

Mecânica I – PME3100

Comentários Iniciais

Professor:

Ronaldo Carrion – rcarrion@usp.br



Programa do Curso e Cronograma (2º sem. 2020)

Critério de avaliação

Bibliografia

sites.poli.usp.br/d/pme3100

Comentários com acesso ao *site*

Horário das aulas

segunda-feira 07:30 às 10:10

quarta-feira 07:30 às 10:10

Sala: *on line*

Horário de atendimento

Fórum do *Moodle*





Antes de começarmos:

William Glasser

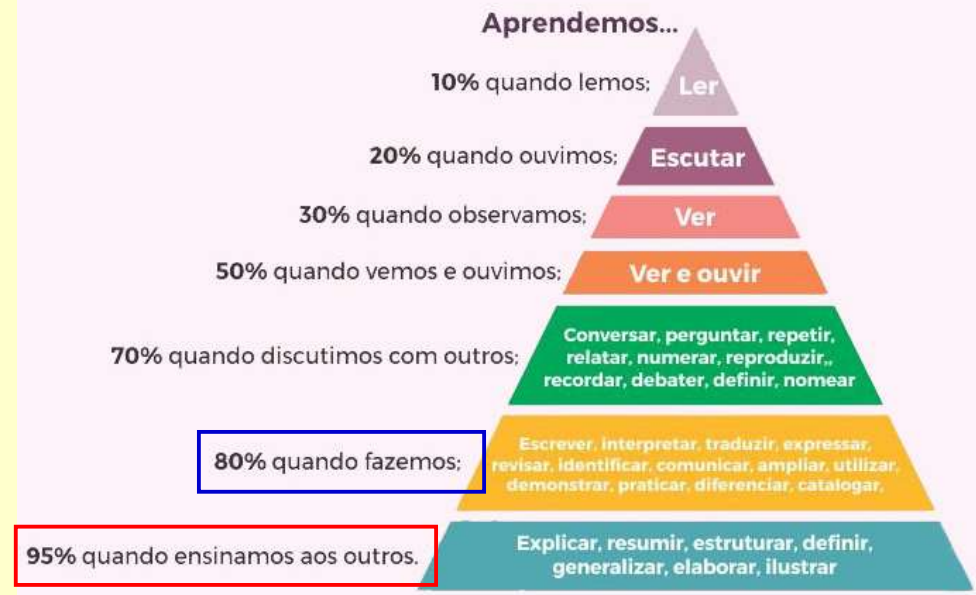
Born: May 11, 1925 – Cleveland, Ohio
Died: August 23, 2013 – Los Angeles, California (88 anos)

