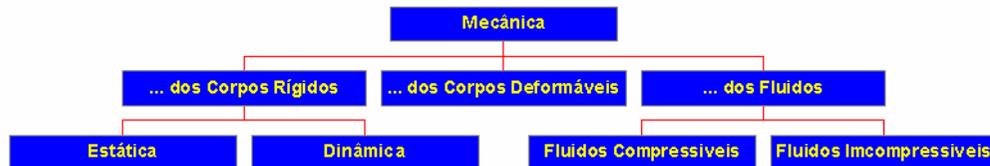


O que é a MECÂNICA?

Mecânica é o estudo da força, deformação e movimento, e das relações entre estes. É necessário conhecer as “forças” porque é saber qual a força a aplicar para mover um corpo ou se o mesmo corpo fractura quando esta é aplicada. A aplicação de uma força deve ser aplicada dentro de certos limites de deformação.



Estática - trata de corpos em repouso.

Cinemática - estuda o movimento independentemente das forças que o causam.

Dinâmica - estuda o movimento em função das forças que o causam.

Mecanismo - conjunto de corpos rígidos, constituído de forma a produzirem um movimento específico.

Programa

Breves noções das unidades fundamentais; múltiplos e submúltiplos. Sistema internacional de unidades (SI). Cálculo vectorial. Grandezas escalares e vectoriais. Adição e subtracção de vectores. Produto escalar e vectorial.

Estática. Teoria dos vectores deslizantes. Noção de força. Forças como vectores deslizantes. Noção de força resultante e momento resultante de um sistema de forças. Equilíbrio de um sistema material. Conceito de equilíbrio estático. Metodologia de análise. Diagramas de corpo livre. Equilíbrio de sistemas materiais 2D e 3D. Equilíbrio de corpos rígidos 2D e 3D. Tipo de reacções. Cálculo de reacções. Estruturas articuladas. Estabilidade geométrica. Estruturas isostáticas, hiperstáticas e hipostáticas.

Cinemática do ponto. Trajectória. Vectores posição, velocidade e aceleração. Suas componentes em diversos referenciais, fixos e móveis. Tratamento vectorial do movimento de rotação. Teorema das derivadas relativas.

Bibliografia

Ferdinand P. Beer, E. Russel Johnston Jr.; "Estática. Mecânica Vectorial para Engenheiros", 6ª Edição, McGraw Hill de Portugal, 1998.

Ferdinand P. Beer, E. Russel Johnston Jr.; "Cinemática e Dinâmica - Mecânica Vectorial para Engenheiros", Mc.Graw-Hill, 5ª Edição, 1991.

Unidades fundamentais:

- unidade de massa: Kg
- unidade de comprimento: m
- unidade de tempo: s

Unidade derivada:

- Unidade de força: N

Análise Dimensional:

- massa: Kg ----- M
- comprimento: m ----- L
- tempo: s ----- T

Formando o sistema MLT do Sistema Internacional.

Múltiplos e submúltiplos das unidades fundamentais

Factor multiplicativo	Prefixo	Símbolo
1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T
1 000 000 000 = 10^9	giga	G
1 000 000 = 10^6	mega	M
1 000 = 10^3	quilo	k
100 = 10^2	hecto†	h
10 = 10^1	deca†	da
0,1 = 10^{-1}	deci†	d
0,01 = 10^{-2}	centi†	c
0,001 = 10^{-3}	mili	m
0,000 001 = 10^{-6}	micro	μ
0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	fento	f
0.000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	ato	a

Unidades usuais Americanas e unidade SI equivalente

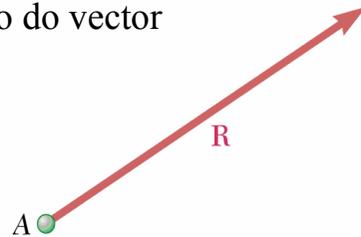
Grandeza	Unidade usual americana	Unidade SI equivalente
Aceleração	ft/s ²	0,3048 m/s ²
	in/s ²	0,0254 m/s ²
Área	ft ²	0,0929 m ²
	in ²	645,2 mm ²
Energia	ft·lb	1,356 J
Força	kip	4,448 kN
	lb	4,448 N
	oz	0,2780 N
Impulso	lb·s	4,448 N·s
Comprimento	ft	0,3048 m
	in	25,40 mm
	mi	1,609 km
Massa	oz mass	28,35 g
	lb mass	0,4536 kg
	slug	14,59 kg
	ton	907,2 kg
Momento de uma força	lb·ft	1,356 N·m
	lb·in	0,1130 N·m
Momento de inércia		
	de uma área	in ⁴
de uma massa	lb·ft·s ²	1,356 kg·m ²
Momentum	lb·s	4,448 kg·m/s
Potência	ft·lb/s	1,356 W
	hp	745,7 W
Pressão ou tensão	lb/ft ²	47,88 Pa
	lb/in ² (psi)	6,895 kPa
Velocidade	ft/s	0,3048 m/s
	in/s	0,0254 m/s
	mi/h (mph)	0,4470 m/s
	mi/h (mph)	1,609 km/h
Volume	ft ³	0,02832 m ³
	in ³	16,39 cm ³
Líquidos	gal	3,785 L
	qt	0,9464 L
Trabalho	ft·lb	1,356 J

