MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISIONAL E TECNOLOGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE ARARANGUÁ

MECÂNICA TÉCNICA

PRIMEIRO MÓDULO

CURSO TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA – CAMPUS ARARANGUÁ

2010 – 2/revisão 2

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISIONAL E TECNOLOGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE ARARANGUA

Apostila de Mecânica Técnica elaborada para o primeiro módulo do curso Técnico em Eletromecânica, com base em apostilas de outros cursos e bibliografia da área de física e resistência dos materiais.

Revisão de Matemática

Será feita uma revisão de conceitos matemáticos necessários à compreensão da disciplina de Mecânica Técnica.

Operações com Números Decimais

São chamados números decimais aos números onde utiliza-se uma vírgula para separar a parte inteira da parte menor que a inteira, tais como nos exemplos:

0,1

0,005

8,5.

Quando realiza-se operações com números, dividindo ou multiplicando por dez ou seus exponenciais basta deslocar a vírgula do número de casas quantas forem os zeros do número divisor ou multiplicador.

Quando divide-se desloca-se a vírgula para a esquerda e quando multiplica-se desloca-se a vírgula para a direita.

Exemplo:

Para dividir o número 8 por 10 verifica-se onde está a vírgula do número e então desloca-se essa vírgula uma casa para a esquerda.

A vírgula do numero 8 está assim colocada:

8,

ou então,

8,0

Para dividir o 8 por 10 desloca-se esta vírgula uma casa para a esquerda, então:

$8 \div 10 = 0,8$

ou $8 \div 100 = 0,08$

ou ainda $8,5 \div 100 = 0,085$

Para multiplicar o número 8 por 10:

$8 \times 10 = 80$

ou $8 \times 100 = 800$

ou ainda $8,75 \times 1000 = 8750$

Unidades de medidas.

A unidade de medida de extensão é o metro e seus múltiplos e submúltiplos.

mm - 0,001 m - milímetro

cm - 0,01 m - centímetro

dm - 0,1 m - decímetro

m - 1 m - metro

dam - 10 m - decâmetro

hm - 100 m - hectômetro

km - 1000 m - quilômetro

A unidade de medida de área é o metro quadrado e seus múltiplos e submúltiplos:

m^2 = metro quadrado

A unidade de medida de volume é o metro cúbico e seus múltiplos e submúltiplos:

m^3 = metro cúbico

A unidade de massa é o quilograma e seus múltiplos e submúltiplos:

mg - 0,001 g - miligrama - 0,000001 kg

cg - 0,01 g - centigrama - 0,00001 kg

dg - 0,1 g - decigrama - 0,0001 kg

g - 1 g - grama - 0,001 kg

kg - 1kg - quilograma - 1 kg

t - 1000 kg - tonelada - 1000kg

A unidade de força do Sistema Internacional de Medidas (ISO) é o newton:

N – newton

Porém ainda encontra-se muito utilizada a unidade de força quilograma força:

kgf - quilograma-força
1 kgf = 9,81 N

No passado foi muito utilizada e ainda pode-se encontrar em livros, a unidade de força libra-força devido à grande influência do sistema inglês no mundo.

A unidade de pressão (ou de tensão) da norma ISO é o Pascal:

Pa = N / m^2 - newton por metro quadrado

Ainda é muito utilizada a unidade de pressão (e de tensão) a seguir:

kgf / mm^2 - quilograma-força por milímetro quadrado

Prefixos

Quando uma quantidade numérica é muito grande ou muito pequena, as unidades usadas para definir seu tamanho devem ser acompanhadas de um prefixo.