BS (Bachelor of Science) in chemical engineering

MA (Master of Arts) in clinical psychology

MD (Medicinae Doctor) in psychiatry

PIRÂMIDE DE WILLIAM GLASSER





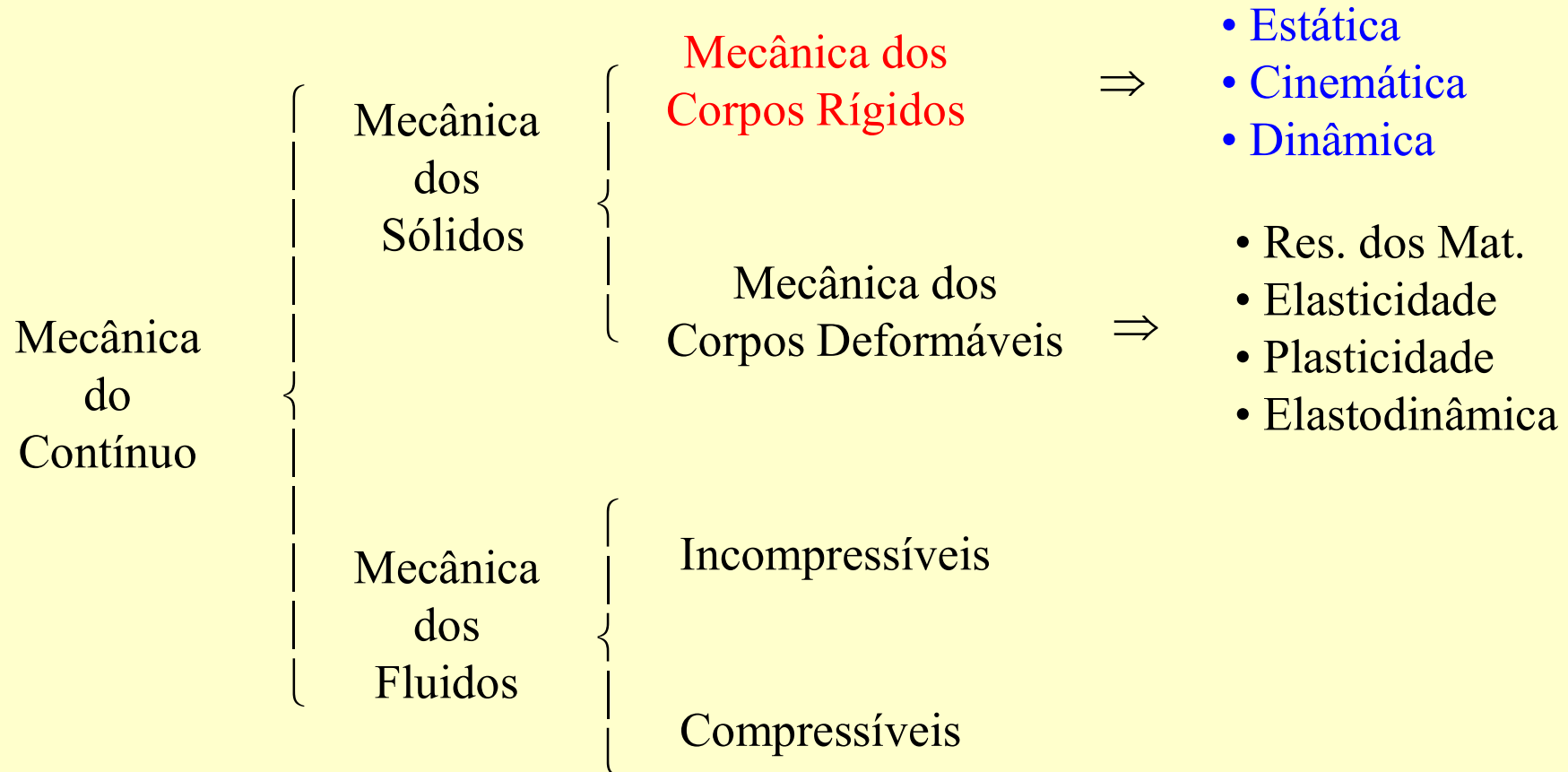
Mecânica I – PME3100

Aula 1

Capítulo 1 – Introdução à Mecânica Clássica



Capítulo 1





Capítulo 1

Grandezas
Fundamentais da
Mecânica
Newtoniana

- Comprimento
- Tempo
- Massa
- Força (vetor) $\Rightarrow (\vec{v}, A)$

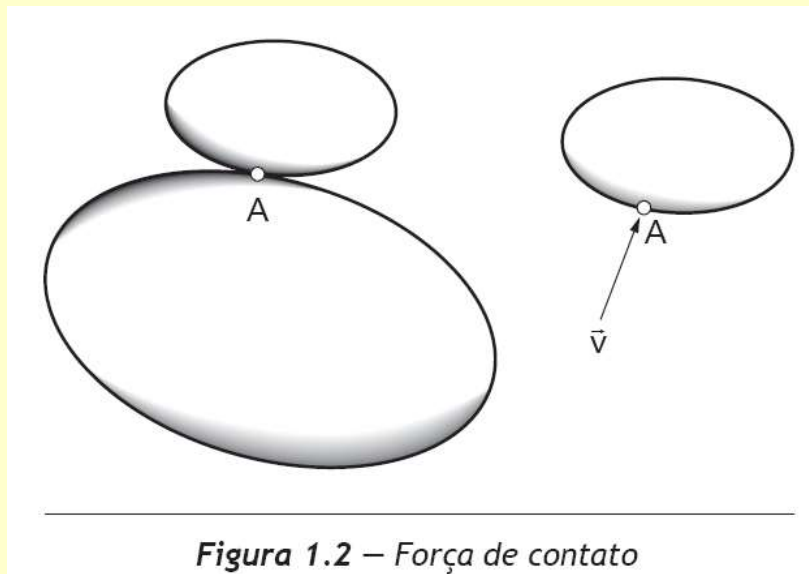


Figura 1.2 – Força de contato

$A \rightarrow$ ponto de aplicação

Fonte: França, L. N. F. e Matsumura, A. Z. 2011, *Mecânica Geral*, 3ª edição, Editora Edgard Blücher Ltda.



Mecânica I – PME3100

Aula 1

Capítulo 2 – Forças e Vetores Aplicados

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças**

2.2.1 Momento em relação a um ponto

2.2.2 Fórmula de mudança de polo

2.2.3 Momento em relação a um eixo

2.2.4 Binário

2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças

2.3.1 Redução de um sistema de forças

2.1 Sistema de forças

Para um sistema de forças $(\bar{F}_i, P_i) \quad i = 1, 2, \dots, n$

chama-se resultante do sistema

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n \bar{F}_i$$

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças**

2.2.1 Momento em relação a um ponto

2.2.2 Fórmula de mudança de polo

2.2.3 Momento em relação a um eixo

2.2.4 Binário

2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças

2.3.1 Redução de um sistema de forças

2.3.2 Eixo central

Escolhido um sistema ortogonal de coordenadas $(O, \bar{i}, \bar{j}, \bar{k})$

(X_i, Y_i, Z_i) componentes de $\bar{F}_i$

Obtém-se para as componentes de $\bar{R}$, os escalares

$$X = \sum_{i=1}^n X_i$$

$$Y = \sum_{i=1}^n Y_i$$

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i$$

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças****2.2.1 Momento em relação a um ponto**