Uma grandeza escalar é totalmente definida por um valor real:

Ex: Volume, tempo, massa, etc.

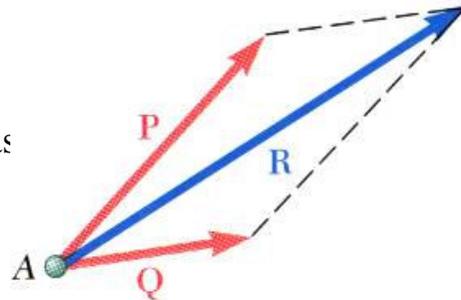
Definição de um vector:

- indicação da norma ou módulo do vector
- direcção (ângulo)
- sentido (seta)



A soma de vectores pode ser efectuada através de:

- Regra do Paralelogramo
- Componentes cartesianas



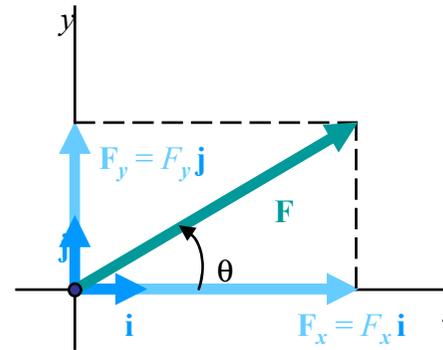
Propriedades da adição:

- Comutativa $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{Q} + \vec{P}$
- Associativa $\vec{P} + \vec{Q} + \vec{S} = (\vec{Q} + \vec{P}) + \vec{S} = \vec{S} + (\vec{Q} + \vec{P}) = \vec{S} + \vec{Q} + \vec{P}$

A subtracção de um vector = à adição do vector oposto:

$$\vec{P} - \vec{Q} = \vec{P} + (-\vec{Q})$$

Uma Força F (no espaço bidimensional) pode ser decomposta em duas **componentes cartesianas**. A direcção destas componentes corresponde aos eixos coordenados.



$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \sin \theta$$

Introduzindo os **vectores unitários** (versores) i e j segundo o eixo x e y :

$$\vec{F} = F_x \vec{i} + F_y \vec{j}$$

$$\tan \theta = \frac{F_y}{F_x}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

Quando há mais do que uma força aplicada numa partícula, as componentes da **força resultante** são:

$$R_x = \Sigma R_x \quad R_y = \Sigma R_y$$

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

$$\tan \theta = \frac{R_y}{R_x}$$

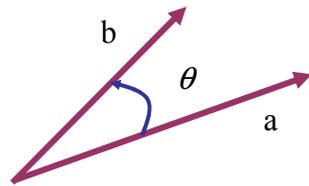
Produto de um escalar por um vector

O produto $k\vec{p}$ de um escalar k por um vector \vec{p} , é definido como um vector tendo a direcção de \vec{p} , o mesmo sentido de \vec{p} (se k for positivo) e intensidade igual ao produto de \vec{p} pelo valor absoluto de k .

Produto escalar de dois vectores (dá origem a um escalar)

$$(\vec{a} \cdot \vec{b}) = \|\vec{a}\| \|\vec{b}\| \cos(\vec{a}, \vec{b})$$

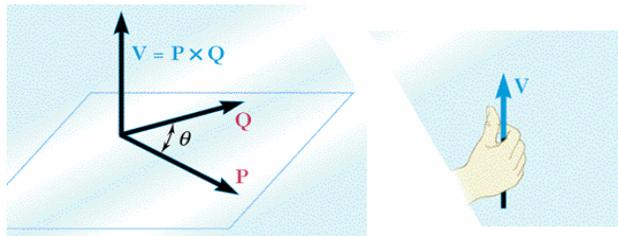
$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y$$



Produto vectorial (ou externo) de dois vectores (dá origem a um vector perpendicular)

$$\vec{V} = \vec{P} \times \vec{Q}$$

$$= \|\vec{P}\| \|\vec{Q}\| \text{sen}(\theta)$$



A direcção e sentido são dadas pela regra do saca-rolhas ou da mão direita.