	Forma Exponencial	***Prefixo***	***Símbolo SI***
Múltiplo			
1 000 000 000	10^9	giga	G
1 000 000	10^6	mega	M
1000	10^3	quilo	k
Submúltiplo			
0,001	10^{-3}	mili	m
0,000 001	10^{-6}	micro	μ
0,000 000 001	10^{-9}	nano	n

Regras para o uso de Prefixos:

1) Um símbolo NUNCA é escrito no PLURAL.
2) Os símbolos DEVEM ser escritos com letras minúsculas, com as seguintes exceções: G, M e símbolos referentes a nome de pessoas, newton (N), devem ser escritos com letra maiúscula.
3) Quantidade definidas por diferentes unidades que são múltiplas umas das outras devem ser separadas por um PONTO para evitar confusão com a notação do prefixo. [N] = [kg.m/s2]; m.s = metro-segundo; ms = mili segundo.
4) Potência representada por uma unidade refere-se a ambas as unidades e seu prefixo; p.ex.: µN2 = (µN)2 = µN. µN; mm2 = (mm)2 = mm.mm.
5) Ao realizar cálculos, represente os números em termos de unidades básicas ou derivadas, convertendo todos os prefixos a potências de 10. Recomenda-se manter os valores numéricos entre 0,1 e 1000, caso contrário, deve ser escolhido um prefixo adequado; p.ex.: 50 kN.60 nm = 3 mN.m
6) Prefixos compostos não devem ser usados.
7) Com exceção da unidade básica quilograma, evite, em geral, o uso de prefixo no denominador de unidades compostas.
8) Apesar de não serem expressas em múltiplos de 10, o minuto a hora são mantidos por razões práticas como múltiplo do segundo.

Operações com Frações Ordinárias

Multiplicação

Para multiplicar duas frações ordinárias multiplica-se os numeradores resultando um número que será o numerador da fração resultado e então multiplica-se os dois denominadores que gerará um outro número que será o denominador da fração resultado.

Exemplo:

a / b . c / d = a . c / b . d ou
1 / 2 . 3 / 4 = 1 . 3 / 2 . 4 = 3 / 8

Divisão

Para efetuar uma divisão de frações, mantem-se a primeira fração sem modificações e multiplica-se pelo inverso da segunda fração.

Exemplo:

a / b ÷ c/d
a/b x d/c = a.d/b.c ou
1/2 ÷ 3/4 = 1/2 x 4/3 = 1.4/2.3 = 4/6 = 2/3

Regra de Três Simples

Chama-se regra de três a uma operação matemática onde temos três dados que estão relacionados entre si e um deles é desconhecido.

Exemplo:

X = A / B sendo A e B valores conhecidos basta efetuar a divisão e teremos o valor de X:

X = 20 / 5 teremos X = 4

sendo A e X os valores conhecidos pode-se aplicar a propriedade das frações:

se A / B = C / D então A . D = B . C :
Exemplo:

1 / 2 = 4 / 8 então 1 . 8 = 2 . 4 que resulta em 8 = 8

Pode-se então afirmar:

X / 1 = A / B e X . B = 1 . A que se torna X . B = A e resulta,
B = A / X como A e X são valores conhecidos basta efetuar a divisão para obter o resultado.

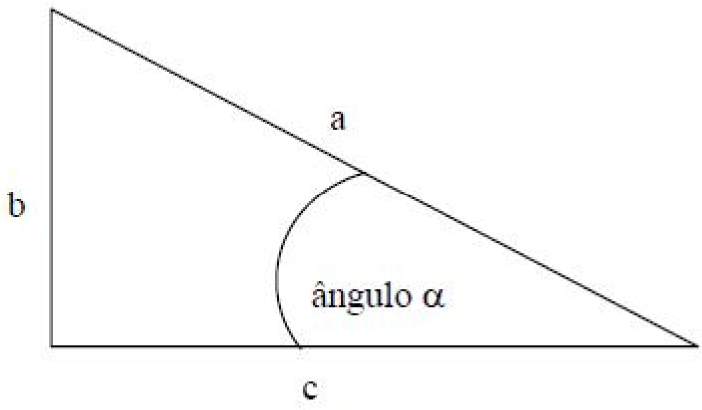
Exemplo:

10 = A / 5 faze-se 10 / 1 = A / 5 e tem-se 10 . 5 = 1 . A
então 10 . 5 = A onde A = 50

