Analise Dimensional

Autor: Abmael Carvalho Barberino Junior
Ultima atualização: 07/02/2019

MLTIΘNJ, Massa, Comprimento, Tempo, Corrente elétrica, Temperatura, Quantidade de substância, Intensidade luminosa

Descrição	Unidade SI mais simples	Unidade SI alternativa	MLTIΘNJ		
Comprimento, espaço	m		L		
Tempo e Período	s		T		
Frequencia	Hz	1/s	T−1		
Velocidade	m/s		L·T−1		
Aceleração	m/s2	M/s/s	L·T−2		
Massa	Kg	N·s2/m	M		
Força	N	Kg·m/s2	M·L·T−2		
Área	m2		L2		
Volume	m3		L3		
Energia, Trabalho	J	N·m	M·L2·T−2		
Torque	N·m	J	M·L2·T−2		
Potencia	W	J/s=N·m/s	M·L2·T−3		
Momento, Quantidade de movimento, Impulso, Impulso de uma força	N·s	Kg·m/s	M·L·T−1		
Momento de inércia	Kg·m2	N·m·s2=J·s2	M·L2		
Constante da gravitação universal	J·m/Kg2	N·m2/Kg2	M−1·L3·T−2		
Pressão, Tensão mecânica	Pa	N/m2	M·L−1·T−2		
Tensão superficial	N/m	J/m2	M·T−2		
Constante elástica	N/m	J/m2	M·T−2		
Densidade	Kg/m3		M·L−3		
Peso especifico	N/m3		M·L−2·T−2		
Viscosidade absoluta ou dinâmica	Pa·s	Kg/m·s=N·s/m2	M·L−1·T−1		
Viscosidade cinemática	m2/s		L2·T−1		

Vazão volumétrica	m3/s		L3·T−1		
Vazão mássica	Kg/s		M·T−1		
Temperatura	Kº		Θ		
Coeficiente de Dilatação, linear, superficial ou volumétrica	1/Kº		Θ−1		
Capacidade térmica sensível de um objeto	J/Kº	N·m/Kº	M·L2·T−2·Θ−1		
Calor especifico, Capacidade termica sensivel de uma substancia	J/Kg·Kº	N·m/Kg·Kº	L2·T−2·Θ−1		
Calor especifico molar, Capacidade termica sensivel molar de uma substancia	J/mol·Kº	N·m/mol·Kº	M·L2·T−2·Θ−1·N−1		
Capacidade térmica latente	J/Kg	N·m/Kg	L2·T−2		
Condutância térmica	W/m·Kº	N/s·Kº	M·L·T−3·Θ−1		
Carga elétrica	C	A·s	T·I		
Corrente elétrica	A	C/s	I		
Tensão elétrica	V	J/C=N·m/C	M·L2·T−3·I−1		
Resistência elétrica	Ω	J·s/C2	M·L2·T−3·I−2		
Capacitância elétrica	F	C/V=C2/J=C2/N·m	M−1·L−2·T4·I2		
Campo elétrico, E	N/C	V/m=J/C·m	M·L·T−3·I−1		
Fluxo elétrico	V·m	N·m2/C=J·m/C	M·L3·T−3·I−1		
Permissividade elétrica	F/m	C/V·m	M−1·L−3·T4·I2		
Campo magnético, B, campo magnetico em um ponto do espaço	T	T=Wb/m2=N/m·A	M·T−2·I−1		
Fluxo magnético	Wb	Wb=T·m2=N·m/A=J/A	M·L2·T−2I−1		
Permeabilidade magnética, μ	H/m	N/A2	M·L·T−2·I−2		
Campo magnetizante, H	A/m	T·m/H=Wb/m·H= =J/T·m3=N/T·m2	L−1·I		
Indutância, L	H	H=Ω·s=V·s/A=J/A2	M·L2·T−2·I−2		

Momento magnetico, Dipólo magnetico, μ	J/T	$N\cdot m/T=m^2\cdot A$	$L^2\cdot I$		
Constante universal dos gases	J/mol·Kº	N·m/mol·Kº	$M\cdot L^2\cdot T^{-2}\cdot \Theta^{-1}\cdot N^{-1}$		

Adimensionais

Numero de Reynolds

ρ = densidade
μ = viscosidade absoluta
v = velocidade média do fluido
D = diametro do tubo

$\Re=\rho\cdot v\cdot D\cdot \mu$

$(M\cdot L^{-3})\cdot(L\cdot T^{-1})\cdot(L)\cdot(M\cdot L^{-1}\cdot T^{-1})=1$

Numero de Euler

ρ = Densidade
P = Pressão
v = Velocidade

$\rho\cdot v^2\cdot P$
$(M\cdot L^{-3})\cdot(L\cdot T^{-1})^2\cdot(M\cdot L^{-1}\cdot T^{-2})=1$

Numero de Weber

ρ = Densidade do fluido
v = Velocidade do objeto flutuante
σ = Tensão superficial do fluido
S = Comprimento

$\rho\cdot v^2\cdot S\sigma$

$(M\cdot L^{-3})\cdot(L\cdot T^{-1})^2\cdot(L\cdot M\cdot T^{-2})=1$

Numero de Froude

v = Velocidade
g = Aceleração da gravidade
S = Comprimento

$v\cdot g\cdot S$

$(L\cdot T^{-1})\cdot(L\cdot T^{-2})\cdot L=1$

Orbita dos planetas

m = massa do planeta
p = período de translação
G = constante de gravitação universal
R = raio da órbita

