

TERMOMETRIA

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9} = \frac{T_K - 273}{5}$$

VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

$$\frac{\Delta T_C}{5} = \frac{\Delta T_F}{9} = \frac{\Delta T_K}{5}$$

dilatação sólidas

LÍNEAR

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

SUPERFICIAL

$$\Delta S = S_0 \cdot \beta \cdot \Delta T$$

$$T_C = T_F \rightarrow -40^\circ$$

$$\Delta T_C = \Delta T_K$$

dilatação dos líquidos

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta T)$$

$$S = S_0 (1 + \beta \Delta T)$$

$$\beta \approx 2\alpha$$

$$\gamma_{\text{REAL}} = \gamma_{\text{RECIP}} + \gamma_{\text{APAR}}$$

$$L = L_0 \alpha \Delta T + L_0$$

$$S = S_0 \beta T + S_0 (1 - \beta T_0)$$

VARIAÇÃO DE DENSIDADE

VOLUMÉTRICA

$$\gamma \approx 3\alpha$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

$$V = V_0 \gamma T + V_0 (1 - \gamma T_0)$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{(1 + \gamma_{\text{REAL}} \Delta T)}$$

$$V = V_0 (1 + \gamma \cdot \Delta T)$$

dilatação líquidos

$$\Delta V_{ap} = \Delta V_{real} - \Delta V_{frasco} \rightarrow \gamma_{ap} = \gamma_{real} - \gamma_f$$

$$\gamma_{ap} = 1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-4}$$

$$\gamma_{ap} = 1 \times 10^{-6} - 0,1 \times 10^{-4}$$

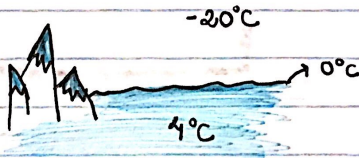
forte
ligação de H

$$\Delta V_{ap} = V_0 \cdot \gamma_{ap} \cdot \Delta T$$

ANOMALIA DA ÁGUA
PERMITE A VIDA AQUÁTICA

$$d = \frac{m}{V}$$

↑ d ↓ V
igual



$\alpha \rightarrow$ COMPRIMENTO / TAMANHO cm

$\beta \rightarrow$ ÁREA / SUPERFÍCIE cm^2

$\gamma \rightarrow$ VOLUME cm^3

LIQUIDO QUE TRANSBORDA \rightarrow APARENTE

CALORIMETRIA

$$Q_s = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$P = \frac{Q}{\Delta t}$$

propagação de calor

$$I = c \cdot \sigma T^4$$

$$c = \frac{Q}{m \Delta T}$$

$$Q = m \cdot L$$

$$e = \frac{Q_{\text{emitida}}}{A \cdot \Delta t}$$

1 CALORIA = 4,186 J

gás ideal

$$PV = nRT$$

$$R = 8,31 \frac{J}{\text{mol} \cdot K} = 0,082 \frac{\text{ATM} \cdot L}{\text{mol} \cdot K}$$

mol · K

mol · K

TRABALHO

TERMODINÂMICO

$$\bar{G} = P \Delta V$$

ISOBÁRICA (P)

ISOCÓRICA (V)

ISOTÉRMICA (T)