Noções de Trigonometria

Estuda as relações trigonométricas no triângulo retângulo. Assim, caso tenha-se a dimensão da hipotenusa de um triângulo retângulo e um dos ângulos agudos, pode-se calcular a dimensão de qualquer lado. Os senos e cosenos de quaisquer ângulos são conhecidos. Basta que tenha-se uma tabela de senos e cosenos. Na tabela a seguir os valores de senos e cosenos de alguns ângulos mais usuais:

ângulo	seno	Coseno
0°	0	1
30°	0,5	0,87
45°	0,74	0,74
60°	0,87	0,5
90°	1	0



a – hipotenusa

a b – cateto oposto ao ângulo α

c – cateto adjacente ao ângulo α

Chama-se seno de um ângulo a relação entre o cateto que lhe é oposto e a hipotenusa.

Assim, no triângulo acima o seno de α é dado por sen α = b/a

E chama-se de co-seno, a relação entre o cateto que lhe é adjacente e a hipotenusa. Assim, no triângulo anterior, o coseno do ângulo α é dado por cós α = c/a:

Exemplo:

Um triângulo retângulo com hipotenusa de 12 cm e um dos ângulos agudos vale 30º.

Qual o comprimento do cateto oposto a esse ângulo?

Resposta. Como sabe-se que o seno de um ângulo é dado pela dimensão do cateto que lhe é oposto dividido pela dimensão da hipotenusa tem-se:

Seno de 30º = 0,5 (da tabela)

Seno de 30º do nosso triângulo = dimensão do cateto oposto / 12

Como os dois senos são iguais, por serem senos de 30º pode-se escrever:

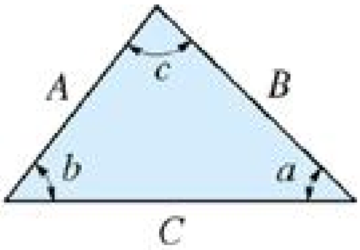
0,5 = dim. do cateto oposto / 12

0,5 x 12 = dim. do cateto oposto

dimensão do cateto oposto = 6 cm

Lei dos Senos e Lei dos Cossenos

A partir de um triângulo qualquer pode-se deduzir as seguintes leis:



Lei dos Senos

$$\frac{A}{sen\,a} = \frac{B}{sen\,b} = \frac{C}{sen\,c}$$

ou

Lei dos Senos

$$\frac{sen\,a}{A} = \frac{sen\,b}{B} = \frac{sen\,c}{C}$$

Lei dos Cossenos

$$A = \sqrt{B^2 + C^2 - 2.B.C.\cos a}$$

$$B = \sqrt{A^2 + C^2 - 2.A.C.\cos b}$$

$$C = \sqrt{A^2 + B^2 - 2.A.B.\cos c}$$

VETORES

Grandezas físicas

Tudo aquilo que pode ser medido, associando-se a um valor numérico e a uma unidade, dá-se o nome de grandeza física. As grandezas físicas são classificadas em:

Grandeza Escalar: fica perfeitamente definida (caracterizada) pelo valor numérico acompanhado de uma unidade de medida.
Exemplos: comprimento, área, volume, massa, tempo, temperatura, etc.

Grandeza Vetorial: necessita, para ser perfeitamente definida (caracterizada), de um valor numérico, denominado módulo ou intensidade, acompanhado de uma unidade de medida, de uma direção e de um sentido. Toda a grandeza Física Vetorial é representada por um vetor.
Exemplos: Força, velocidade, aceleração, campo elétrico, etc.

Conceito de vetor

Vetor: é um símbolo matemático utilizado para representar o módulo, a direção e o sentido de uma grandeza física vetorial. O vetor é representado por um segmento de reta orientado.

Módulo: é a medida do comprimento do segmento de reta orientado que o representa.

Direção: ângulo que o vetor forma com um eixo de referência. Determinada pela reta suporte do segmento orientado.

Sentido: orientação do vetor.

Vetor Resultante: é o vetor que, sozinho, produz o mesmo efeito que todos os vetores reunidos.

Força

Força é toda causa capaz de produzir em um corpo uma modificação de movimento ou uma deformação.

