Mecânica Técnica

No decorrer desta disciplina iniciaremos os estudos de estática calculando outras forças atuantes sobre corpos, as reações de apoios. Completaremos o estudo de forças externas agindo sobre um componente em equilíbrio e passaremos a focar os esforços internos, desenvolvidos pela estrutura em resposta ao carregamento externo. Entraremos no mundo da Resistência dos Materiais. Os problemas de resistência dos materiais constituem a **verificação** e o **projeto** de estruturas.

No **problema de verificação**, conhece-se a estrutura, suas dimensões, carregamento e material utilizado. A resolução do problema consiste em calcular o menor coeficiente de segurança para a estrutura, ou seja, calcular o coeficiente de segurança no ponto mais solicitado de toda a estrutura, verificando se a mesma está dentro das condições de projeto.

No **problema de projeto** ou dimensionamento, conhece-se a estrutura, o carregamento e o coeficiente de segurança mínimo, prescrito por norma conforme o material ou especificado para aquele componente por considerações sobre carga e tipo de uso. A resolução do problema consiste em escolher o material, a forma e as dimensões da seção transversal da peça de modo que ela não venha a falhar devido ao carregamento esperado.

Qualquer um dos problemas é resolvido por condições matemáticas que comparam as maiores tensões que ocorrem na estrutura com as tensões limites que caracterizam a capacidade resistente do material utilizado na estrutura.

O QUE SERÁ ABORDADO

- Cálculo de Reações de Apoio
- Cálculo de esforços em Treliças
- Tipos de Esforços Simples e as tensões por eles causadas, bem como uma noção de verificação e dimensionamento de componentes submetidos a esses esforços é o objeto deste curso:
  - Tração e Compressão
  - Cisalhamento Simples
  - Flexão Pura
  - Torção Pura
- *Composição de esforços e outros efeitos devido a carregamentos especiais não serão abordados aqui.*

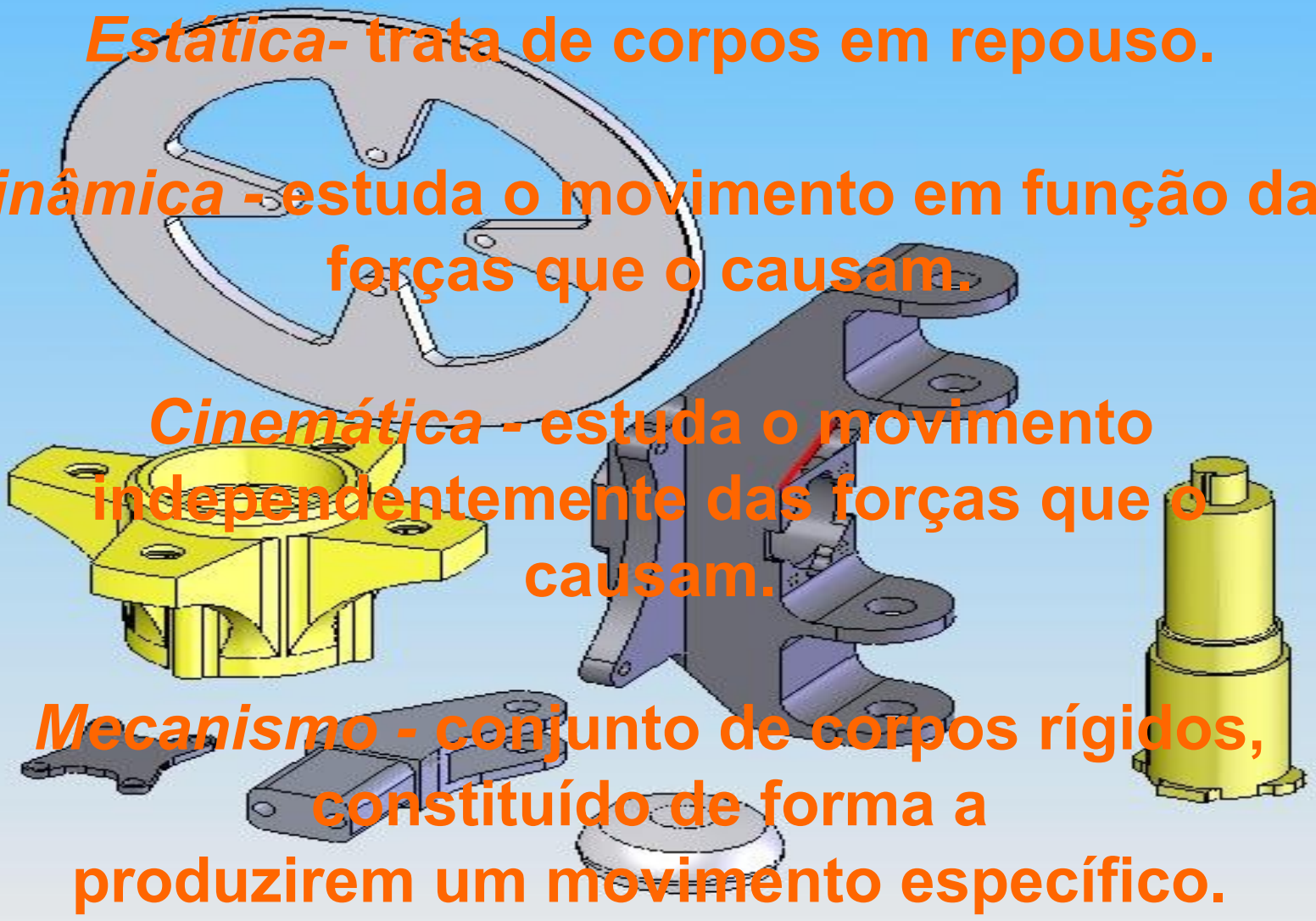
O QUE SERÁ ABORDADO
Detalhamento

- Cálculo de Reações de Apoio
  - Barras em condição isostática
- Curva Tensão x Deformação e Propriedades Mecânicas relacionadas
  - Tensão, deformação, limite de proporcionalidade, limite de escoamento, lei de Hooke, limite de ruptura, coeficiente de Poisson
  - Material Frágil e Material Dúctil
  - Tensão admissível
- Cisalhamento Simples
  - Noção de dimensionamento de rebites, solda, etc
- Tração e Compressão
  - Componentes sob esforços normais simples
- Flexão
  - Diagrama de Esforços Cortantes, Diagrama de Momentos Fletores
  - Tensões na Flexão
- Torção
  - Tensões na Torção Pura
  - Transmissão de Potência em Eixos

Estática- trata de corpos em repouso.

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

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



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

AS LEIS DE NEWTON

- 1) A menos que atue uma força externa, qualquer corpo tende a manter-se indefinidamente em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (Princípio da Inércia); SE A *RESULTANTE DAS FORÇAS* QUE AGE SOBRE UM CORPO *É ZERO*, ELE ESTARÁ EM *REPOUSO* OU EM *M*OVIMENTO *R*ETILÍNEO *U*NIFORME
- 2) Caso uma força externa atue, a aceleração que o corpo recebe é proporcional a intensidade da força (Princípio Fundamental da Dinâmica); ***F = ma***
- 3) Toda vez que um corpo recebe de outro uma força, ele também exerce sobre este uma força de mesma intensidade e direção, mas de sentido contrário (Princípio da Ação e Reação). *SE A CAIXA EMPURRA A MESA PARA BAIXO, A MESA EMPURRA A CAIXA PARA CIMA.*

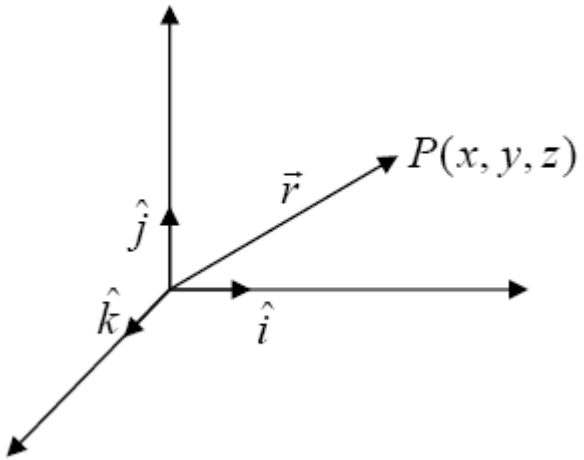
As grandezas massa, comprimento, tempo ficam completamente definidas pelo seu valor numérico e por uma unidade: 22 kg, por exemplo. São **grandezas escalares**.

Pelo contrário, a ação de um corpo sobre outro (uma força) só fica caracterizada pelas suas intensidade, direção e pelo seu sentido. Trata-se de uma **grandeza vetorial**.

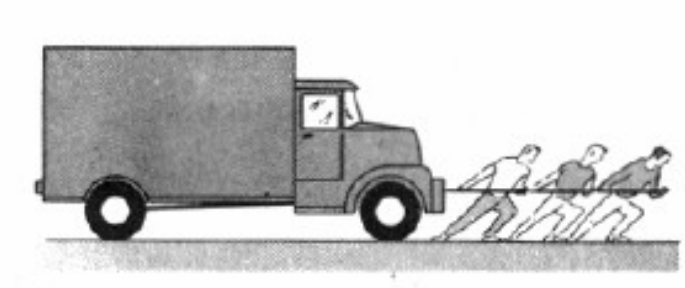
Os **vetores** são representados graficamente por **segmentos orientados**.