$$\frac{V_0}{T_0} = \frac{V}{T}$$

$$\frac{P_0}{T_0} = \frac{P}{T}$$

$$P_0 V_0 = PV$$

$$Q = \Delta U + \bar{G}$$

$$e = \frac{Q_{\text{FRIA}}}{\bar{G}}$$

$$\eta = \frac{\bar{G}}{Q_{\text{quente}}} \cdot 100\%$$

$$\eta_{\text{CARNOT}} = \frac{1 - T_{\text{FRIA}}}{T_{\text{QUENTE}}}$$

ÓPTICA

$$\frac{O}{G} = \frac{P'}{P}$$

ESPELHO PLANO

VIMAGEM = 2.V ESP

$$D = 2d$$

$$N = \frac{360^\circ}{d} - 1$$

$$\Delta = 2\alpha$$

$$V_{ESP} = W_{ESP} \cdot R$$

ESPELHO ESFÉRICO

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'}$$

$$A = I = -P' = \frac{f}{P} = \frac{f - P'}{f}$$

REAL → INVERTIDA
VIRTUAL → DIREITA

refração da luz

$$n = \frac{c}{v}$$

$$n_A \cdot \sin \hat{i} = n_B \cdot \sin \hat{r}$$

$$V = C = \frac{1}{f}$$

MIÓPIA

$$V = -\frac{1}{f} = -\frac{1}{PR'}$$

$$\frac{\text{SEN } \hat{i}}{\text{SEN } \hat{r}} = \frac{VA}{VB}$$

$$\text{SEN } \hat{L} = \frac{n_B}{n_A}$$

$$\Delta = \hat{i} + \hat{i}' - \hat{A}$$

HIPERMETROPIA

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{PP'}$$

$$\frac{n_{OBS}}{n_{OBJ}} = \frac{P'}{P}$$

$$d = \frac{e \cdot \text{SEN}(\hat{i} - \hat{r})}{\text{COS } \hat{r}}$$

ONDULATÓRIA

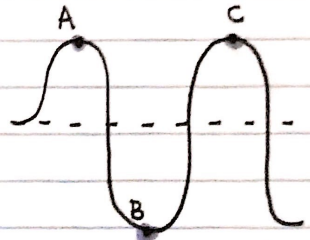
$$v = \lambda \cdot f$$

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

→ FORÇA TENSORA
→ DENSIDADE LINEAR

$$\mu = \frac{m}{l}$$

$$\frac{\text{SEN } \hat{i}}{\text{SEN } \hat{j}} = \frac{v_B}{v_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$$



interferência

• CONSTRUTIVA

$$A_R = A_1 + A_2$$

• DESTRUTIVA

$$A_R = A_1 - A_2$$

• pontos em fase

$$\Delta x = N \lambda$$

$N = 0, 1, 2, 3, \dots$

• oposição de fase

$$\Delta x = (N + 1/2) \lambda$$

efeito doppler

$$f' = f \left| \frac{v \pm v_o}{v \pm v_f} \right|$$

MOV. HARMÔNICO SIMPLES

$\overset{\div 60}{\text{Rpm}} \xrightarrow{\quad} \text{Hz}$
 $\xleftarrow{\times 60}$

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{t}$$

$$V = \omega \cdot R$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

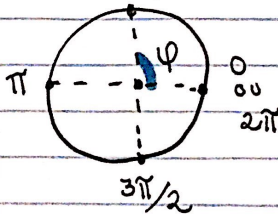
$$\omega = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \omega = 2\pi \cdot f$$

$$X = A \cdot \cos \varphi$$

$$\varphi = \varphi_0 + \omega \cdot t$$

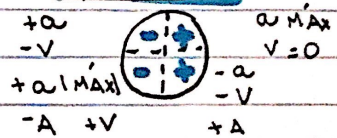
$$V = v_T \cdot \text{SEN} \varphi$$

$$a = -\omega^2 \cdot A \cdot \cos(\varphi_0 + \omega t)$$



$$a = -\omega^2 \cdot x$$

$$V^2 = \omega^2 \cdot (A^2 - x^2)$$



ELETROSTÁTICA

$$Q = \pm n \cdot e$$

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$\frac{q_x + q_y + q_z + \dots}{N^\circ \text{ ESPERAS}}$$

CONTATO (ESF = d)

LEI DE COULOMB

$$F_{12} = k \frac{|Q_1| |Q_2|}{d^2}$$

$$k = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2$$

campo elétrico

$$\vec{F} = \vec{E} \cdot |q|$$

$$E = k \cdot \frac{|Q|}{d^2}$$

PROX DA SUP.