2.2.2 Fórmula de mudança de polo

2.2.3 Momento em relação a um eixo

2.2.4 Binário

2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças

2.3.1 Redução de um sistema de forças

2.3.2 Eixo central

2.2 Momentos de um sistema de forças**2.2.1 Momento em relação a um ponto**

Momento da força $\vec{F}$ (aplicada em P) em relação ao ponto O , é o vetor definido por:

$$\vec{M}_O = (\vec{P} - \vec{O}) \wedge \vec{F}$$

ponto $O \Rightarrow$ polo

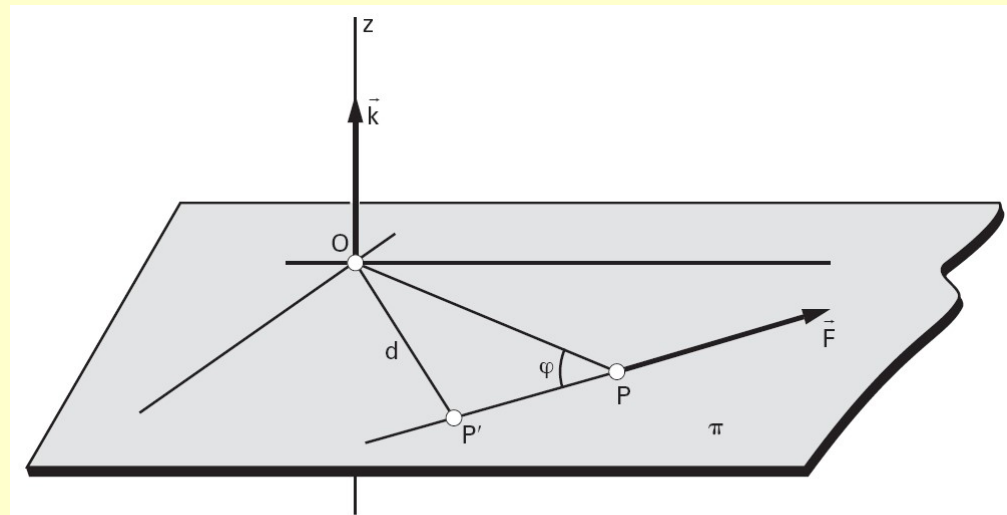


Figura 2.1 – Momento em relação a um ponto

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças****2.2.1 Momento em relação a um ponto**

2.2.2 Fórmula de mudança de polo

2.2.3 Momento em relação a um eixo

2.2.4 Binário

2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças

2.3.1 Redução de um sistema de forças

2.3.2 Eixo central

$$\text{módulo de } \bar{M}_o \Rightarrow |\bar{M}_o| = |P - O| \cdot |\bar{F}| \sin \phi = |\bar{F}| \cdot d$$

O momento não se altera aplicando a força em qualquer ponto da sua linha de ação

Voltar na figura do *slide* anterior

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças****2.2.1 Momento em relação a um ponto**

2.2.2 Fórmula de mudança de polo

2.2.3 Momento em relação a um eixo

2.2.4 Binário

2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças

2.3.1 Redução de um sistema de forças

2.3.2 Eixo central

Por definição, momento do sistema de forças $(\bar{F}_i, P_i)$ em relação ao ponto O , é o vetor

$$\bar{M}_O = \sum_i (P_i - O) \wedge \bar{F}_i$$

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças****2.2.1 Momento em relação a um ponto**

2.2.2 Fórmula de mudança de polo

2.2.3 Momento em relação a um eixo

2.2.4 Binário

2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças

2.3.1 Redução de um sistema de forças

2.3.2 Eixo central

Teorema de Varignon:

O momento de um **sistema de forças concorrentes** ...