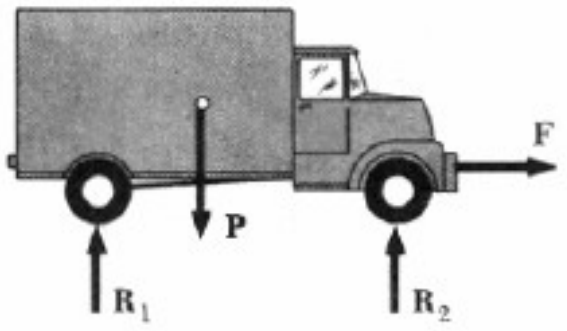
escolhida uma escala, o comprimento de um vetor é proporcional ao seu módulo

A direção e o sentido do vetor representam a direção e o sentido da grandeza em relação a um referencial



Um vetor utilizado para representar uma força que atua num determinado ponto material tem bem definido o seu ponto de aplicação

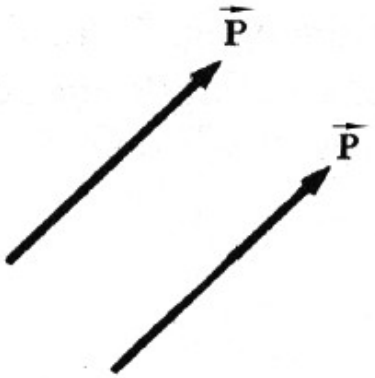




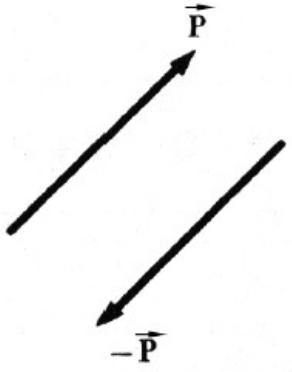
Outras grandezas físicas, por exemplo os momentos, são representadas por vetores que podem ser deslocados paralelamente a si mesmos, livremente no espaço

há ainda outras grandezas físicas, por exemplo as forças atuantes em corpos rígidos, que são representadas por vetores que podem ser deslocados ao longo da sua linha de ação. São vetores deslizantes.

Dois vetores *P* e *P*’ de mesma intensidade, direção e sentido são ditos iguais quer tenham ou não o mesmo ponto de aplicação



O vetor oposto ou simétrico de um determinado vetor *P* é definido como sendo um vetor com a mesma intensidade e direção de *P* e sentido oposto ao de *P.* Representa-se por – *P*



$$\vec{P} + (-\vec{P}) = \vec{0}$$

FOCO DO CURSO

NESTA PARTE INICIAL DO CURSO, TRATAREMOS DE DUAS GRANDEZAS VETORIAIS: FORÇA E MOMENTO

COMENTAREMOS DIVERSAS MANEIRAS DE OPERAR (COMPOR E DECOMPOR) VETORES, MAS DAREMOS MAIS ATENÇÃO AO MÉTODO QUE USA EIXOS CARTESIANOS

SISTEMAS DE UNIDADE

Um Sistema de Unidades é um conjunto que possui uma base, normalmente formada por unidades de três grandezas físicas, e unidades derivadas da base

O sistema indicado para ser adotado é o chamado **Sistema Internacional**, **SI**, mas outros sistemas ainda são usados dependendo da área de atuação (ar comprimido, mecânica automotiva, etc) e da origem da empresa (alemã, inglesa, americana, etc)

No Sistema Internacional a base é formada por:
unidade de comprimento: metro (**m**)
unidade de tempo: segundo (**s**)
unidade de massa: quilograma (**Kg**)
Uma das unidades derivadas é a de força. Pode-se derivá-la com base na 2ª Lei de Newton F = ma, onde a = comprimento/tempo ao quadrado. Assim:
Força = massa x comprimento / tempo ao quadrado. Expressando em termos das unidades da base do SI:
[Força] = Kg x m / s^2

- Esta unidade recebeu um nome particular – **Newton** – sendo geralmente notada pela letra **N**

SISTEMAS DE UNIDADE

As Tabelas seguintes apresentam outras Unidades e os fatores para convertê-las para o SI

COMPRIMENTO

Unidade	SI	Multiplicar por
n(nano)	.m	10^{-9}
μ(micro)	.m	10^{-6}
Dm	.m	0,1
Cm	.m	0,01
.mm	.m	0,001
Km	.m	1000
Ft	.m	0,3048
In	.m	0,0254
yd (jarda)	.m	0,9144

MASSA

Unidade	SI	Multiplicar por
.g	kg	0,001
Ton	kg	1000
lb_m	kg	0,45359237
Slug	kg	14,594
oz (onça)$_{avoirdupois}$	kg	$28,35.10^{-3}$
Grão	kg	$6,48.10^{-6}$
Tonelada (inglesa)	kg	1016
Utm	kg	9,80665
Arroba	kg	14,688

SISTEMAS DE UNIDADE

As Tabelas seguintes apresentam outras Unidades e os fatores para convertê-las para o SI

ÁREA

Unidade	SI	Multiplicar por
Are	$.m^2$	$4{,}047.10^3$
Acre	$.m^2$	100
Hectare	$.m^2$	10000
km^2	$.m^2$	10^6
Pé^2 (ft^2)	$.m^2$	0,06451
Polegada quadrada (in^2)	$.m^2$	9,290304

VOLUME

Unidade	SI	Multiplicar por
barril (petróleo)	m^3	0,159
cm^3	m^3	10^{-6}
gal (galão americano)	m^3	$3{,}785.10^{-3}$
gal (galão imperial)	m^3	$4{,}545963.10^{-3}$
litro (L)	m^3	10^{-3}
Pé cúbico (ft^3)	m^3	0,028317
Polegada cúbica (in^3)	m^3	0,00001639

SISTEMAS DE UNIDADE

As Tabelas seguintes apresentam outras Unidades e os fatores para convertê-las para o SI

FORÇA

Unidade	SI	Multiplicar por
Dina	N	10^{-5}
Kgf	N	9,8
libra força (lbf)	N	4,45
Poundals	N	0,13825

PRESSÃO

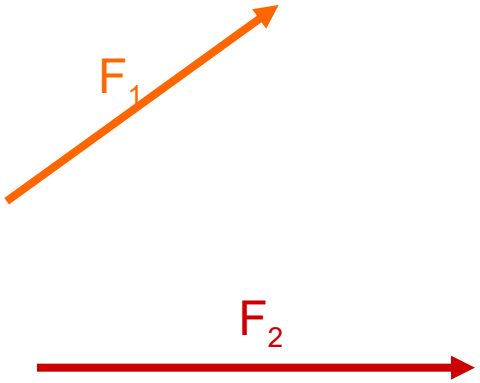
Unidade	SI	Multiplicar por
atmosfera (atm)	Pa	$1{,}01325.10^5$
Bar	Pa	10^5
Barie	Pa	0,1
mm Hg	Pa	133,322
mca (metro de coluna de áua)	Pa	9,80665
Milibar	Pa	10^2
lbf/ft^2	Pa	
lbf/in^2	Pa	

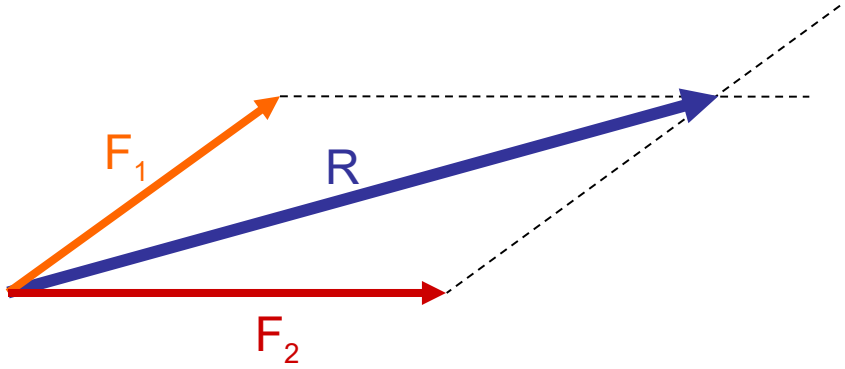
COMPOSIÇÃO DE FORÇAS

Assim como há operações de escalares, pode-se operar também com vetores. Há métodos gráficos e métodos analíticos para isso. Por exemplo:

REGRA DO PARALELOGRAMO: Duas forças atuando numa partícula podem ser substituídas por uma única força, chamada Resultante, obtida pela diagonal do paralelogramo que tem por lados as forças dadas.