NA SUP.

potencial elétrico

$$V = k \cdot \frac{Q}{d}$$

$$E_{\text{ARMAZ}} = V \cdot q$$

$$E = k \cdot \frac{|Q|}{R^2}$$

$$E = \frac{1}{2} \cdot k \cdot \frac{|Q|}{R^2}$$

$$\begin{array}{c} \div d \\ \curvearrowright \\ E \quad V \\ \curvearrowleft \\ \times d \end{array} \quad E = \frac{V}{d} \quad V = E \cdot d$$

$$a = \frac{E \cdot |q|}{m}$$

TRABALHO FORÇA ELÉTRICA

$$W = F_R \cdot \Delta S$$

$$W = |V_1 - V_2| \cdot q$$

ELETRODINÂMICA

$$i = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$i = \frac{|Q_p| + |Q_n|}{\Delta t}$$

$$E = P \cdot \Delta t$$

$$kwh = Kw \cdot h$$

resistors

$$U = R \cdot i$$

WATT

$$P = \frac{\text{ENERGIA}}{\Delta t}$$

m e DT

m L

$U_{\text{NOMINAL}} > U_{\text{REDE}} (R_{\text{CTE}})$

$$\frac{U_{\text{NOMINAL}}^2}{P_{\text{NOMINAL}}} = \frac{U_{\text{LOCAL}}^2}{P_{\text{ÚTIL}}}$$

$$P = i \cdot U$$

$$P = i^2 \cdot R$$

$$P = \frac{U^2}{R}$$

$$R = \frac{\rho \cdot L}{A}$$

$$i = \frac{R \cdot A}{\rho}$$

associação R.

SÉRIE → $R_{\text{eq}} = \text{SOMA}$

$$R_{\text{eq}} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \dots}$$

$$R_{\text{eq}} = \frac{R}{n}$$

PARALELO

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

gradouros

$$E - r \cdot i = R_{\text{eq}} \cdot i$$

SÉRIE → $r_T \oplus$

SOMA

→ $E_T \oplus$

PARALELO

ET → E

$$r_T = \frac{r}{n}$$

capacitors elétricos

$$Q = C \cdot U$$

$$E_{\text{ARM}} = \frac{Q \cdot U}{2}$$

$$C = K \cdot \frac{\epsilon_0 \cdot A}{d}$$

PARALELO

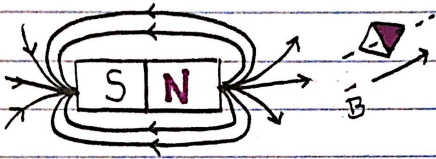
$$C_{\text{EQ}} = C_1 + C_2$$

SÉRIE

$$C_{\text{EQ}} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$\frac{1}{C_{\text{eq}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

• ELETROMAGNETISMO



$$\vec{F}_{MAG} = \vec{B} \cdot |q| \cdot \vec{v} \cdot \text{SEN } \theta$$

⊙ SAINDO DO PLANO

MÃO DIREITA (TAPA)

⊗ ENTRANDO DO PLANO



$q \oplus F_{mag} \rightarrow$ PALMA

$q \ominus F_{mag} \rightarrow$ DORSO

tapa \rightarrow

$$R = \frac{m \cdot v}{|q| \cdot B}$$

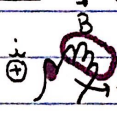
$$T = \frac{2\pi \cdot m}{|q| \cdot B}$$

$\theta = 0^\circ$ ou 180° LANÇAMENTO PARALELO A \vec{B}

$\theta = 90^\circ$ PERPENDICULAR A \vec{B}

$0^\circ < \theta < 90^\circ$ OBLIQUO AO \vec{B}

$$F_{MAG} = B \cdot i \cdot L \cdot \text{SEN } \theta$$



F_{MAG} (PALMA)

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi d}$$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2R}$$