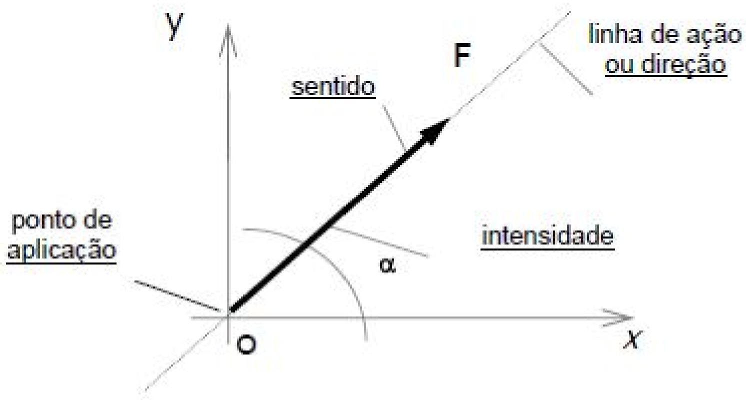
$F = m.a$ sendo:
F – força
m – massa
a – aceleração

As forças mais conhecidas são os pesos, que tem sempre sentido vertical para baixo, como por exemplo, o peso próprio de uma viga, ou o peso de uma laje sobre esta mesma viga.

As forças podem ser classificadas em concentradas e distribuídas. Na realidade todas as forças encontradas são distribuídas, ou seja, forças que atuam ao longo de um trecho, como exemplos barragens, comportas, tanques, hélices, etc. Quando um carregamento distribuído atua numa região de área desprezível, é chamado de força concentrada. A força concentrada, tratada como um vetor é uma idealização, que em inúmeros casos nos traz resultados com precisão satisfatória.

No sistema internacional (SI) as forças concentradas são expressas em Newton1 [N]. As forças distribuídas ao longo de um comprimento são expressas com as unidades de força pelo comprimento [N/m], [N/cm], N/mm], etc.

A força é uma grandeza vetorial que necessita para sua definição, além da intensidade, da direção, do sentido e também da indicação do ponto de aplicação.



Duas ou mais forças constituem um sistema de forças, sendo que cada uma delas é chamada de componente. Todo sistema de forças pode ser substituído por uma única força chamada resultante, que produz o mesmo efeito das componentes.

Quando as forças agem numa mesma linha de ação são chamadas de coincidentes. A resultante destas forças terá a mesma linha de ação das componentes, com intensidade e sentido igual a soma algébrica das componentes.

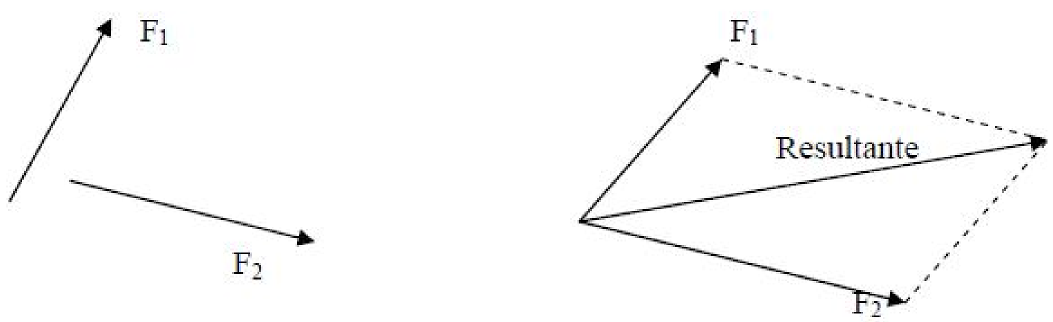
Composição de Forças

Para fazer a composição de forças tem-se que levar em conta, sempre, os três parâmetros que as formam.

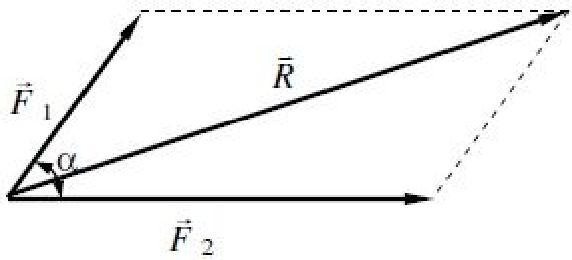
Duas forças com mesma direção e sentido se somam.