CLIQUE AQUI PARA VER EXEMPLO

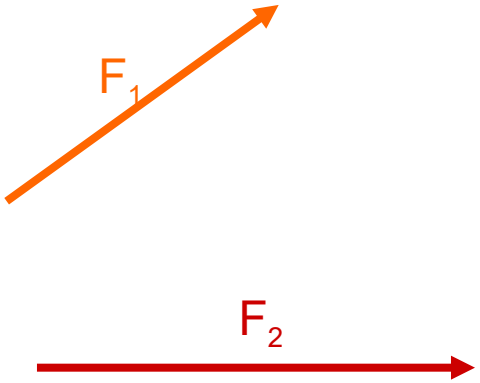


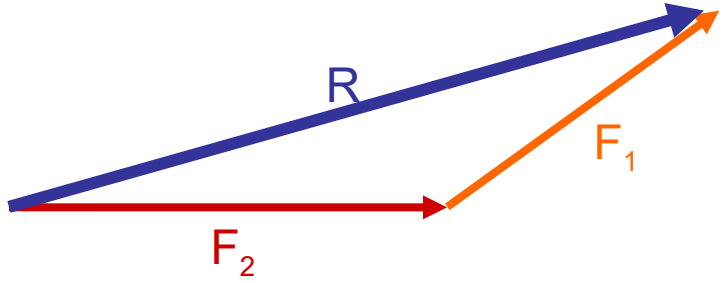


O EFEITO DA RESULTANTE SOBRE A PARTÍCULA É O MESMO QUE DO CONJUNTO DE FORÇAS QUE ELA PODE SUBSTITUIR

REGRA DO TRIÂNGULO

Pode-se encontrar graficamente a resultante de duas forças se desenharmos uma delas a partir da extremidade final da outra e fecharmos a figura unindo o ponto inicial do primeiro vetor ao ponto final do segundo. O vetor que fecha a figura, formando o triângulo, é a resultante.

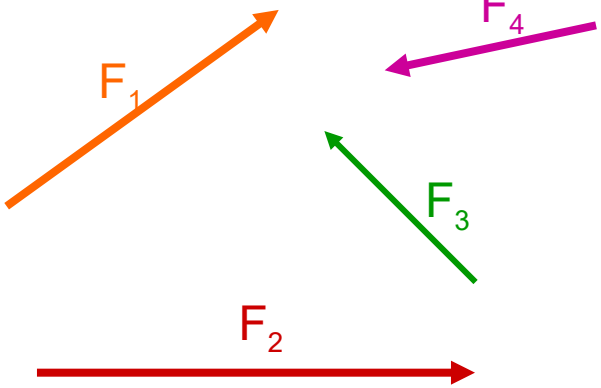


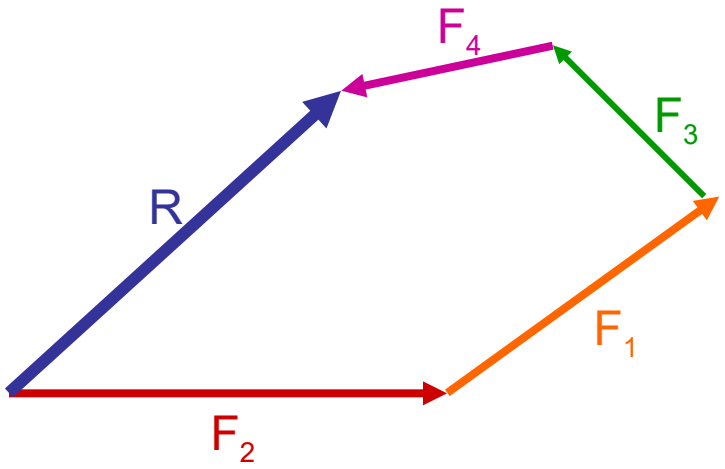


REGRA DO POLÍGONO

É uma generalização da Regra do Triângulo, permitindo adição de mais de dois vetores.

Na extremidade de cada vetor, desenha-se o seguinte. Repete-se esta operação até ter desenhado todos os vetores. Ao unir o ponto inicial do primeiro vetor a ser desenhado com o ponto final do último, fecha-se o polígono, obtendo a resultante.

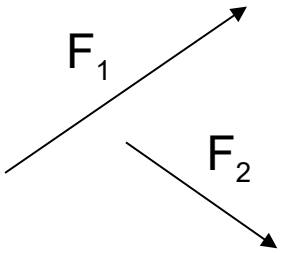




EXERCÍCIOS DE FIXAÇÃO

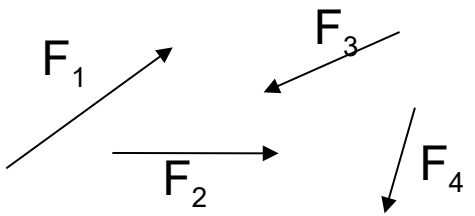
Com o uso de métodos gráficos, encontre as resultantes. Use a seguinte escala: 1 cm = 10 Newtons, ou seja, um vetor representado por um segmento de 3 cm terá um módulo de 30 N

1)



O módulo de $R = F_1 + F_2$ é de _____ N

2)



O módulo de $R = F_1 + F_2 + F_3 + F_4$ é de _____ N

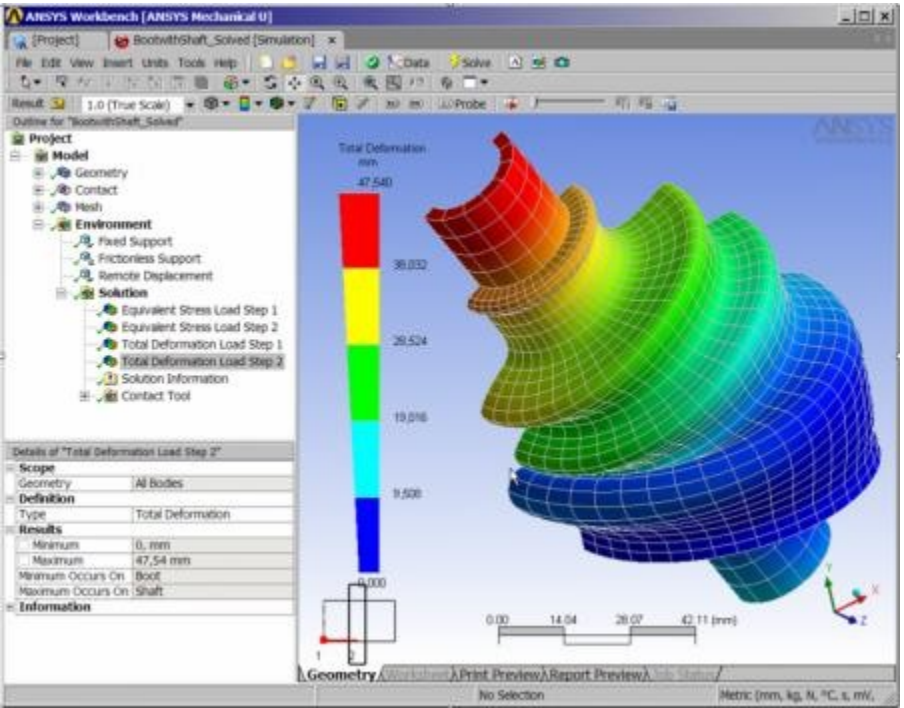
As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

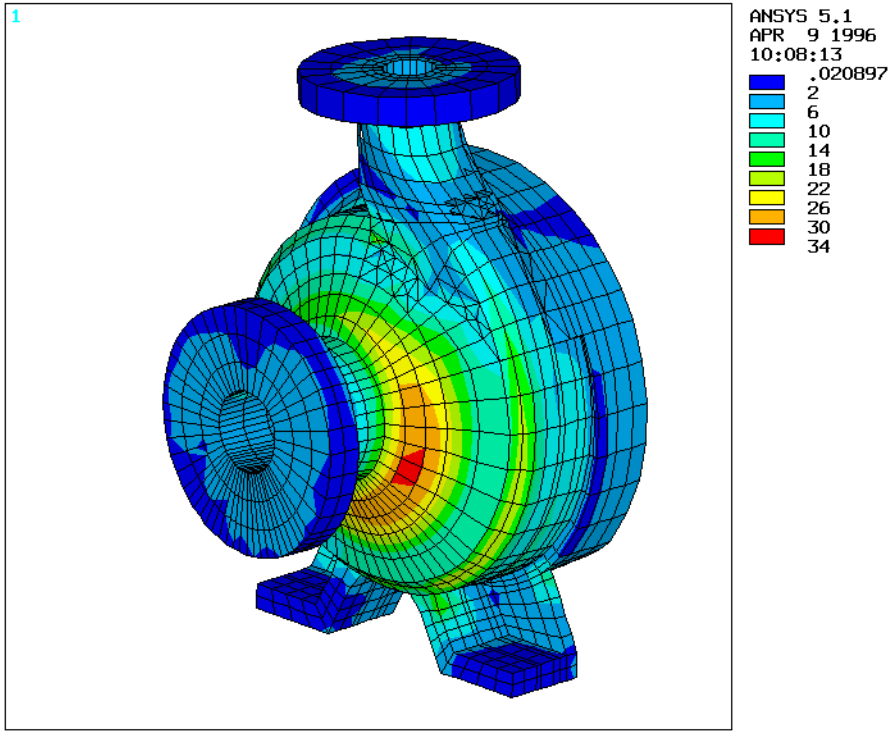
Aplicação:

Este conhecimento é fundamental para cálculo de forças atuantes nos equipamentos projetados e projeto de processos de fabricação