T A m

abraço

ÂNG ENTRE CONDUTOR E LINHA DE CAMPO

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i \cdot N}{l}$$

ELFELDROMAGNETISMUS

$$\phi = B \cdot A \cdot \sin \theta$$

$$E_{\text{ind}} = B \cdot v \cdot L$$

$$E_{\text{induziert}} = - \frac{\Delta \phi}{\Delta t} \cdot N$$

$$E_{\text{ind}} = R \cdot i_{\text{ind}}$$

$$\frac{|\Delta \phi|}{\Delta t} \rightarrow \text{CTE} \rightarrow$$

$$\frac{E_1}{N_1} = \frac{E_2}{N_2}$$

GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

$$F_g = G \cdot M_x \cdot M_y \frac{1}{d \cdot x \cdot y^2}$$

$$g = \frac{G \cdot M_p}{d^2}$$

→ NA SUPERFÍCIE

→ NA ALTITUDE

$$g_{SUP} = \frac{G \cdot M_p}{R^2}$$

$$g_{ALT} = \frac{G \cdot M_p}{(R+h)^2}$$

PERIÉLIO x AFÉLIO

\vec{F}_g	}	M	\vec{F}_g	}	M
\vec{a}		A	\vec{a}		i
\vec{v}		x	\vec{v}		N

$$V_{ORB} = \sqrt{\frac{G \cdot M_T}{R}}$$

$$V_E = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M_T}{R}}$$

HIDROSTÁTICA

densidade

MASSA

VOLUME

• VOLUMÉTRICA $\rightarrow \text{kg}/\text{m}^3$

• SUPERFÍCIE $\rightarrow \text{kg}/\text{m}^2$

• LINEAR $\rightarrow \text{kg}/\text{m}$

$\left. \begin{array}{l} \text{g}/\text{cm}^3 \xrightarrow{+10^3} \text{kg}/\text{m}^3 \\ \text{kg}/\text{l} \xrightarrow{\times 10^3} \text{kg}/\text{m}^3 \end{array} \right\}$

1g $\rightarrow 10^{-3}$ kg

1t $\rightarrow 10^3$ kg

1ml $\rightarrow 10^{-6}$ m³

1cm³ $\rightarrow 10^{-6}$ m³

$$a = \frac{m}{V_{\text{total}}}$$

$$\rho = \rho = \frac{m}{V_{\text{SUBST}}}$$

$$P = \frac{F}{A}$$

$\text{cm}^2 = \times 10^{-4} \text{m}^2$
 $\text{mm}^2 = \times 10^{-6} \text{m}^2$

$$p \cdot a = \frac{1}{\text{AREA DE CONTATO}}$$

$$V_{\text{liq}} = A \cdot h$$

$$P_{\text{TOTAL}} = P_{\text{ATM}} + \rho_{\text{LIQ}} \cdot g \cdot h$$

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot h \cdot (E - p)}{\rho}}$$

$$Z = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

$$E = \rho_{\text{FLUIDO}} \cdot g \cdot V_{\text{IMERSO}}$$

$$Z = A \cdot V$$

$$A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2$$

CINEMÁTICA

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$a_T = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$

