)$$

Fluxo magnético:

$$\phi_{Mag} = \vec{A} \cdot \vec{B} \quad (228)$$

$$\phi_{Mag} = AB\cos(\theta) \quad (229)$$

Indução eletromagnética - Lei de Faraday e Lei de Lenz:

$$\epsilon_{induzida} = - \frac{\Delta\phi_{Mag}}{\Delta t} \quad (230)$$

$$|\epsilon_{induzida}| = B \frac{\Delta A}{\Delta t} = LBv \quad (231)$$

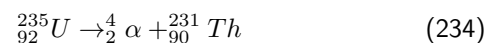
Transformador - (A.C.):

$$\frac{U_{\text{primário}}^{\text{alternada}}}{N_{\text{primário}}^{\text{voltas}}} = \frac{U_{\text{secundário}}^{\text{alternada}}}{N_{\text{secundário}}^{\text{voltas}}} \quad (232)$$

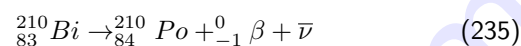
$$P_{\text{primário}} = U_p i_p = U_s i_s = P_{\text{secundário}} \quad (233)$$

## 1.17 Radioatividade

Primeira Lei da Radioatividade - Emissão de partícula alfa - Lei de Soddy ( ${}^4_2\alpha$ ):



Segunda Lei da Radioatividade - Emissão de partícula beta - Lei de Soddy-Fajans-Russel( ${}^0_{-1}\beta$ ):



Decaimento exponencial:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad (236)$$

Meia Vida,  $t_{1/2}$ :

$$m_0 \rightarrow \frac{m_0}{2} \rightarrow \frac{m_0}{4} \rightarrow \dots \rightarrow \frac{m_0}{2^n} \quad (237)$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad (238)$$

Vida média,  $\tau$ :

$$\tau = \frac{1}{\lambda} \quad (239)$$

## 1.18 Física Moderna

Relação de Planck-Einstein - Energia do fóton:

$$E_{\text{Fóton}} = hf \quad (240)$$

Efeito foto-elétrico:

$$E_{\text{Elétron}}^{\text{Cinética}} = hf - W \quad (241)$$

Onda Material - Comprimento de onda de De Broglie:

$$\lambda_D = \frac{h}{mv} \quad (242)$$

Modelo atômico de Bohr - Emissão e Absorção de Fóton:

$$E_{\text{Fóton}}^{\text{Emitido/Absorvido}} = |E_{\text{estado}}^{\text{inicial}} - E_{\text{estado}}^{\text{final}}| = hf \quad (243)$$

Modelo atômico de Bohr - Momento Angular:

$$L = mrv = n\hbar \quad (244)$$

Onde:  $\hbar = \frac{h}{2\pi}$  e  $n=1,2,3,\dots$

Modelo atômico de Bohr - Níveis de Energia:

$$E_n = -\left(\frac{ke^4m}{2\hbar^2}\right)\frac{1}{n^2} = E_1\frac{1}{n^2} = \frac{-13,6}{n^2}eV \quad (245)$$

Modelo atômico de Bohr - Raio:

$$r_n = \left(\frac{\hbar^2}{me^2k}\right).n^2 = a_1n^2 = n^2.0,53.10^{-10}m \quad (246)$$

Conversão entre Massa e Energia:

$$E = |\Delta m|c^2 \quad (247)$$

Relatividade Restrita - Dilatação Temporal:

$$\Delta t' = \frac{\Delta t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad (248)$$

Relatividade Restrita - Contração Espacial:

$$L' = L\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (249)$$

## 2 Conversão de Unidades

Unidades de distância:

$$1,000\text{milha} - \text{terrestre} = 1,609.10^3m \quad (250)$$

$$1,000\text{milha} - \text{náutica} = 1,852.10^3m \quad (251)$$

$$1,00\text{ano} - \text{luz} = 9,46.10^{15}m \approx 9,5.10^{15}m \quad (252)$$

Unidades de velocidade:

$$1,0m/s = 3,6km/h \quad (253)$$

Unidades de energia:

$$1,00cal = 4,18J \approx 4,2J \quad (254)$$

$$1,00eV = 1,60.10^{-19}J \quad (255)$$

$$1,00Wh = 3,60.10^3J \quad (256)$$

Unidades de potência:

$$1,00CV = 735J \approx 750W \quad (257)$$

$$1,00HP = 745J \approx 750W \quad (258)$$

Unidades de pressão:

$$1,00atm = 0,76mHg = 10mH_2O = 1,01.10^5N/m^2 \quad (259)$$

Unidades de carga elétrica:

$$1,00Ah = 3,60.10^3C \quad (260)$$

Múltiplos e Submúltiplos no sistema métrico:

Múltiplos - Sistema Métrico			
Quilo	$k = 10^3$	Mili	$m = 10^{-3}$
Mega	$M = 10^6$	Micro	$\mu = 10^{-6}$
Giga	$G = 10^9$	Nano	$n = 10^{-9}$
Tera	$T = 10^{12}$	Pico	$p = 10^{-12}$
Peta	$P = 10^{15}$	Fento	$f = 10^{-15}$

Tabela 1:

### 3 Tabela de Constantes

Aceleração da gravidade:

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 \approx \pi^2 \text{ m/s}^2 \approx 10 \text{ m/s}^2 \quad (261)$$

Constante Gravitacional:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \quad (262)$$

Constante Universal dos gases:

$$R = 0,082 \frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 8,3 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \quad (263)$$

Número de Avogadro:

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \quad (264)$$

Constante de Boltzmann

$$k_B = \frac{R}{N_A} = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K} \quad (265)$$

Velocidade da luz no vácuo:

$$v_{\text{Luz}}^{\text{Vácuo}} = c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m/s} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s} \quad (266)$$

Massa da Terra:

$$M_{\text{Terra}} = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg} \approx 6 \cdot 10^{24} \text{ kg} \quad (267)$$

Raio da Terra:

$$R_{\text{Terra}} = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m} \approx 6,4 \cdot 10^6 \text{ m} \quad (268)$$

Raio da órbita geossíncrona:

$$R_{\text{GEO}} = 4,220 \cdot 10^7 \text{ m} \approx 6,5 R_{\text{Terra}} \quad (269)$$

Distância média Terra Sol:

$$d_{\text{Terra-Sol}} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m} = 1,0 \text{ u.a.} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m} \quad (270)$$

Distância Terra Lua:

$$d_{\text{Terra-Lua}} = 3,85 \cdot 10^8 \text{ m} \approx 6,6 R_{\text{Terra}} \quad (271)$$

Constante eletrostática no vácuo:

$$K_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9,0 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \quad (272)$$

Carga elementar:

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad (273)$$

Massa do elétron:

$$m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \quad (274)$$

Carga do elétron:

$$q_e = -e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad (275)$$

Razão carga massa do elétron:

$$\frac{q_e}{m_e} = -1,76 \cdot 10^{-11} \frac{\text{C}}{\text{kg}} \quad (276)$$

Massa do próton:

$$m_p = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \quad (277)$$

Carga do próton:

$$q_p = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad (278)$$

Permeabilidade magnética no vácuo:

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}} \quad (279)$$

Constante de Stefan-Boltzmann:

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}^4} \quad (280)$$

Constante de Planck:

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} = 4,14 \cdot 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \quad (281)$$

Energia do Estado fundamental - Átomo de Hidrogênio:

$$E_1 = -13,6 \text{ eV} \quad (282)$$

Raio do Estado fundamental - Modelo de Bohr - Átomo de Hidrogênio:

$$a_1 = 0,53 \cdot 10^{-10} \text{ m} \quad (283)$$

## 4 Fórmulas Matemáticas

Trigonometria			
$\theta$	$\text{sen}(\theta)$	$\text{cos}(\theta)$	$\text{tg}(\theta)$
$0^\circ$	0	1	0
$30^\circ$	$1/2 = 0,5$	$\sqrt{3}/2 = 0,87$	$\sqrt{3}/3 = 0,58$
$\approx 37^\circ$	$3/5 = 0,6$	$4/5 = 0,8$	$3/4 = 0,75$
$45^\circ$	$\sqrt{2}/2 \approx 0,71$	$\sqrt{2}/2 \approx 0,71$	1
$\approx 53^\circ$	$4/5 = 0,8$	$3/5 = 0,6$	$4/3 = 1,33$
$60^\circ$	$\sqrt{3}/2 = 0,87$	$1/2 = 0,5$	$\sqrt{3} = 1,73$
$90^\circ$	1	0	