As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

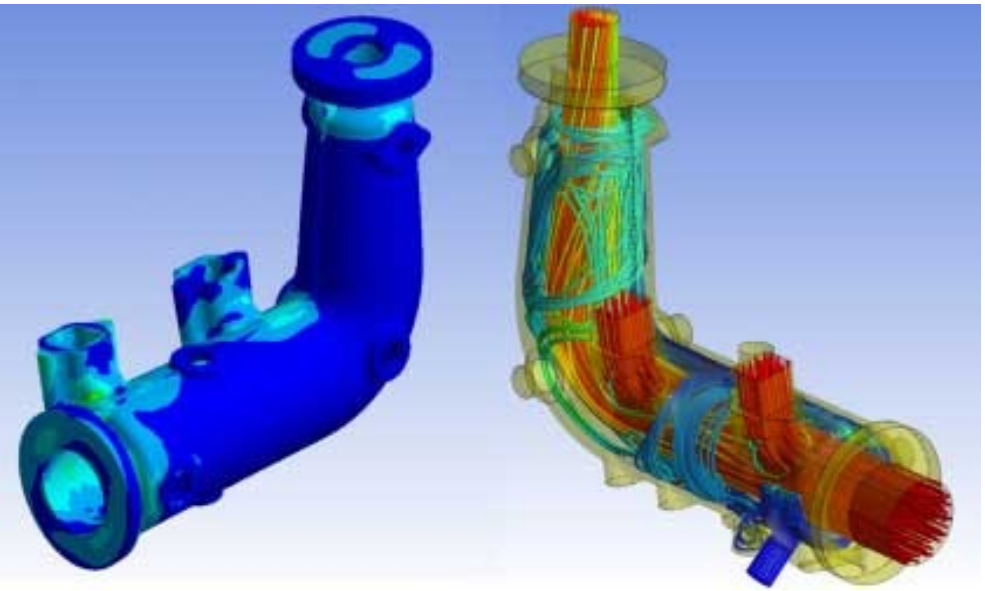
-Utilização de Programas específicos

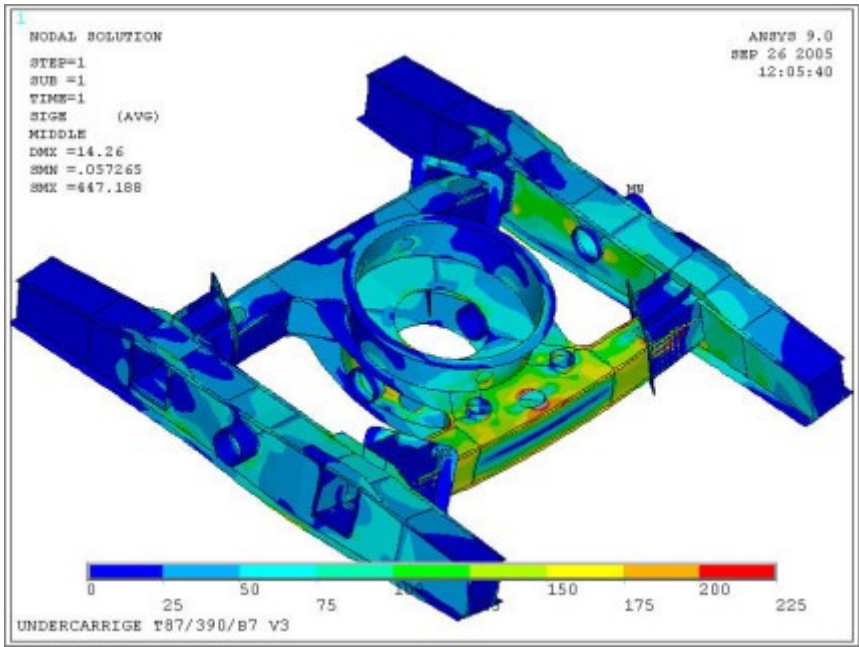




As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

-Utilização de Programas específicos





As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

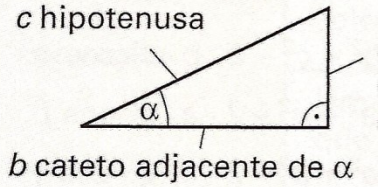
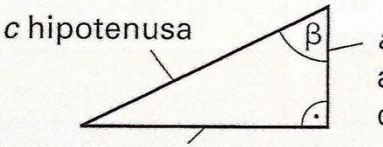
Força é uma grandeza física.

-Magnitude - (intensidade)
-Direção - (horizontal, vertical, inclinada 2D e 3D)
-Sentido- (direita para esquerda e/ou de baixo para cima)

As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

Revisão de Trigonometria

Definições

Designações em um triângulo retângulo	Definições dos coeficientes dos lados	Aplicações para $\sphericalangle \alpha$	Aplicações para $\sphericalangle \beta$
	**Seno** = Cateto oposto / Hipotenusa	$\text{sen}\ \alpha = \frac{a}{c}$	$\text{sen}\ \beta = \frac{b}{c}$
	Co-seno = Cateto adjacente / Hipotenusa	$\cos \alpha = \frac{b}{c}$	$\cos \beta = \frac{a}{c}$
	**Tangente** = Cateto oposto / Cateto adjacente	$\tan \alpha = \frac{a}{b}$	$\tan \beta = \frac{b}{a}$
	Co-tangente = Cateto adjacente / Cateto oposto	$\cot \alpha = \frac{b}{a}$	$\cot \beta = \frac{a}{b}$

As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

Revisão de Trigonometria

Gráfico das funções trigonométricas entre 0° e 360°

Representação em um círculo de raio = 1

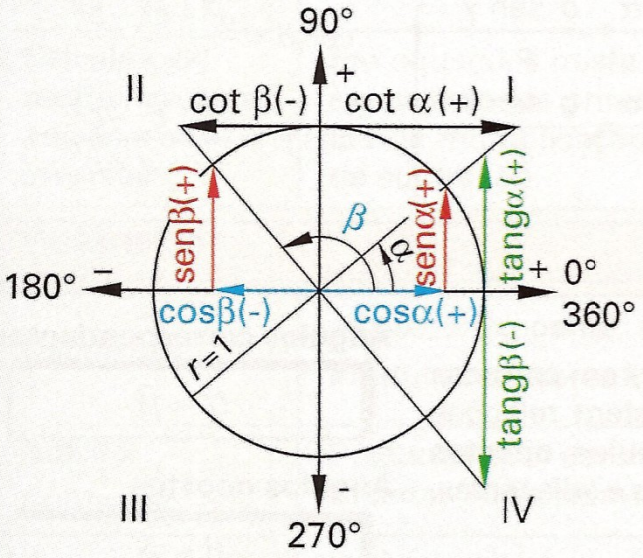
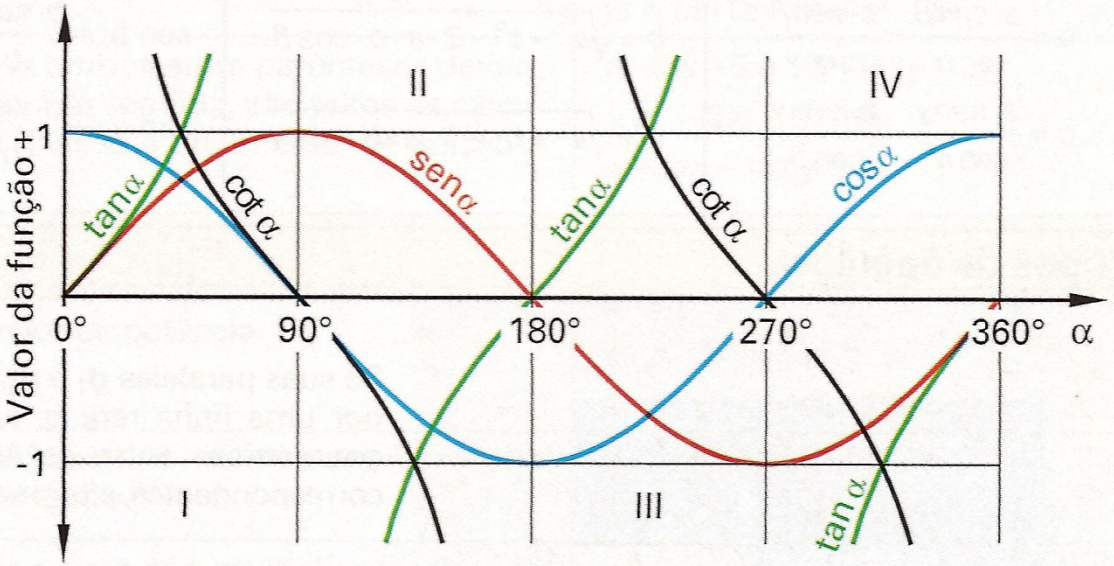