MRU

VELOC. CTE

$$v_m = v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

$$S = S_0 + vt$$

MRUV $\rightarrow a_c = 0$ $a_T = CTE$

$$v = v_0 + at$$

$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

QUEDA LIVRE $\uparrow \ominus \downarrow \ominus$

$$v = v_0 - gt$$

$$h = h_0 + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2a(S - S_0)$$

$$v^2 = v_0^2 - 2g(h - h_0)$$

$a_c \neq 0$ MCU $a_T = 0$ \vec{v} é CTE

$$v = 2\pi R / T$$

$$v = 2\pi R f$$

$$v = \omega R$$

ACOPLAÇÃO DE POLIAS

• CORREIA OU CONTATO $\rightarrow v_A = v_B$

$R_A > R_B \rightarrow T_A > T_B \quad F_A < F_B \quad \omega_A < \omega_B$

$\omega_A < \omega_B$

$$\omega = 2\pi f$$

$$\omega = \frac{\Delta \theta}{\Delta t}$$

$$a_c = \omega^2 R$$

• EIXOS CONCÊNTRICOS $\rightarrow T_A = T_B \quad F_A = F_B$

$R_A > R_B \quad v_A > v_B$

$\omega_A = \omega_B$

LANÇAMENTO OBLÍQUO

$$\vec{V} = \vec{V}_x + V_y$$

$$V^2 = V_x^2 + V_y^2$$

horizontal \rightarrow MU cte

$$A = V_x \cdot t_{\text{TOTAL}}$$

alcance

vertical \rightarrow MU

$$A = \frac{V_0^2 \cdot \text{SEN } 2\theta}{g}$$

$$t_{\text{SUBIDA}} = \frac{V_{0y}}{g}$$

$$A_{\text{MAX}} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$H_{\text{MAX}} = \frac{V_0^2 \cdot \text{SEN}^2 \theta}{2g}$$

$$H = \frac{V_{0y} \cdot t - g \cdot t^2}{2}$$

horizontal

$$|\vec{V}|^2 = |\vec{V}_x|^2 + |\vec{V}_y|^2$$

$$A = V_0 t_{\text{queda}}$$

$$2gH = V_{0y}^2$$

$$h = \frac{g t^2}{2}$$

$$t_{\text{queda}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$A = V_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$V_y = g \cdot t$$

DINÂMICA

$$FR = m \cdot a$$

$$P = m \cdot g$$

$$|N| = |P|$$

↓
CONTATO

TRAÇÃO → FIO, CORDA, CABO

$$T = m \cdot a$$

força elástica

$$F_{el} = k \cdot x$$

aplicações newton

• SUBINDO ACEL / DESCE FREANDO

• PARALELA

• SÉRIE

$$T = m_{TOTAL} \cdot (a + g)$$

$$k_{eq} = k_1 + k_2$$

$$\frac{1}{k_{eq}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}$$

• DESCE ACEL / SOBE FREANDO

$$N = m \cdot (g - a)$$

plano inclinado

$$\begin{cases} P_y = P \cdot \cos \theta \\ P_x = P \cdot \sin \theta \end{cases}$$

$$k_{eq} = \frac{k_1 \cdot k_2}{k_1 + k_2}$$

2 EM 2

polia móvel

$$F = \frac{PESO}{2^N}$$

força atrito

$$F_{at} = \mu \cdot N$$

$$|P_y| = |N|$$

$$a = g \cdot \sin \theta$$

força inclinada

$$a = \frac{F \cdot \cos \theta}{m}$$

$$\begin{cases} F_x = F \cdot \cos \theta \\ F_y = F \cdot \sin \theta \end{cases}$$

DESACELERAÇÃO FEITA PELO ATRITO

$$a = \mu \cdot g$$

$$F_{\text{SUP}}^2 = N^2 + F_{\text{at}}^2$$

plano inclinado

força resistiva ar

SEM ATRITO

COM ATRITO

$$F_{\text{ar}} = k \cdot V^2$$

$$a = g \cdot \text{SEN } \theta$$

$$\mu_{\text{EST}} = \text{tg } \theta$$

$$V_{\text{limite}} = \sqrt{\frac{mg}{k}}$$

força resultante centrípeta

DESCE ACELERANDO

$$a = g \cdot \text{SEN } \theta - \mu \cdot g \cdot \text{COS } \theta$$

$$F_{\text{rcp}} = \frac{m \cdot V^2}{R}$$

$$V = \omega R$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$F_{\text{rcp}} = \frac{4\pi^2 \cdot R \cdot m}{T^2}$$