Média quadrática:

$$m_Q = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}} \quad (288)$$

Relação entre médias Pitagóricas:

$$m_A m_H = m_G^2 \quad (289)$$

Desigualdades:

$$0 \leq x_1 \leq m_H \leq m_G \leq m_A \leq m_Q \leq x_n \quad (290)$$

Função do primeiro grau, equação reduzida da reta:

$$y = f(x) = ax + b \quad \text{onde: } a = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \text{const.} \quad (291)$$

Função do segundo grau, parábola:

$$y = f(x) = ax^2 + bx + c \quad (292)$$

$$y = f(x) = 0 \quad x_{12} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad (293)$$

$$v_x = -\frac{b}{2a} \quad v_y = -\frac{b^2 - 4ac}{4a} \quad (294)$$

Função par:

$$f(x) = f(-x) \quad (295)$$

Função ímpar:

$$f(x) = -f(-x) \quad (296)$$

Progressão aritmética - P.A.:

$$P.A.(a_1, a_2, \dots, a_n, \dots) \quad (297)$$

$$a_n = a_1 + (n-1)r \quad (298)$$

$$r = a_n - a_{(n-1)} = \dots = a_2 - a_1 \quad (299)$$

$$S_n = \frac{n(a_1 + a_n)}{2} \quad (300)$$

Progressão geométrica - P.G.:

$$P.G.(a_1, a_2, \dots, a_n, \dots) \quad (301)$$

$$a_n = a_1 q^{(n-1)} \quad (302)$$

$$q = \frac{a_n}{a_{(n-1)}} = \dots = \frac{a_2}{a_1} \quad (303)$$

$$S_n = \frac{a_1(q_n - 1)}{(q - 1)} \quad (304)$$

$$S_{n \rightarrow \infty} = \frac{a_1}{1 - q} \quad (305)$$

Relação fundamental: $\text{sen}^2\theta + \text{cos}^2\theta = 1$
função ímpar: $\text{sen}(\theta) = -\text{sen}(-\theta)$
função ímpar: $\text{tg}(\theta) = -\text{tg}(-\theta)$
função par: $\text{cos}(\theta) = \text{cos}(-\theta)$
Se $\alpha + \beta = 90^\circ$ então: $\text{sen}\alpha = \text{cos}\beta$
Se $\alpha + \beta = 180^\circ$ então: $\text{tg}\alpha = -\text{tg}\beta$

Para $\theta$ pequeno: $\theta \approx \text{sen}\theta \approx \text{tg}\theta$ e $\text{cos}\theta \approx 1$
---

$\text{sen}(\alpha \pm \beta) = \text{sen}\alpha.\text{cos}\beta \pm \text{sen}\beta.\text{cos}\alpha$
$\text{cos}(\alpha \pm \beta) = \text{cos}\alpha.\text{cos}\beta \mp \text{sen}\alpha.\text{sen}\beta$
$\text{tg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\text{tg}\alpha \pm \text{tg}\beta}{1 \mp \text{tg}\alpha.\text{tg}\beta}$

Lei dos senos: $\frac{a}{\text{sen}\alpha} = \frac{b}{\text{sen}\beta} = \frac{c}{\text{sen}\gamma} = 2R$
Lei dos cossenos: $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab\text{cos}\gamma$

Tabela 2: Ângulos, propriedades e relações trigonométricas.

Considere os seguinte números reais:  $0 \leq x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$ .

Média aritmética:

$$m_A = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (284)$$

Média aritmética - ponderada:

$$m_P = \frac{P_1 x_1 + P_2 x_2 + \dots + P_n x_n}{P_1 + P_2 + \dots + P_n} \quad (285)$$

Média geométrica:

$$m_G = \sqrt[n]{x_1 x_2 \dots x_n} \quad (286)$$

Média harmônica:

$$m_H = \frac{n}{\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} + \dots + \frac{1}{x_n}} \quad (287)$$