Gráfico das funções trigonométricas



Valores das funções trigonométricas seno e co-seno

Graus	Seno de 0° a 45° — Minutos 0′	15′	30′	45′	60′		Graus	Seno de 45° a 90° — Minutos 0′	15′	30′	45′	60′	
0°	0,0000	0,0044	0,0087	0,0131	0,0175	89°	45°	0,7071	0,7102	0,7133	0,7163	0,7193	44°
1°	0,0175	0,0218	0,0262	0,0305	0,0349	88°	46°	0,7193	0,7224	0,7254	0,7284	0,7314	43°
2°	0,0349	0,0393	0,0436	0,0480	0,0523	87°	47°	0,7314	0,7343	0,7373	0,7402	0,7431	42°
3°	0,0523	0,0567	0,0610	0,0654	0,0698	86°	48°	0,7431	0,7461	0,7490	0,7518	0,7547	41°
4°	0,0698	0,0741	0,0785	0,0828	0,0872	85°	49°	0,7547	0,7576	0,7604	0,7632	0,7660	**40°**
5°	0,0872	0,0915	0,0958	0,1002	0,1045	84°	**50°**	0,7660	0,7688	0,7716	0,7744	0,7771	39°
6°	0,1045	0,1089	0,1132	0,1175	0,1219	83°	51°	0,7771	0,7799	0,7826	0,7853	0,7880	38°
7°	0,1219	0,1262	0,1305	0,1349	0,1392	82°	52°	0,7880	0,7907	0,7934	0,7960	0,7986	37°
8°	0,1392	0,1435	0,1478	0,1521	0,1564	81°	53°	0,7986	0,8013	0,8039	0,8064	0,8090	36°
9°	0,1564	0,1607	0,1650	0,1693	0,1736	**80°**	54°	0,8090	0,8116	0,8141	0,8166	0,8192	35°
10°	0,1736	0,1779	0,1822	0,1865	0,1908	79°	55°	0,8192	0,8216	0,8241	0,8266	0,8290	34°
11°	0,1908	0,1951	0,1994	0,2036	0,2079	78°	56°	0,8290	0,8315	0,8339	0,8363	0,8387	33°
12°	0,2079	0,2122	0,2164	0,2207	0,2250	77°	57°	0,8387	0,8410	0,8434	0,8457	0,8480	32°
13°	0,2250	0,2292	0,2334	0,2377	0,2419	76°	58°	0,8480	0,8504	0,8526	0,8549	0,8572	31°
14°	0,2419	0,2462	0,2504	0,2546	0,2588	75°	59°	0,8572	0,8594	0,8616	0,8638	0,8660	**30°**
15°	0,2588	0,2630	0,2672	0,2714	0,2756	74°	**60°**	0,8660	0,8682	0,8704	0,8725	0,8746	29°
16°	0,2756	0,2798	0,2840	0,2882	0,2924	73°	61°	0,8746	0,8767	0,8788	0,8809	0,8829	28°
17°	0,2924	0,2965	0,3007	0,3049	0,3090	72°	62°	0,8829	0,8850	0,8870	0,8890	0,8910	27°
18°	0,3090	0,3132	0,3173	0,3214	0,3256	71°	63°	0,8910	0,8930	0,8949	0,8969	0,8988	26°
19°	0,3256	0,3297	0,3338	0,3379	0,3420	**70°**	64°	0,8988	0,9007	0,9026	0,9045	0,9063	25°
20°	0,3420	0,3461	0,3502	0,3543	0,3584	69°	65°	0,9063	0,9081	0,9100	0,9118	0,9135	24°
21°	0,3584	0,3624	0,3665	0,3706	0,3746	68°	66°	0,9135	0,9153	0,9171	0,9188	0,9205	23°
22°	0,3746	0,3786	0,3827	0,3867	0,3907	67°	67°	0,9205	0,9222	0,9239	0,9255	0,9272	22°
23°	0,3907	0,3947	0,3987	0,4027	0,4067	66°	68°	0,9272	0,9288	0,9304	0,9320	0,9336	21°
24°	0,4067	0,4107	0,4147	0,4187	0,4226	65°	69°	0,9336	0,9351	0,9367	0,9382	0,9397	**20°**
25°	0,4226	0,4266	0,4305	0,4344	0,4384	64°	**70°**	0,9397	0,9412	0,9426	0,9441	0,9455	19°
26°	0,4384	0,4423	0,4462	0,4501	0,4540	63°	71°	0,9455	0,9469	0,9483	0,9497	0,9511	18°
27°	0,4540	0,4579	0,4617	0,4656	0,4695	62°	72°	0,9511	0,9524	0,9537	0,9550	0,9563	17°
28°	0,4695	0,4733	0,4772	0,4810	0,4848	61°	73°	0,9563	0,9576	0,9588	0,9600	0,9613	16°
29°	0,4848	0,4886	0,4924	0,4962	0,5000	**60°**	74°	0,9613	0,9625	0,9636	0,9648	0,9659	15°
30°	0,5000	0,5038	0,5075	0,5113	0,5150	59°	75°	0,9659	0,9670	0,9681	0,9692	0,9703	14°
31°	0,5150	0,5188	0,5225	0,5262	0,5299	58°	76°	0,9703	0,9713	0,9724	0,9734	0,9744	13°
32°	0,5299	0,5336	0,5373	0,5410	0,5446	57°	77°	0,9744	0,9753	0,9763	0,9772	0,9781	12°
33°	0,5446	0,5483	0,5519	0,5556	0,5592	56°	78°	0,9781	0,9790	0,9799	0,9808	0,9816	11°
34°	0,5592	0,5628	0,5664	0,5700	0,5736	55°	79°	0,9816	0,9825	0,9833	0,9840	0,9848	10°
35°	0,5736	0,5771	0,5807	0,5842	0,5878	54°	**80°**	0,9848	0,9856	0,9863	0,9870	0,9877	9°
36°	0,5878	0,5913	0,5948	0,5983	0,6018	53°	81°	0,9877	0,9884	0,9890	0,9897	0,9903	8°
37°	0,6018	0,6053	0,6088	0,6122	0,6157	52°	82°	0,9903	0,9909	0,9914	0,9920	0,9925	7°
38°	0,6157	0,6191	0,6225	0,6259	0,6293	51°	83°	0,9925	0,9931	0,9936	0,9941	0,9945	6°
39°	0,6293	0,6327	0,6361	0,6394	0,6428	**50°**	84°	0,9945	0,9950	0,9954	0,9958	0,9962	5°
40°	0,6428	0,6461	0,6494	0,6528	0,6561	49°	85°	0,9962	0,9966	0,9969	0,9973	0,9976	4°
41°	0,6561	0,6593	0,6626	0,6659	0,6691	48°	86°	0,9976	0,9979	0,9981	0,9984	0,9986	3°
42°	0,6691	0,6724	0,6756	0,6788	0,6820	47°	87°	0,9986	0,9988	0,9990	0,9992	0,9994	2°
43°	0,6820	0,6852	0,6884	0,6915	0,6947	46°	88°	0,9994	0,9995	0,9997	0,9998	0,99985	1°
44°	0,6947	0,6978	0,7009	0,7040	0,7071	45°	89°	0,99985	0,99991	0,99996	0,99999	1,0000	**0°**
	60′	45′	30′	15′	0′	↑ Graus		60′	45′	30′	15′	0′	↑ Graus
	← Minutos							← Minutos					
	Co-seno de 45° a 90°							**Co-seno de 0° a 45°**					