$$F_{\text{rcp}} = m \cdot V^2 \cdot R$$

TRABALHO DE UMA FORÇA

$$W = F \cdot d \cdot \cos \theta$$

$$\theta = 0^\circ$$

$$\theta = 180^\circ$$

$$\theta = 90^\circ$$

$$W = F \cdot d$$

$$W = -F \cdot d$$

$$W = 0$$

$$\text{Pot} = \frac{W}{\Delta t}$$

$$\text{Pot} = F \cdot V$$

$$E_c = \frac{m \cdot V^2}{2}$$

$$E_{PG} = m \cdot g \cdot h$$

$$E_{PEL} = \frac{K \cdot x^2}{2}$$

$$W^2 = \frac{K}{m}$$

$$W = \frac{m \cdot V^2}{2} - \frac{m \cdot V_0^2}{2}$$

$$W = E_{cF} - E_{cI}$$

$$W_{FR} = \Delta E_c$$

queda livre

$$W_P = +m \cdot g \cdot h$$

$$\bar{g} = m \cdot \bar{V}$$

impulso

$$\bar{I} = F \cdot \bar{v} \cdot t$$

$$I = m \cdot V - m \cdot V_0$$

$$I = \Delta q$$

$$e = \frac{V_{AFASTAMENTO}}{V_{APROXIMAÇÃO}}$$

$$e = \frac{V_B' - V_A'}{V_A - V_B}$$

MCU

MRU

MRUV

MOVIMENTO UNIFORME

ACELERAÇÃO

VELOCIDADE DE MÓDULO CTE / \vec{v} - MÓDULO /

• ALTERAÇÃO DA VELOCIDADE

DIREÇÃO / SENTIDO

• MU \Rightarrow $a_T = 0$

• EQUAÇÃO HORÁRIA DA POSIÇÃO

ACELERAÇÃO TANG. (a_T)

$$S = S_0 + V \cdot t$$

• ALTERAÇÃO NO MÓDULO DA VEL.

$$y = b + ax$$

ACELERAÇÃO CENTRÍP. (a_{cp})

\hookrightarrow MOV. SIMULTÂNEOS - U.M

• ALTERAÇÃO NA DIREÇÃO / SENTIDO DA VELOC.

PARA E OUTRO ANDA

MOV. RETILÍNEO UNIFORME

$$\begin{array}{c} \rightarrow \leftarrow \\ \rightarrow \rightarrow \end{array} \quad V_R = V_1 + V_2$$

• V_{cte} (MÓDULO, DIREÇÃO E SENTIDO)

$$\rightarrow \rightarrow \quad V_R = V_1 - V_2$$

• $a_{cp} = 0$ e $a_T = 0$

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

• VELOCIDADE MÉDIA

• CLASSIFICAÇÃO = $\leftarrow \overset{0}{|} \rightarrow +$

\hookrightarrow PROGRESSIVO $\odot V$ / RETRÓGRADO $\ominus V$

MOV. RETILÍNEO UNI. VARIADO

$\cdot V$ (A EM MÓDULO) $at \neq 0$ (CTE)

ACELERAÇÃO

ACELERADO $\uparrow V - \oplus V \oplus a / \ominus V \ominus a$

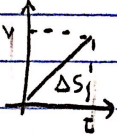
$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$$

RETARDADO $\downarrow V - \oplus V \ominus a / \ominus V \oplus a$

EQUAÇÃO HORÁRIA DA VELOCIDADE

EQ. HORÁRIA DA POSIÇÃO

$$V = V_0 + a \cdot t$$



$$S = S_0 + V_0 t + \frac{a \cdot t^2}{2}$$

MUDANÇA DE SENTIDO

$$V = 0$$

MOV. RETARDADO

$\times 60$
 $h \rightarrow min \rightarrow s$
 $\div 60$
 SI $\xrightarrow{\times 3,6}$ USUAL
 $\frac{m}{s} \xrightarrow{\times 3,6} \frac{km}{h}$
 $\xrightarrow{\div 3,6} \frac{h}{km}$