Duas forças com mesma direção, mas com sentidos contrários se diminuem e terá resultante na direção da maior.

Duas forças em direções e sentidos diversos podem ser compostas pela regra do paralelogramo.



Desenha-se os dois vetores com suas origens coincidentes. A partir da extremidade do vetor *F*1, traça-se um segmento de reta paralelo ao vetor *F*2. Em seguida, a partir da extremidade do vetor *F*2, traça-se um outro segmento paralelo ao vetor *F*1. O vetor soma é obtido pela ligação do ponto de origem comum dos vetores ao ponto de intersecção dos segmentos de reta traçados.



O módulo do vetor resultante é dado por:

$$\left|\vec{R}\right|^2 = \left|\vec{F}_1\right|^2 + \left|\vec{F}_2\right|^2 + 2.\left|\vec{F}_1\right|.\left|\vec{F}_2\right|.\cos\alpha$$

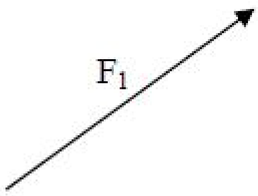
ou

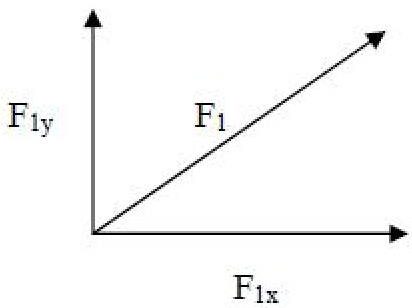
$$\left|\vec{R}\right| = \sqrt{\left|\vec{F}_1\right|^2+\left|\vec{F}_2\right|^2+2.\left|\vec{F}_1\right|.\left|\vec{F}_2\right|.\cos\alpha}$$

Lei dos cossenos

Decomposição de Forças

Da mesma forma que pode-se fazer a composição de forças, pode-se, a partir de uma força, obter duas ou mais componentes dessa força. Ex.



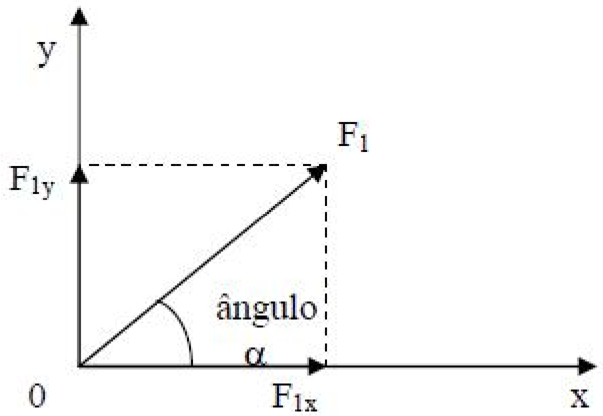


Obtem-se então duas componentes F1y e F1x que se forem compostas segundo a regra anteriormente apresentada torna-se a própria força F1

Decomposição de Forças segundo os eixos ortogonais x e y

Utiliza-se dois eixos ortogonais (dois eixos que formam 90º entre si. Estes eixos são assim escolhidos para facilitar os cálculos).

Esses dois eixos são ferramentas de trabalho que facilitará na decomposição de forças. No ponto zero dos eixos coloca-se a força que se quer decompor.



Suponha-se agora que a força F1 do esquema acima tenha um módulo de 100 N, que o ângulo α tenha 30º e que se queira decompor F1 em duas componentes ortogonais segundo os eixos x e y. Quais devem ser os valores de F1x e de F1y? Solução: Para que F1y e F1x representem a decomposição de F1, a linha F1y Z e o eixo x devem ser paralelas o mesmo acontecendo com as linhas F1x Z e o eixo y. Portanto as linhas F1y é igual à linha F1x Z e pode-se afirmar que a dimensão da linha F1y representa módulo da componente F1y.
Então:

sen 30º = F1y / F1
0,5 = F1y / 100 N

0,5 X 100 = F1y
F1y = 50 N
cos 30º = F1x / 100 N
0,86 = F1x / 100 N
0,86 x 100 = F1x
F1x = 86 N

LEIS DE NEWTON

PRIMEIRA LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO DA INÉRCIA

Todo o corpo continua no seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que seja obrigado a mudar esse estado por forças imprimidas sobre ele.