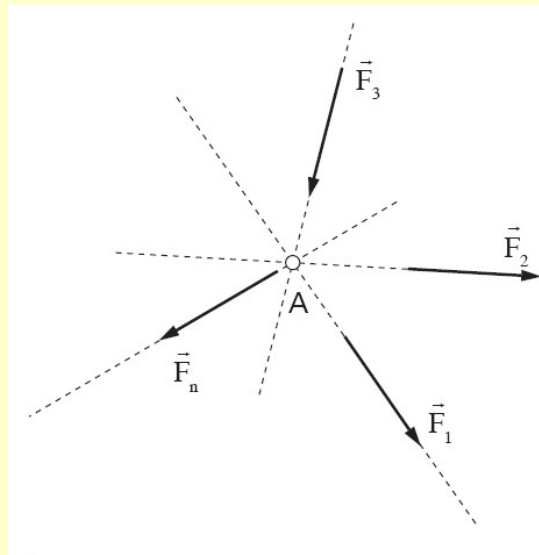


Figura 2.2 – Forças concorrentes

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças****2.2.1 Momento em relação a um ponto****2.2.2 Fórmula de mudança de polo****2.2.3 Momento em relação a um eixo****2.2.4 Binário****2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças****2.3.1 Redução de um sistema de forças****2.3.2 Eixo central**

Teorema de Varignon:

O momento de um **sistema de forças concorrentes**, em relação a um polo O qualquer, é igual ao momento, em relação a O , da **resultante do sistema**, suposta **aplicada no ponto de concurso** das forças.

Sejam as forças $(\bar{F}_i, A)$

$$\bar{M}_O = \sum_i (A - O) \wedge \bar{F}_i = (A - O) \wedge \sum_i \bar{F}_i = (A - O) \wedge \bar{R}$$

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças****2.2.1 Momento em relação a um ponto****2.2.2 Fórmula de mudança de polo****2.2.3 Momento em relação a um eixo****2.2.4 Binário****2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças****2.3.1 Redução de um sistema de forças****2.3.2 Eixo central****2.2.2 Fórmula de mudança de polo**

O momento de um sistema $(\vec{F}_i, P_i)$ geralmente varia com o polo

Sendo O e O' dois polos, tem-se

$$\vec{M}_O = \sum_i (P_i - O) \wedge \vec{F}_i$$

$$\vec{M}_{O'} = \sum_i (P_i - O') \wedge \vec{F}_i$$

Subtraindo membro a membro

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças****2.2.1 Momento em relação a um ponto****2.2.2 Fórmula de mudança de polo****2.2.3 Momento em relação a um eixo****2.2.4 Binário****2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças****2.3.1 Redução de um sistema de forças****2.3.2 Eixo central**

$$\bar{M}_{O'} - \bar{M}_O = \sum_i (P_i - O') \wedge \bar{F}_i - (P_i - O) \wedge \bar{F}_i =$$

$$= \sum_i [(P_i - O') - (P_i - O)] \wedge \bar{F}_i = \sum_i (O - O') \wedge \bar{F}_i = (O - O') \wedge \sum_i \bar{F}_i$$

$$\bar{M}_{O'} = \bar{M}_O + (O - O') \wedge \bar{R}$$

Fórmula de
mudança de polo
(de O para O')

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças****2.2.1 Momento em relação a um ponto****2.2.2 Fórmula de mudança de polo****2.2.3 Momento em relação a um eixo****2.2.4 Binário****2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças****2.3.1 Redução de um sistema de forças****2.3.2 Eixo central**

Dessa fórmula conclui-se:

$$\bar{M}_{O'} = \bar{M}_O + (O - O') \wedge \bar{R}$$

- 1) Se $\bar{R} = \bar{0}$, o momento independe do polo escolhido
- 2) Se $\bar{R} \neq \bar{0}$, será $\bar{M}_{O'} = \bar{M}_O$ se e somente se $(O - O')$ for paralelo a $\bar{R}$
- 3) Se $\bar{M}_{O'} = \bar{M}_O$, qualquer que seja O' , resulta $(O - O') \wedge \bar{R} = \bar{0}$, para qualquer O' , o que implica $\bar{R} = \bar{0}$
- 4) A relação $\bar{M}_{O'} \cdot \bar{R} = \bar{M}_O \cdot \bar{R}$, isto é, a projeção do momento do sistema sobre a direção da resultante é invariante para mudança de polos. O escalar $I = \bar{M}_O \cdot \bar{R}$ é chamado **invariante escalar** do sistema.

**Capítulo 2****2.1 Sistema de forças****2.2 Momentos de um sistema de forças****2.2.1 Momento em relação a um ponto****2.2.2 Fórmula de mudança de polo****2.2.3 Momento em relação a um eixo****2.2.4 Binário****2.3 Sistemas equivalentes e redução de um sistema de forças****2.3.1 Redução de um sistema de forças****2.3.2 Eixo central**

Exemplo 2.5 do livro texto

Os momentos de um sistema de vetores aplicados são:

$$\bar{M}_A = \bar{i} + 2\bar{k} \quad \text{no polo} \quad A(1, 2, 0)$$

$$\bar{M}_B = \bar{i} - 3\bar{j} - 4\bar{k} \quad \text{no polo} \quad B(2, 0, 1)$$

Achar sua resultante sabendo que ela é da forma: $\bar{R} = \bar{i} + R_y\bar{j} + R_z\bar{k}$

Resposta: $R_y = 4, R_z = -2$



PERGUNTAS?