$m\cdot p^2\cdot G\cdot R^3$

$(M)\cdot(T)^2\cdot(M^{-1}\cdot L^3\cdot T^{-2})\cdot(L^3)=1$

Refazendo os cálculos usando a massa do Sol, o adimensional permanece constante

Barra de aço

σ = tensão de escoamento
k = constante elástica
d = comprimento

$\sigma\cdot d\cdot k$

$(M\cdot L^{-1}\cdot T^{-2})\cdot(L)\cdot(M\cdot T^{-2})=1$

Musculação

Mv = Ganho de massa por unidade de tempo no corpo inteiro
Bv = Ganho de perímetro de braço por unidade de tempo
F = Força no braço (bíceps)

$Mv\cdot Bv\cdot F$

$(M\cdot T^{-1})\cdot(L\cdot T^{-1})\cdot(M\cdot L\cdot T^{-2})=1$

Circuito RC

C = capacitância elétrica
R = Resistência elétrica
t = Tempo
f = frequência

$C\cdot R\cdot t$

$(M^{-1}\cdot L^{-2}\cdot T^4\cdot I^2)\cdot(M\cdot L^2\cdot T^{-3}\cdot I^{-2})\cdot(T)=1$

$C\cdot R\cdot f$

(M−1·L−2·T4·I2)·(M·L2·T−3·I−2)·(T−1)=1

Permeabilidade magnética e Permissividade elétrica e Velocidade

μ = Permeabilidade magnética
ε = Permissividade elétrica
v = Velocidade

v2·μ·ε
(L·T−1)2·(M·L·T−2·I−2)·(M−1·L−3·T4·I2)=1

Detector de ouro

R = Resistência elétrica
L = Indutância
f = Frequência

L·f·R
(M·L2·T−2I−2)·(T−1)·(M·L2·T−3·I−2)=1

Mudança de estado físico e dilatação

Cs = Capacidade térmica sensível
Cl = Capacidade térmica latente
T = Temperatura

Cs·T·Cl
(L2·T−2·Θ−1)·(Θ)·(L2·T−2)=1

Cs = Capacidade térmica sensível
Cl = Capacidade térmica latente
α = Dilatação térmica

Cs·Cl·α
(L2·T−2·Θ−1)(L2·T−2)·(Θ−1)=1

Viscosidade, Capacidade térmica e Condutância térmica

μ = Viscosidade dinamica
Cs = Capacidade térmica sensível
C = Condutância térmica

μ·Cs·C
(M·L−1·T−1)·(L2·T−2·Θ−1)·(M·L·T−3·Θ−1)=1

Tamanho máximo de gotas liquidas

γ = Peso especifico
σ = Tensão superficial
D = Diâmetro máximo da gota de liquido

γ·D2·σ
(M·L−2·T−2)·(L)2·M·T−2=1

Vibração de gota liquida em gravidade zero

f = Frequência
m = Massa
σ = Tensão superficial

m·f2·σ
(M)·(T−1)2·(M·T−2)=1

Vibração de massa planetária

f = Frequência
d = Densidade
G = Constante da gravitação universal

G·d·f2
(M−1·L3·T−2)·(M·L−3)·(T−1)2=1

Vibração elástica

m = Massa
k = Constante elástica da mola
f = Frequência

m·f2·k
(M)·(T−1)2·(M·T−2)=1

Em usinagem mecanica podemos listar os seguintes parametros

Velocidade de corte da ferramenta $[V_c]=L\cdot T^{-1}$

Profundidade do passo $[a_x]=L$

Avanço $[a_z]=L$

Densidade do material $[\rho]=M\cdot L^{-3}$

Tensão de ruptura do material $[\sigma_r]=M\cdot L^{-1}\cdot T^{-2}$

Tensão de escoamento do material $[\sigma_e]=M\cdot L^{-1}\cdot T^{-2}$

Modulo de elasticidade do material $[E]=M\cdot L^{-1}\cdot T^{-2}$

Força aplicada na ferramenta de corte $[F]=M\cdot L\cdot T^{-2}$

Algumas grandezas possuem mesma dimensão portanto, vou eliminar as redundancias do processo de calculo dos admensionais.

$$\begin{array}{cccccc} & V_c & a & \rho & \sigma & F \\ M & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ L & 1 & 1 & -3 & -1 & 1 \\ T & -1 & 0 & 0 & -2 & -2 \end{array} \Rightarrow \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -3 & -1 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & -2 & -2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v \\ w \\ x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & -3 & -1 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -2 & -2 & 0 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & -3 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -3 & -3 & -1 & 0 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 2 & 4 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \end{bmatrix} \sim \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 2 & 4 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \sim$$

$$\sim \left\{ \begin{matrix} v+w+2y+4z=0 \\ w+2z=0 \\ x+y+z=0 \end{matrix} \right\} \quad seja \left\{ \begin{matrix} y=\alpha \\ z=\beta \end{matrix} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{matrix} x=-\alpha-\beta \\ w=-2\beta \\ v+(-2\beta)+2\alpha+4\beta=0 \end{matrix} \right\}$$

$$\begin{bmatrix} v \\ w \\ x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2\alpha-2\beta \\ -2\beta \\ -\alpha-\beta \\ \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \alpha\cdot\begin{bmatrix} -2 \\ 0 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} + \beta\cdot\begin{bmatrix} -2 \\ -2 \\ -1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \pi_{(1,0)} = \frac{\sigma}{V_c^2\cdot\rho} \quad ; \quad \pi_{(0,1)} = \frac{F}{V_c^2\cdot\rho\cdot a^2}$$

Podemos colocar as outras grandezas no sistema:

$$\pi_1 = \frac{\sigma_r}{V_c^2\cdot\rho} \qquad \pi_2 = \frac{\sigma_e}{V_c^2\cdot\rho} \qquad \pi_3 = \frac{E}{V_c^2\cdot\rho} \qquad \pi_4 = \frac{F}{V_c^2\cdot\rho\cdot a_x\cdot a_z}$$