Pode-se concluir, que um corpo livre de ação de forças, ou com força resultante nula, conservará , por inércia, sua velocidade constante. Todo o corpo em equilíbrio mantém, por inércia, sua velocidade constante.

Exemplo: Quando um ônibus arranca, o passageiro por inércia tende a permanecer em repouso em relação ao solo terrestre. Como o ônibus movimenta-se para frente o passageiro cai para trás.

Referencial Inercial

As noções de repouso, movimento, velocidade, aceleração, força, etc. dependem do sistema de referência. Referencial Inercial é todo aquele que torna válida a lei da inércia, ou seja, um sistema de referência que não possui aceleração em relação aos pontos fixos.

Para a maioria dos problemas de Dinâmica, envolvendo movimentos de curta duração na superfície terrestre, pode-se considerar um sistema de referência fixo na superfície da Terra como inercial, embora sabe-se que a Terra não seja um perfeito referencial inercial devido a seu movimento de rotação.

Quando o movimento em estudo é muito prolongado, deve-se considerar inercial um sistema de referência ligado às estrelas fixas, que são estrelas que aparentam manter fixas suas posições no céu após muitos séculos de observações astronômicas.

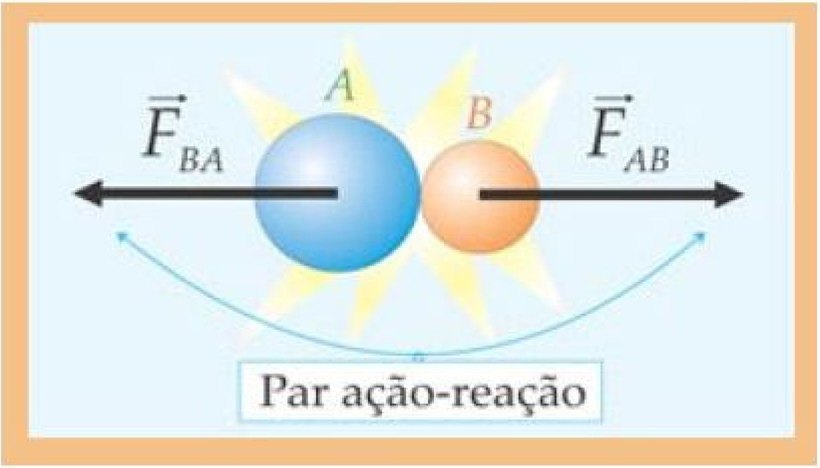
SEGUNDA LEI DE NEWTON OU PRINCÍPIO FUNDAMENTAL

Quando uma força resultante atua num ponto material, este adquire uma aceleração na mesma direção e sentido da força, segundo um referencial inercial.

A resultante das forças que agem num ponto material é igual ao produto de sua massa pela aceleração adquirida.

TERCEIRA LEI DE NEWTON - PRINCÍPIO DA AÇÃO E REAÇÃO

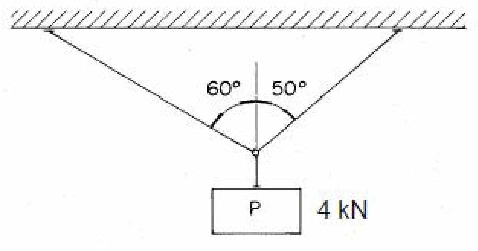
Se um corpo A aplicar uma força *FA* sobre um corpo B, este aplica em A uma força *FB* de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto.