$$(\vec{P} \times \vec{Q}) = -(\vec{Q} \times \vec{P})$$

Exemplo: o vector \vec{v} é obtido pela expansão do determinante que contem as componentes de \vec{P} e \vec{Q} .

$$\vec{P} = P_x \mathbf{i} + P_y \mathbf{j} + P_z \mathbf{k} \quad \vec{Q} = Q_x \mathbf{i} + Q_y \mathbf{j} + Q_z \mathbf{k}$$

$$\vec{V} = \vec{P} \times \vec{Q} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ P_x & P_y & P_z \\ Q_x & Q_y & Q_z \end{vmatrix} = V_x \mathbf{i} + V_y \mathbf{j} + V_z \mathbf{k}$$

$$V_x = P_y Q_z - P_z Q_y$$

$$V_y = P_z Q_x - P_x Q_z$$

$$V_z = P_x Q_y - P_y Q_x$$

Quanto ao produto escalar pode-se concluir que:

$\vec{i} \cdot \vec{j} = 0$	$\vec{j} \cdot \vec{i} = 0$	$\vec{i} \cdot \vec{i} = 1$
$\vec{j} \cdot \vec{k} = 0$	$\vec{k} \cdot \vec{j} = 0$	$\vec{j} \cdot \vec{j} = 1$
$\vec{k} \cdot \vec{i} = 0$	$\vec{i} \cdot \vec{k} = 0$	$\vec{k} \cdot \vec{k} = 1$

Quanto ao produto vectorial:

$\vec{i} \times \vec{j} = \vec{k}$	$\vec{j} \times \vec{i} = -\vec{k}$	$\vec{i} \times \vec{i} = \vec{0}$
$\vec{j} \times \vec{k} = \vec{i}$	$\vec{k} \times \vec{j} = -\vec{i}$	$\vec{j} \times \vec{j} = \vec{0}$
$\vec{k} \times \vec{i} = \vec{j}$	$\vec{i} \times \vec{k} = -\vec{j}$	$\vec{k} \times \vec{k} = \vec{0}$

Produto misto de três vectores

O produto misto de três vectores dá origem a um escalar, através do produto interno do vector \vec{S} pelo vector produto externo de \vec{P} e \vec{Q}

$$E = \vec{S} \cdot (\vec{P} \times \vec{Q}) = \begin{vmatrix} S_x & S_y & S_z \\ P_x & P_y & P_z \\ Q_x & Q_y & Q_z \end{vmatrix}$$

Converta:

- a) 30 rad s⁻¹ em rpm, b) 10 kg m⁻³ em g cm⁻³,
- c) 3 bar em MPa e d) 12 l em cm³

Qual o factor de conversão por que deve multiplicar uma velocidade expressa em km.h⁻¹ para a converter para m.s⁻¹ ?

A velocidade da luz no vácuo é 3.00×10⁸ m.s⁻¹. Converta este valor para milhas/segundo (1m = 6.214×10⁻⁴ milhas).

R: 1.86×10⁵ mi/s

A massa específica de uma substância é a massa por unidade de volume da substância. *E.g.*, 1.0 kg de água (em condições normais de pressão e temperatura) ocupa o volume de 1 litro, *i.e.*, 1.0×10⁻³ m³. Determine a massa específica da água no SI e converta esse valor para o sistema de unidades britânico, utilizando os seguintes factores de conversão: 1lb = 0.453 kg e 1ft = 0.305 m.

R: 1.0×10³ kg.m⁻³; 62.6 lb.ft⁻³

Determinar o produto escalar dos seguintes vectores :

a) $\|\vec{a}\| = \sqrt{10}, \|\vec{b}\| = \sqrt{15}, \theta = \frac{\pi}{4}$

b) $\vec{a} = (2,3) \quad \vec{b} = (4,5)$

Determinar o produto vectorial dos seguintes vectores :

a) $\vec{a} = 2\vec{i} + 3\vec{j} + \vec{k} \quad \vec{b} = -3\vec{i} + 2\vec{j} - \vec{k}$

b) $\vec{a} = 2\vec{i} - \vec{k} \quad \vec{b} = -\vec{i} + \vec{j} - 2\vec{k}$

Duas forças perpendiculares entre si actuam num ponto material. Determine a intensidade e a direcção da resultante, sabendo que F1 = 6 N e F2 = 8 N.

Determine a intensidade do vector: $\vec{A} = 700\vec{i} - 820\vec{j} + 900\vec{k}$

Determine as componentes cartesianas de cada uma das forças representadas.