Valores das funções trigonométricas tangente e co-tangente

Graus	Tangente de 0° a 45° — Minutos 0′	15′	30′	45′	60′		Graus	Tangente de 45° a 90° — Minutos 0′	15′	30′	45′	60′	
0°	0,0000	0,0044	0,0087	0,0131	0,0175	89°	45°	1,0000	1,0088	1,0176	1,0265	1,0355	44°
1°	0,0175	0,0218	0,0262	0,0306	0,0349	88°	46°	1,0355	1,0446	1,0538	1,0630	1,0724	43°
2°	0,0349	0,0393	0,0437	0,0480	0,0524	87°	47°	1,0724	1,0818	1,0913	1,1009	1,1106	42°
3°	0,0524	0,0568	0,0612	0,0655	0,0699	86°	48°	1,1106	1,1204	1,1303	1,1403	1,1504	41°
4°	0,0699	0,0743	0,0787	0,0831	0,0875	85°	49°	1,1504	1,1606	1,1708	1,1812	1,1918	**40°**
5°	0,0875	0,0919	0,0963	0,1007	0,1051	84°	**50°**	1,1918	1,2024	1,2131	1,2239	1,2349	39°
6°	0,1051	0,1095	0,1139	0,1184	0,1228	83°	51°	1,2349	1,2460	1,2572	1,2685	1,2799	38°
7°	0,1228	0,1272	0,1317	0,1361	0,1405	82°	52°	1,2799	1,2915	1,3032	1,3151	1,3270	37°
8°	0,1405	0,1450	0,1495	0,1539	0,1584	81°	53°	1,3270	1,3392	1,3514	1,3638	1,3764	36°
9°	0,1584	0,1629	0,1673	0,1718	0,1763	**80°**	54°	1,3764	1,3891	1,4019	1,4150	1,4281	35°
10°	0,1763	0,1808	0,1853	0,1899	0,1944	79°	55°	1,4281	1,4415	1,4550	1,4687	1,4826	34°
11°	0,1944	0,1989	0,2035	0,2080	0,2126	78°	56°	1,4826	1,4966	1,5108	1,5253	1,5399	33°
12°	0,2126	0,2171	0,2217	0,2263	0,2309	77°	57°	1,5399	1,5547	1,5697	1,5849	1,6003	32°
13°	0,2309	0,2355	0,2401	0,2447	0,2493	76°	58°	1,6003	1,6160	1,6319	1,6479	1,6643	31°
14°	0,2493	0,2540	0,2586	0,2633	0,2679	75°	59°	1,6643	1,6808	1,6977	1,7147	1,7321	**30°**
15°	0,2679	0,2726	0,2773	0,2820	0,2867	74°	**60°**	1,7321	1,7496	1,7675	1,7856	1,8040	29°
16°	0,2867	0,2915	0,2962	0,3010	0,3057	73°	61°	1,8040	1,8228	1,8418	1,8611	1,8807	28°
17°	0,3057	0,3105	0,3153	0,3201	0,3249	72°	62°	1,8807	1,9007	1,9210	1,9416	1,9626	27°
18°	0,3249	0,3298	0,3346	0,3395	0,3443	71°	63°	1,9626	1,9840	2,0057	2,0278	2,0503	26°
19°	0,3443	0,3492	0,3541	0,3590	0,3640	**70°**	64°	2,0503	2,0732	2,0965	2,1203	2,1445	25°
20°	0,3640	0,3689	0,3739	0,3789	0,3839	69°	65°	2,1445	2,1692	2,1943	2,2199	2,2460	24°
21°	0,3839	0,3889	0,3939	0,3990	0,4040	68°	66°	2,2460	2,2727	2,2998	2,3276	2,3559	23°
22°	0,4040	0,4091	0,4142	0,4193	0,4245	67°	67°	2,3559	2,3847	2,4142	2,4443	2,4751	22°
23°	0,4245	0,4296	0,4348	0,4400	0,4452	66°	68°	2,4751	2,5065	2,5386	2,5715	2,6051	21°
24°	0,4452	0,4505	0,4557	0,4610	0,4663	65°	69°	2,6051	2,6395	2,6746	2,7106	2,7475	**20°**
25°	0,4663	0,4716	0,4770	0,4823	0,4877	64°	**70°**	2,7475	2,7852	2,8239	2,8636	2,9042	19°
26°	0,4877	0,4931	0,4986	0,5040	0,5095	63°	71°	2,9042	2,9459	2,9887	3,0326	3,0777	18°
27°	0,5095	0,5150	0,5206	0,5261	0,5317	62°	72°	3,0777	3,1240	3,1716	3,2205	3,2709	17°
28°	0,5317	0,5373	0,5430	0,5486	0,5543	61°	73°	3,2709	3,3226	3,3759	3,4308	3,4874	16°
29°	0,5543	0,5600	0,5658	0,5715	0,5774	**60°**	74°	3,4874	3,5457	3,6059	3,6680	3,7321	15°
30°	0,5774	0,5832	0,5890	0,5949	0,6009	59°	75°	3,7321	3,7983	3,8667	3,9375	4,0108	14°
31°	0,6009	0,6068	0,6128	0,6188	0,6249	58°	76°	4,0108	4,0876	4,1653	4,2468	4,3315	13°
32°	0,6249	0,6310	0,6371	0,6432	0,6494	57°	77°	4,3315	4,4194	4,5107	4,6057	4,7046	12°
33°	0,6494	0,6556	0,6619	0,6682	0,6745	56°	78°	4,7046	4,8077	4,9152	5,0273	5,1446	11°
34°	0,6745	0,6809	0,6873	0,6937	0,7002	55°	79°	5,1446	5,2672	5,3955	5,5301	5,6713	**10°**
35°	0,7002	0,7067	0,7133	0,7199	0,7265	54°	**80°**	5,6713	5,8197	5,9758	6,1402	6,3138	9°
36°	0,7265	0,7332	0,7400	0,7467	0,7536	53°	81°	6,3138	6,4971	6,6912	6,8969	7,1154	8°
37°	0,7536	0,7604	0,7673	0,7743	0,7813	52°	82°	7,1154	7,3479	7,5958	7,8606	8,1443	7°
38°	0,7813	0,7883	0,7954	0,8026	0,8098	51°	83°	8,1443	8,4490	8,7769	9,1309	9,5144	6°
39°	0,8098	0,8170	0,8243	0,8317	0,8391	**50°**	84°	9,5144	9,9310	10,3854	10,8829	11,4301	5°
40°	0,8391	0,8466	0,8541	0,8617	0,8693	49°	85°	11,4301	12,0346	12,7062	13,4566	14,3007	4°
41°	0,8693	0,8770	0,8847	0,8925	0,9004	48°	86°	14,3007	15,2571	16,3499	17,6106	19,0811	3°
42°	0,9004	0,9083	0,9163	0,9244	0,9325	47°	87°	19,0811	20,8188	22,9038	25,4517	28,6363	2°
43°	0,9325	0,9407	0,9490	0,9573	0,9657	46°	88°	28,6363	32,7303	38,1885	45,8294	57,2900	1°
44°	0,9657	0,9742	0,9827	0,9913	1,0000	45°	89°	57,2900	76,3900	114,5887	229,1817	6	**0°**
	60′	45′	30′	15′	0′	↑ Graus		60′	45′	30′	15′	0′	↑ Graus
	← Minutos							← Minutos					
	Co-tangente de 45° a 90°							**Co-tangente de 0° a 45°**					

As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

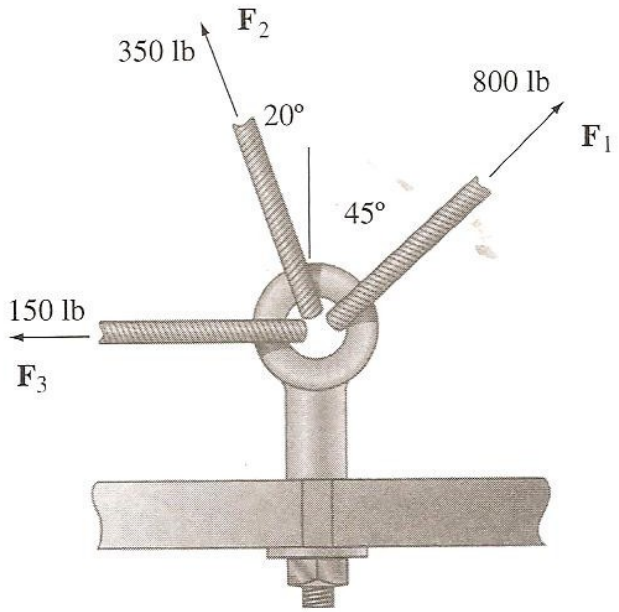
$$F = F_x \mathbf{i} + F_y \mathbf{j}$$

$$F_x = F \cos \Theta$$

$$F_y = F \operatorname{sen} \Theta$$

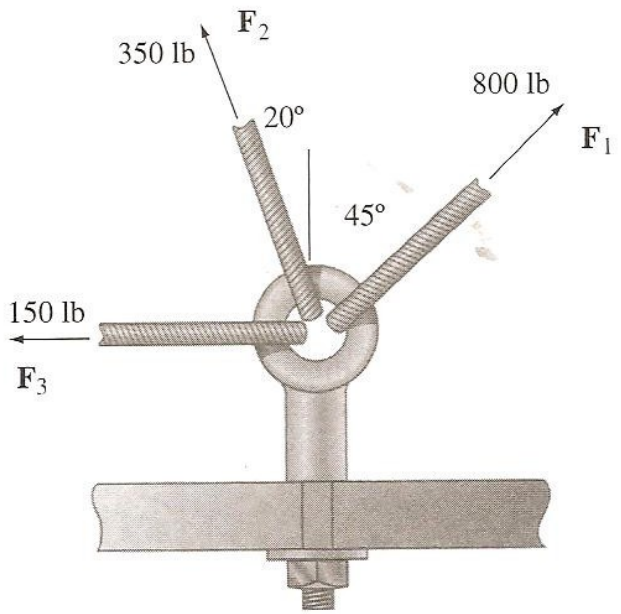
As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

Ex 1.: Parafuso de Olhal para Suporte de Cabos



As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

Ex 1.: Parafuso d e de Cabos



Solução:

Fx1: (800 N) x cos 45 º = 565,7 N

Fy1: (800 N) x sen 45 º = 565,7 N

F1: 565,7 **i** + 565,7 **j**

As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

Ex 1.: Parafuso de Olhal para Suporte de Cabos

Solução:

F2: -350 x sen 20 º **i** + 350 cos 20 º **j**
F2 : - 119 **i** + 328, 9 **j**

F3: - 150 **i**

As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

Ex 1.: Parafuso de Olhal para Suporte de Cabos

Resultante: (x,y)
Rx: 565,7 – 119,7 – 150 = 296,0 N
Ry: 565,7 + 328,8 = 894,6 N
A magnitude da força resultante

$$R = \sqrt{296{,}0^2 + 894{,}6^2}$$

R = 942,3 N

As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

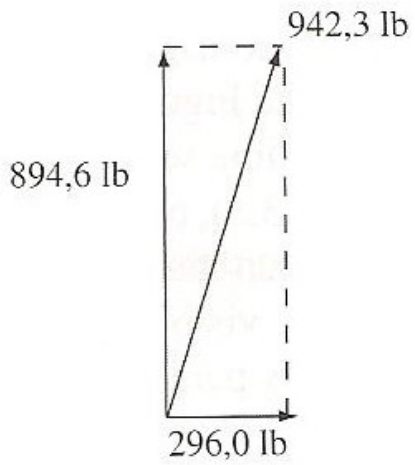
Ex 1.: Parafuso de Olhal para Suporte de Cabos