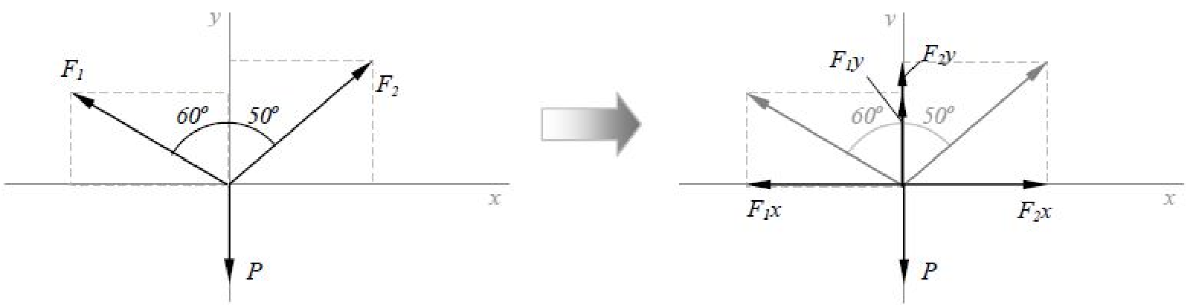


Condições de equilíbrio estático

Para que um corpo esteja em equilíbrio é necessário que o somatório das forças atuantes e o somatório dos momentos em relação a um ponto qualquer sejam nulos.

	Convenções
$\Sigma F_x = 0$	$\rightarrow(+)$
$\Sigma F_y = 0$	$\uparrow(+)$
$\Sigma M_z = 0$	$\circlearrowleft(+)$





$$\sum F_x = 0(\rightarrow +)$$
$$-F_1x + F_2x = 0$$
$$-F_1 sen60^o + F_2 sen50^o = 0$$
$$F_2 = F_1 \frac{sen60^o}{sen50^o}$$
$$F_2 = F_1.1,13$$

$$\sum F_y = 0(\uparrow +)$$
$$F_1y + F_2y - P = 0$$
$$F_1 \cos 60^o + F_2 \cos 50^o - 4 = 0$$
$$F_1.0,50 + F_2.0,64 = 4$$
$$F_1.0,50 + (F_1.1,13).0,64 = 4$$
$$F_1.0,50 + F_1.0,72 = 4$$
$$F_1 = \frac{4}{0,50 + 0,72}$$
$$F_1 = 3,27kN$$

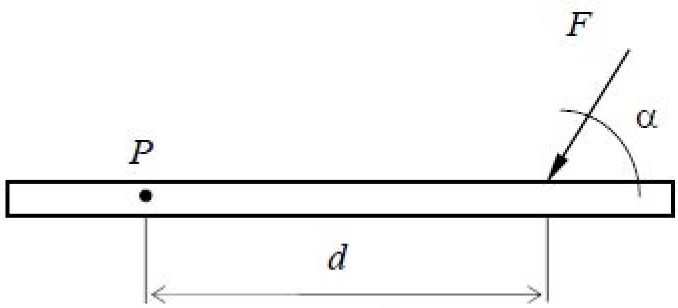
$$F_2 = F_1.1,13$$
$$F_2 = 3,27.1,13$$
$$F_2 = 3,70kN$$

Momento de uma Força em Relação a um Ponto

Momento de uma força em relação a um ponto é a tendência que tem essa força em fazer um corpo girar, tendo esse ponto como centro de giro.

Define-se:

Momento de uma Força em Relação a um Ponto é uma grandeza vetorial cuja intensidade é igual ao produto da intensidade da força pela distância do ponto ao suporte da força.



$$M = F \cdot d \cdot \operatorname{sen} \alpha$$

$$\text{quando } \alpha = 90^\circ$$

$$\boxed{M = F \cdot d}$$

BIBLIOGRAFIA

GUIMARÃES, J. E. Apostila de Resistência dos Materiais. Extraído da internet. Acessado em julho de 2009.

BENTO, Daniela Águida. Apostila de Elementos de Máquinas. Extraído da internet. Acessado em julho de 2009.

DIAS, Halley. Notas de Aula. 2009.

MARTINS, Dilmar Cordenonsi. Apostila de Mecânica Técnica. Extraído da internet. Acessado em fevereiro de 2010.

MELCONIAN, Sarkis. Mecânica técnica e resistência dos materiais. 18. ed. São Paulo: Érica, 2008.