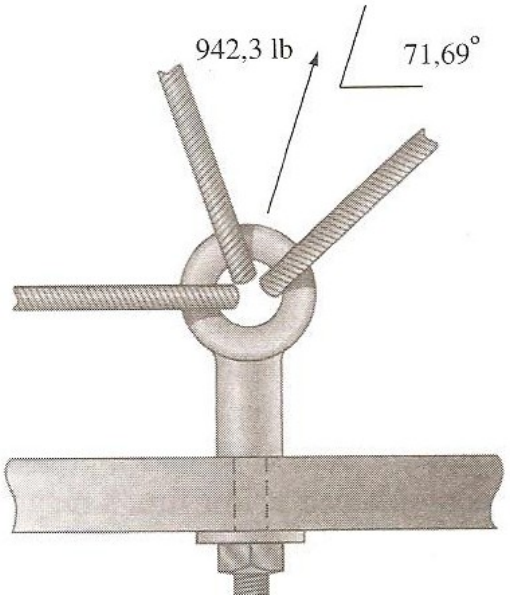
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{894,6}{296,0}\right)$$

Θ=71,69 º

As Forças Aplicadas às Estruturas e Máquinas

Ex 1.: Parafuso de Olhal para Suporte de Cabos



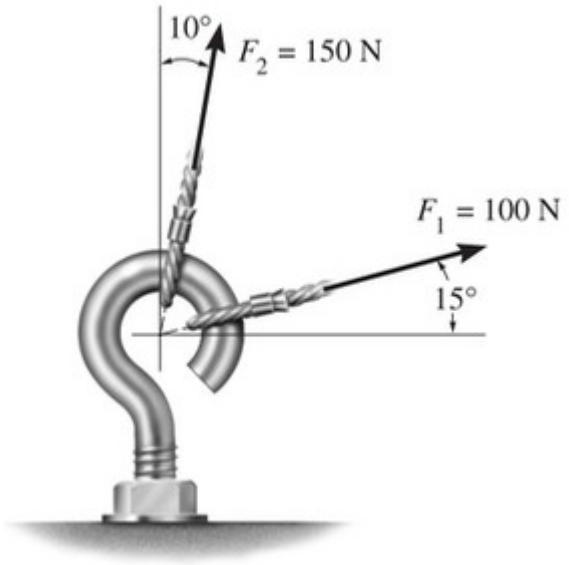


R = 942, 3 N

Θ = 71,69 º

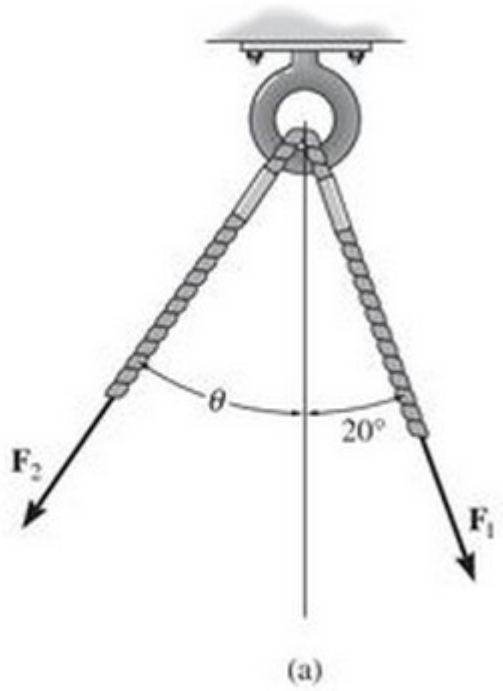
Exercícios

Calcule a força resultante



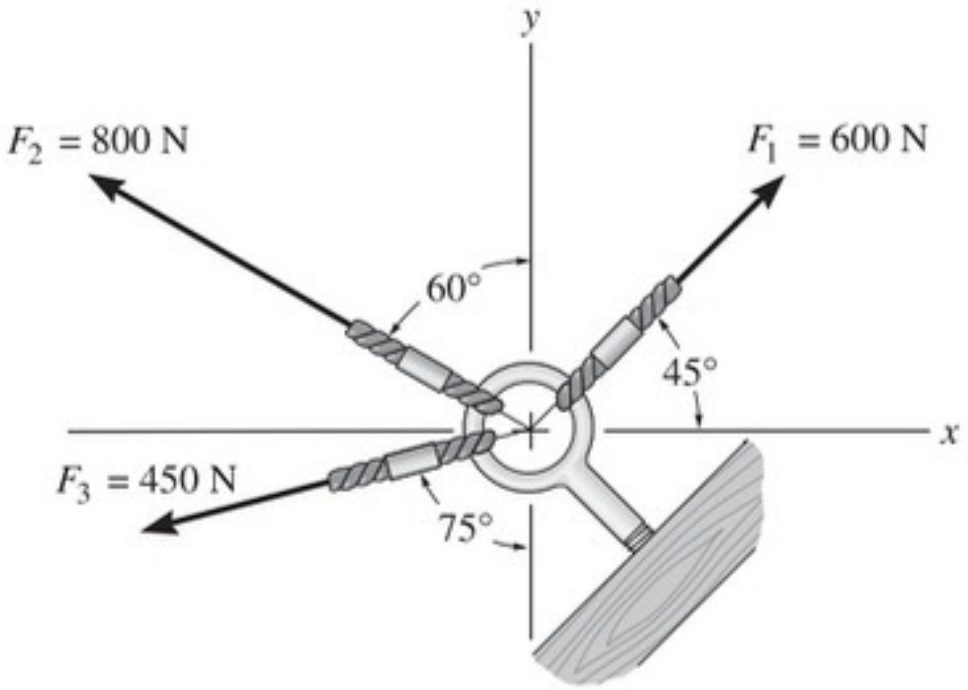
Exercícios

Calcule a força resultante:
Informações: F2 = 500 N, F1 = 300 N, tetha = 30 º



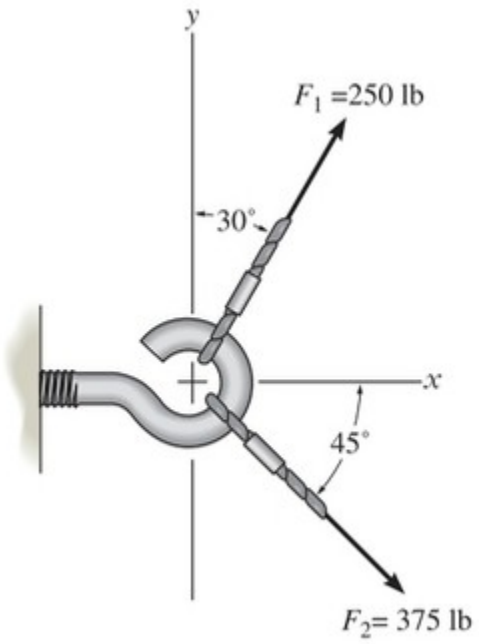
Exercícios

Calcule a força resultante:



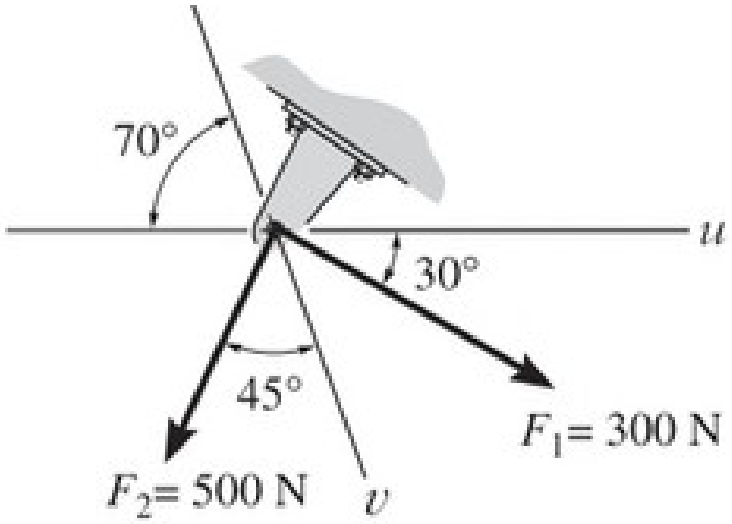
Exercícios

Calcule a força resultante:



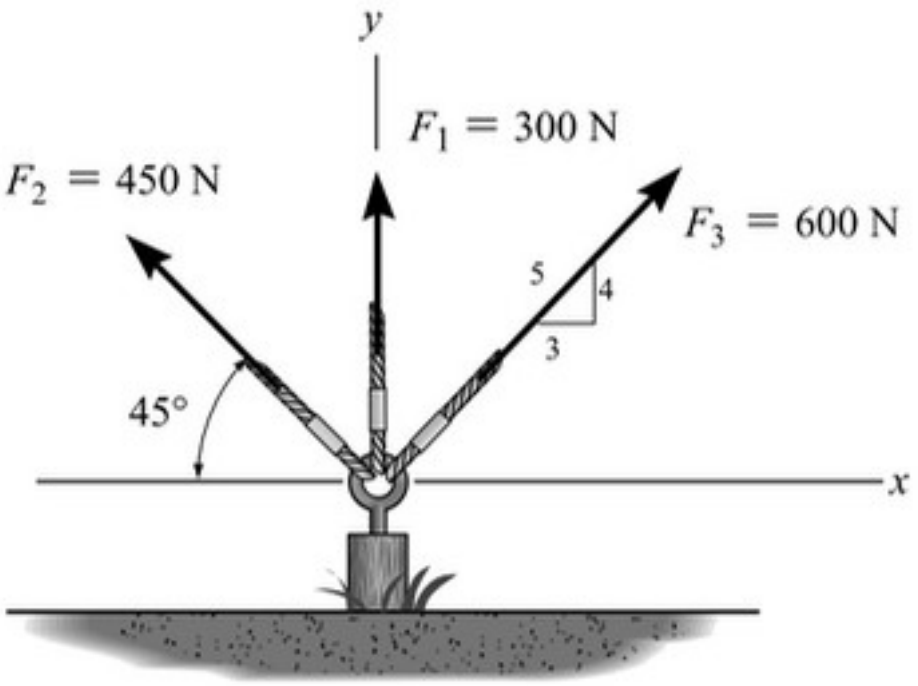
Exercícios

Calcule a força resultante:



Exercícios

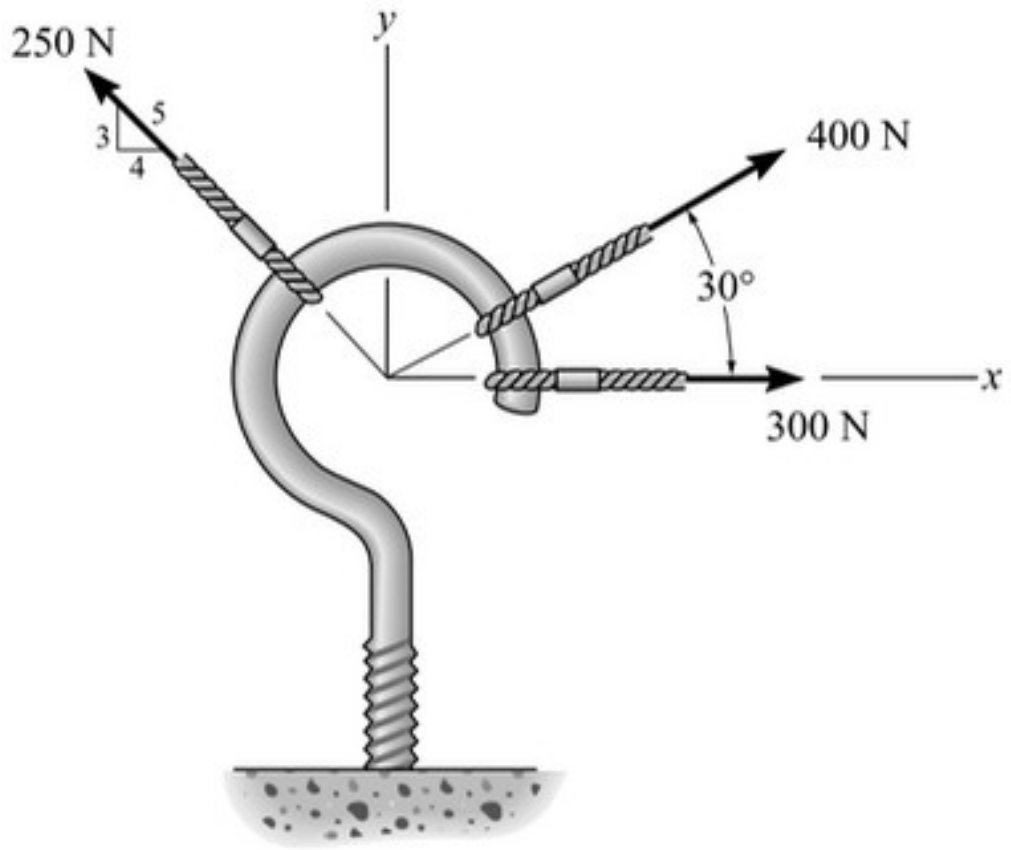
Calcule a força resultante:



Problema 2.7

Exercícios

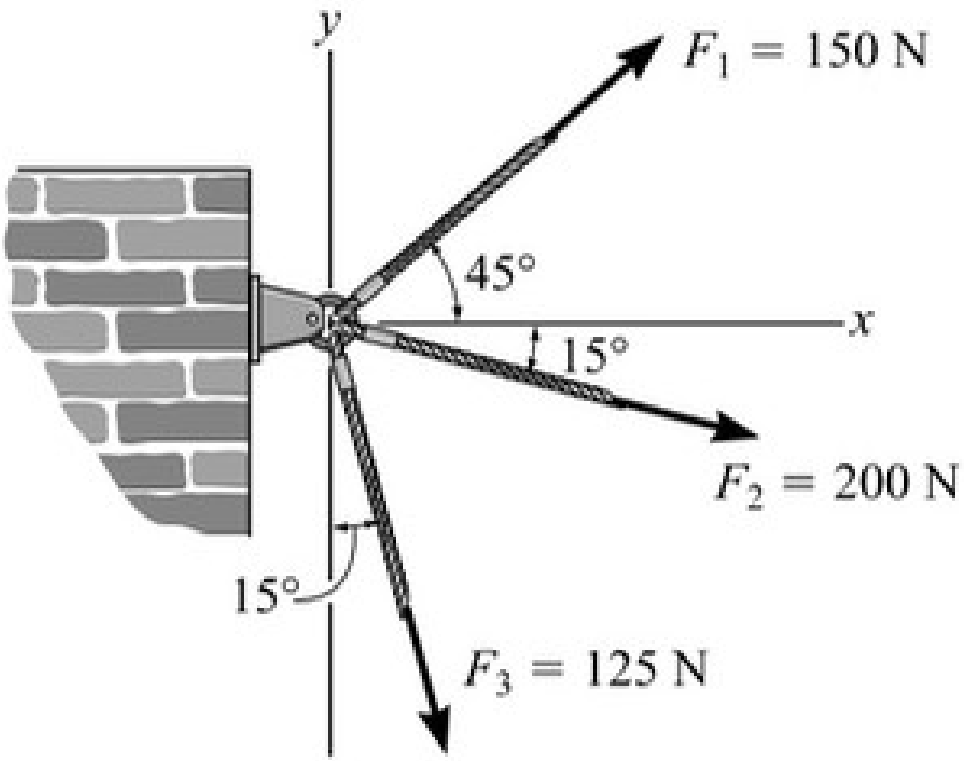
Calcule a força resultante:



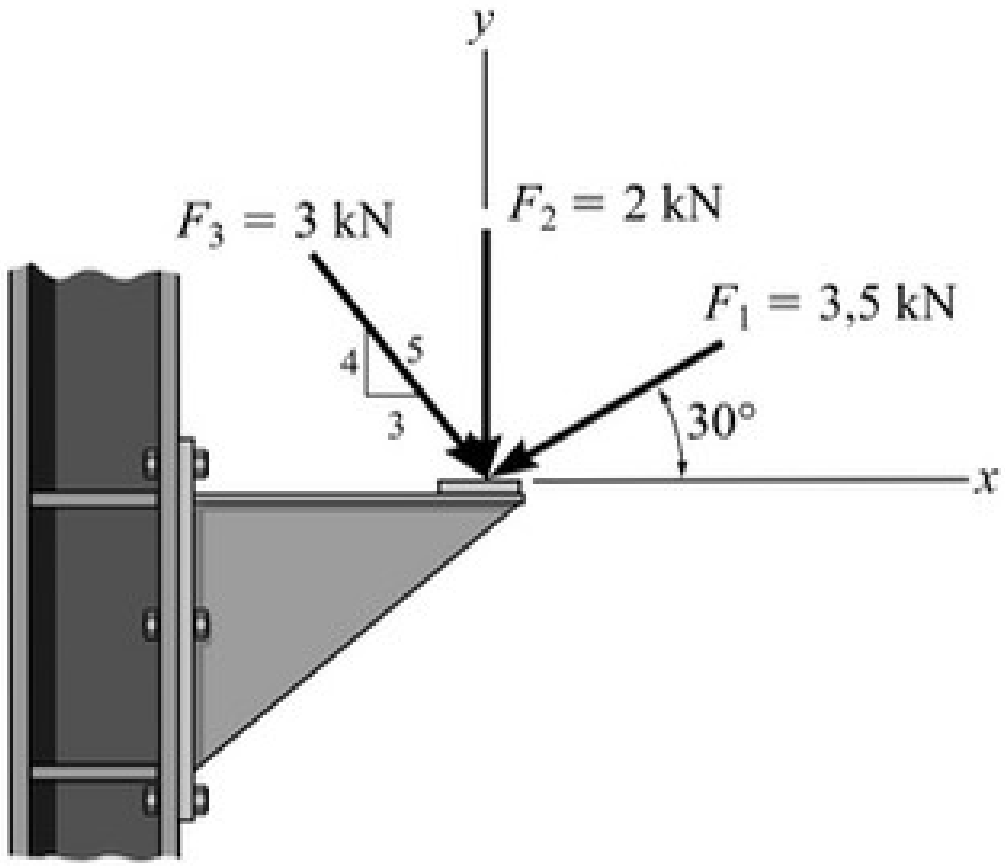
Problema 2.8

Exercícios

Calcule a força resultante:



Problema 2.32

Exercícios

Calcule a força resultante: