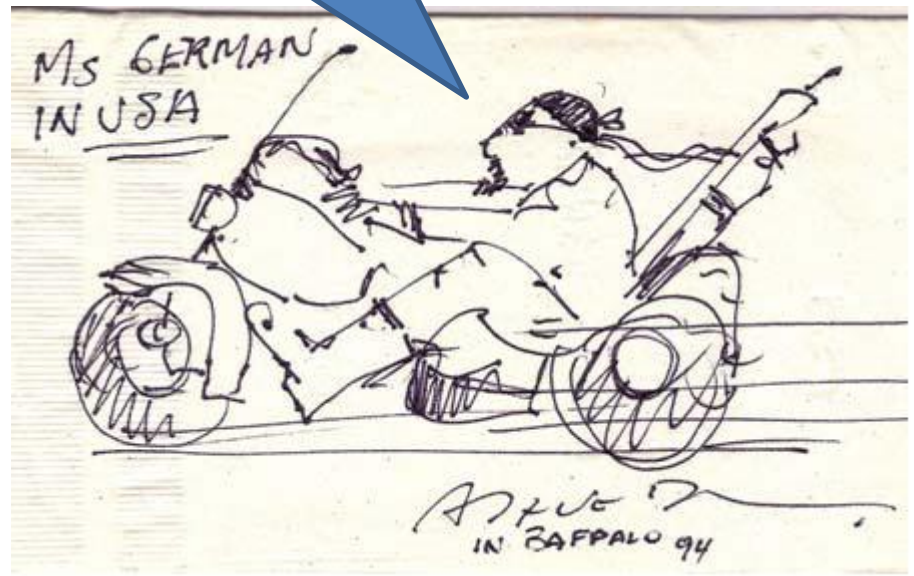


Nona aula de FT

22/09/2011

Vamos estudar parte do capítulo 1 da bibliografia básica, ou seja: fluidos e suas propriedades básicas. Através deste capítulo objetivamos iniciar os estudos ligados aos escoamentos dos fluidos.

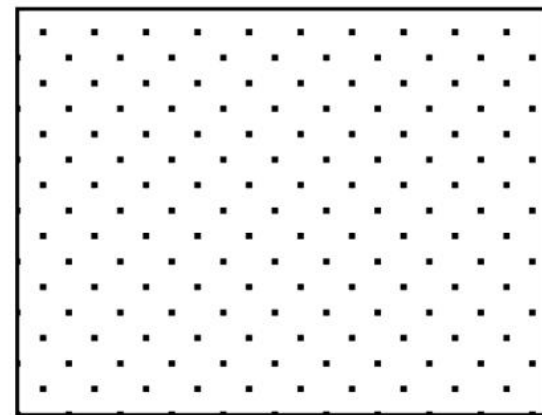
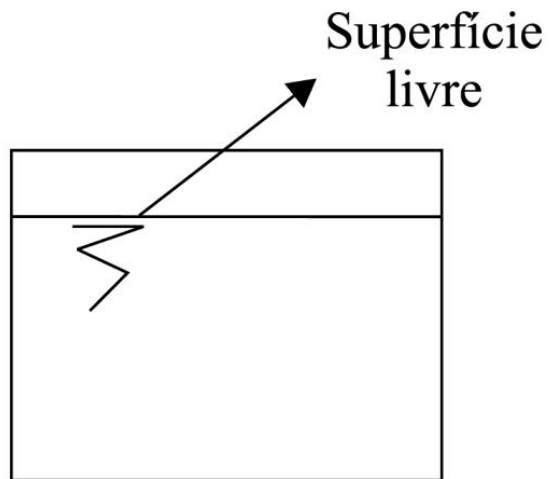
Vamos iniciar evocando:
1.1 Conceito de fluido



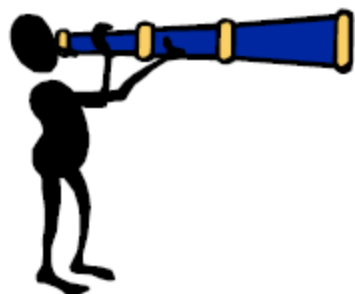
Fluido é qualquer substância não sólida, capaz de escoar e assumir a forma do recipiente que o contém.

Os fluidos podem ser divididos em líquidos e gases.

De uma forma prática, podemos distinguir os líquidos dos gases da seguinte maneira: os líquidos quando colocados em um recipiente, tomam o formato deste, apresentando porém, uma superfície livre, enquanto que os gases, preenchem totalmente o recipiente, sem apresentar qualquer superfície livre, o que nos permite concluir que os líquidos tem um volume próprio enquanto que os gases não.



Gás



que reconhece
os fluidos



Primeira classificação dos fluidos

8/9/2006 - v4



líquidos

volume definido
mas não próprio



superfície livre



gases

sem volume próprio



sem superfície livre

1.2 PESO ESPECÍFICO, MASSA ESPECÍFICA, MASSA ESPECÍFICA E PESO ESPECÍFICO RELATIVO

1.2.1 MASSA ESPECÍFICA (ρ)

A massa específica de uma substância é a massa dessa substância pela unidade de volume que ela ocupa.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

A sua unidade no SI é: kg/m³.

1.2.2 PESO ESPECÍFICO (γ)

O peso específico de uma substância é o peso dessa substância pela unidade de volume que ela ocupa.

$$\gamma = \frac{G}{V}$$

A sua unidade no SI é: N/m³.

1.2.3 RELAÇÃO ENTRE PESO E MASSA ESPECÍFICA

$$\gamma = \frac{G}{V} = \frac{m \times g}{V} = \rho \times g$$

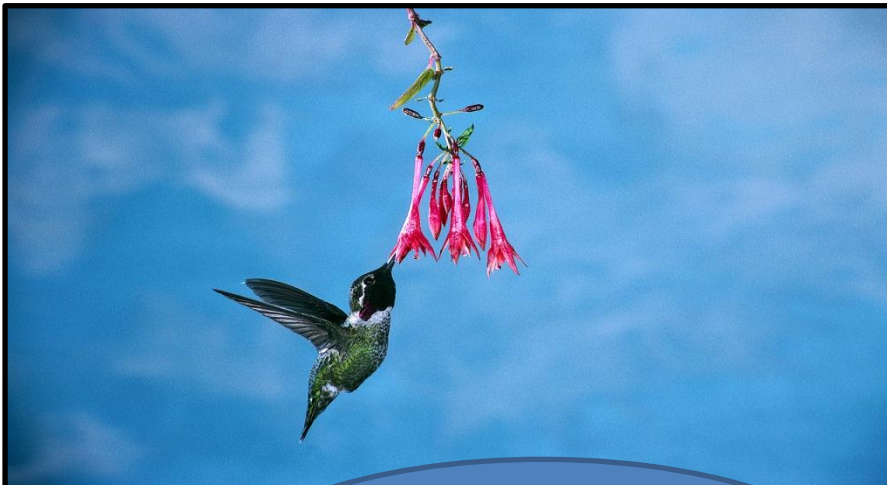
1.2.4 PESO ESPECÍFICO RELATIVO (γ_R) E MASSA ESPECÍFICA RELATIVA (ρ_R)

$$\gamma_R = \rho_R = \frac{\gamma}{\gamma_{\text{padrão}}} = \frac{\rho}{\rho_{\text{padrão}}}$$

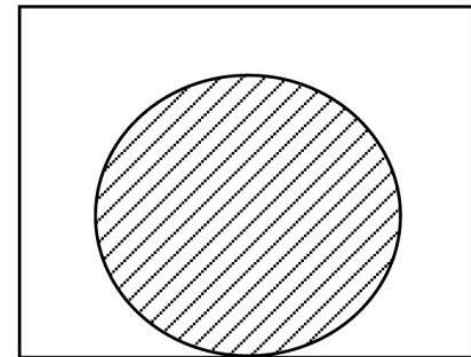
$$\text{líquidos} \rightarrow \rho_{\text{padrão}} = \rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\text{gases} \rightarrow \rho_{\text{padrão}} = \rho_{\text{ar}_{\text{CNPT}}}$$

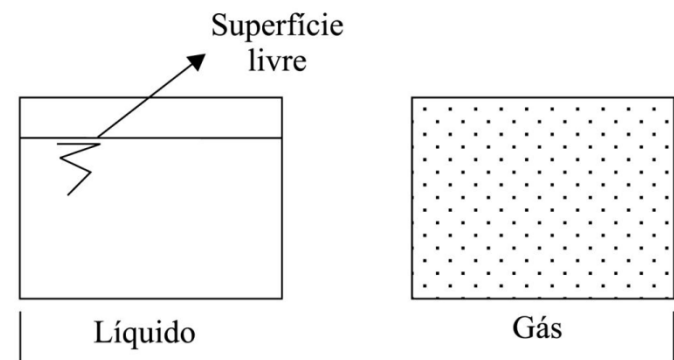
Tanto o peso específico relativo como a massa específica relativa são números adimensionais.



Vamos agora refletir
sobre as diferenças
básicas entre sólido e
fluido.



Sólido



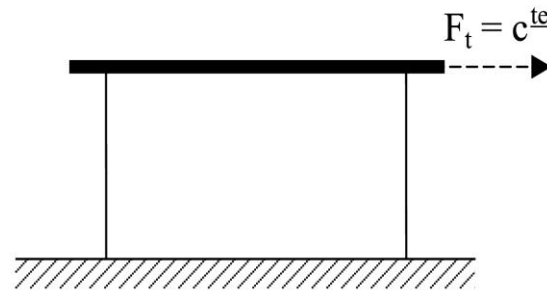
Fluidos



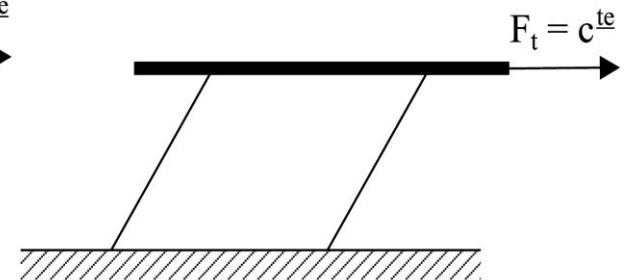
1.3 Experiência das duas placas



sólido

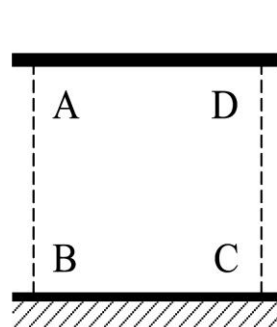


(a)

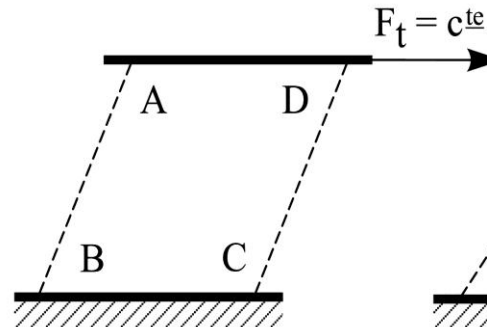


(b)

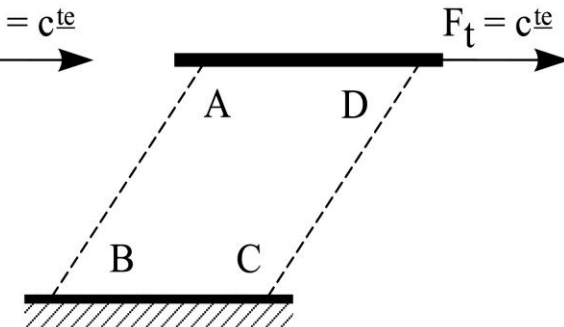
Sólido se deforma angularmente
mas pode assumir nova posição de
equilíbrio



(a)



(b)



(c)

Líquido se deforma
continuamente

líquido

**Experiência
das
duas placas**

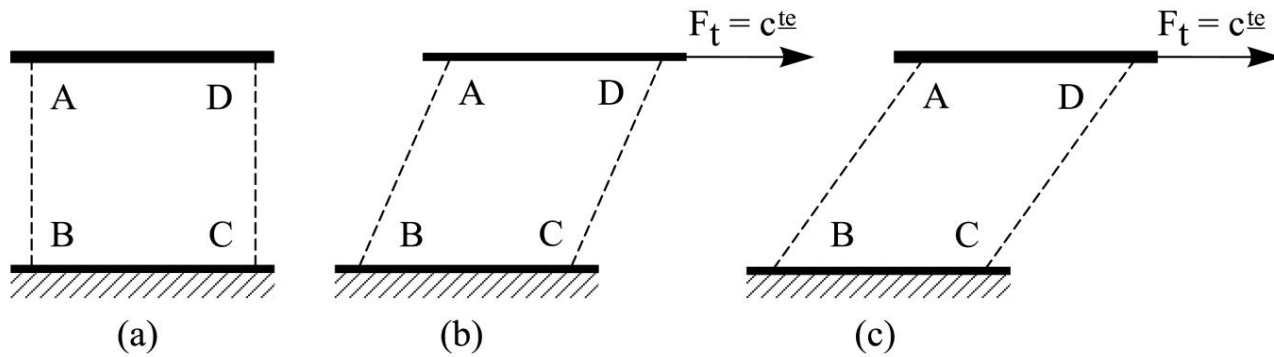
9/8/2006 - v4

outro conceito de fluido



“Fluido é uma substância que se deforma continuamente, quando submetido a uma força tangencial constante, não atinge uma nova configuração de equilíbrio estático.”

(Brunetti, p.2)



princípio de aderência

As partículas fluidas em contato com uma superfície sólida apresentam a velocidade da superfície



Na experiência das
duas placas
observa-se que
após um intervalo
de tempo (dt) a
placa superior
adquire uma
velocidade
constante.





Sendo $v = \text{cte}$, pode-se afirmar que a somatória das forças na placa móvel é igual a zero, portanto surge uma força de mesma intensidade, mesma direção, porém sentido contrário a F_t . Para entender esta força que surge, vamos estudar a tensão de cisalhamento.

1.4

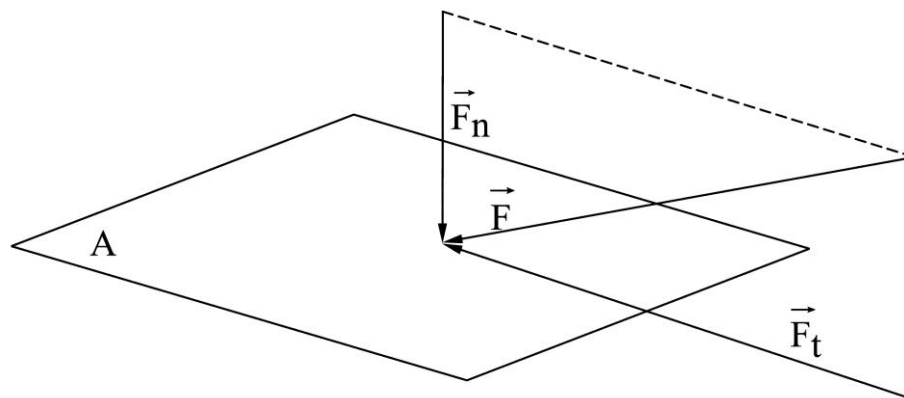
tensão de cisalhamento



Uma força aplicada a uma área “A” pode ser decomposta.

Define-se tensão de cisalhamento:

$$\tau = \frac{F_t}{A}$$



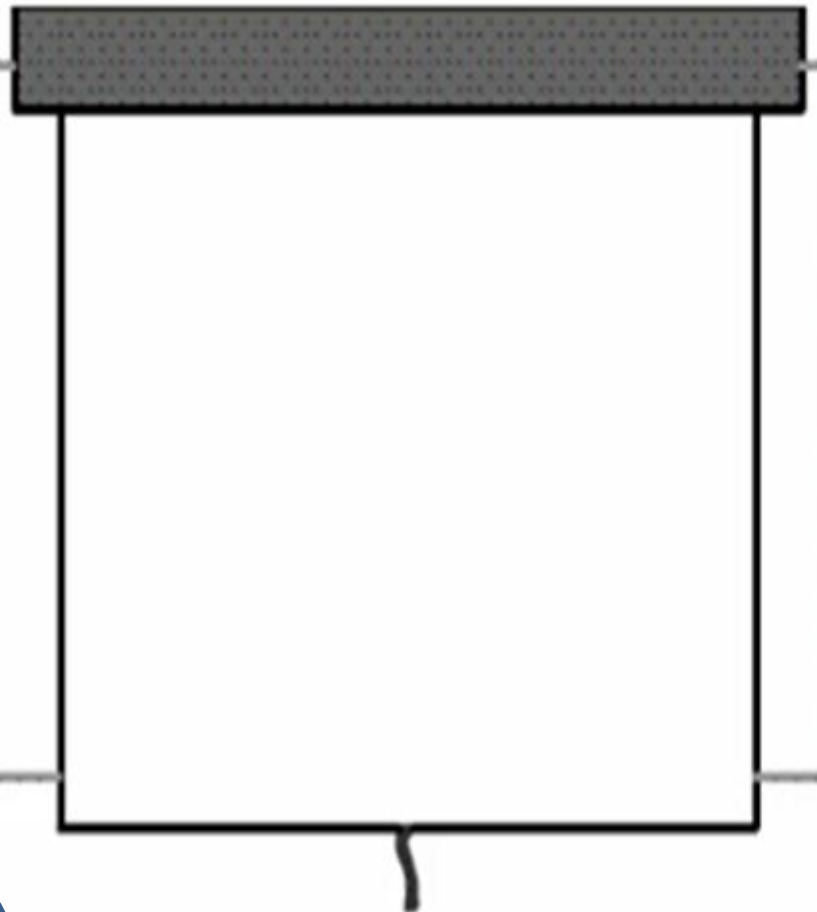
Unidades de tensão de cisalhamento

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \rightarrow \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \rightarrow \frac{\text{dina}}{\text{cm}^2}$$

$$1 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} = 9,8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 9,8 \times 10^5 \frac{\text{dina}}{\text{m}^2} = 98 \frac{\text{dina}}{\text{cm}^2}$$



COMO SE
CALCULA A
TENSÃO DE
CISALHAMENTO?



tensão de cisalhamento

Experiência das duas placas

8/9/2006 - v6

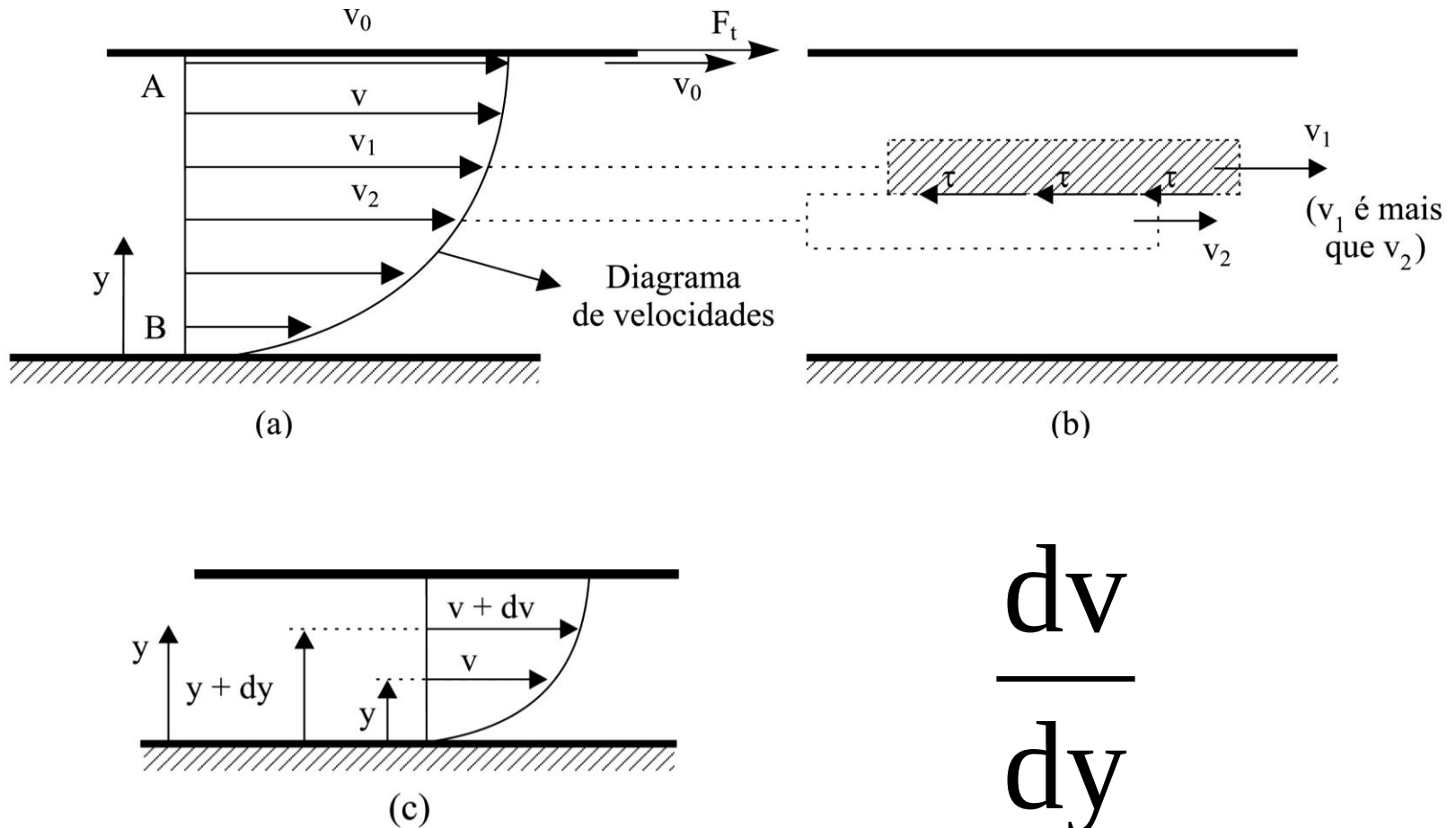
será calculada pela

1.5

lei de Newton da viscosidade

A tensão de cisalhamento é diretamente proporcional ao gradiente de velocidade.

Gradiente de velocidade



Unidade do gradiente

$$\left[\frac{dv}{dy} \right] = t^{-1} \therefore \left[\frac{dv}{dy} \right] = s^{-1} = \text{hz}$$

Lei de Newton da viscosidade

$$\tau \propto \frac{dv}{dy}$$

Os fluidos que obedecem esta lei são considerados fluidos newtonianos.

1.6 Viscosidade absoluta ou dinâmica – (μ)

É a constante de proporcionalidade da
lei de Newton da viscosidade

A cartoon illustration of a man with a beard and a ponytail, wearing a suit and tie, standing with his hands on his hips. A blue speech bubble is next to him.

PORTANTO:

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$$

$\mu \rightarrow$ viscosidade absoluta
ou dinâmica

Unidades da viscosidade absoluta

$$[\mu] = \frac{F \times T}{L^2} \rightarrow \text{equação dimensional}$$

$$\text{SI} \rightarrow [\mu] = \frac{\text{N} \times \text{s}}{\text{m}^2}$$

$$\text{MK}^* \text{S} \rightarrow [\mu] = \frac{\text{kgf} \times \text{s}}{\text{m}^2}$$

$$\text{CGS} \rightarrow [\mu] = \frac{\text{dina} \times \text{s}}{\text{cm}^2} = \text{poise}$$



$$\tau = \mu \frac{dv}{dy}$$

$\mu \rightarrow$ viscosidade absoluta
ou dinâmica

VAMOS FAZER
EXERCÍCIOS!

VAMOS , MAS ANTES
VAMOS INTRODUIR:
1.7 CONCEITO DE
FLUIDO IDEAL



Fluido ideal é
aquele na qual a
viscosidade é nula,
isto é, entre suas
moléculas não se
verificam forças
tangenciais de
atrito.

1.8 VISCOSIDADE
CINEMÁTICA (ν)



$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

EXERCÍCIOS

1.1 A viscosidade cinemática de um óleo é $0,028 \text{ m}^2/\text{s}$ e o seu peso específico relativo é 0,85. Determinar a viscosidade dinâmica em unidades dos sistemas MK*S, CGS e SI ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

Resp.: $\mu_{\text{MK*S}} = 2,38 \text{ kgf.s/m}^2$; $\mu_{\text{CGS}} = 233 \text{ dina.s/cm}^2$; $\mu_{\text{SI}} = 23,3 \text{ N.s/m}^2$

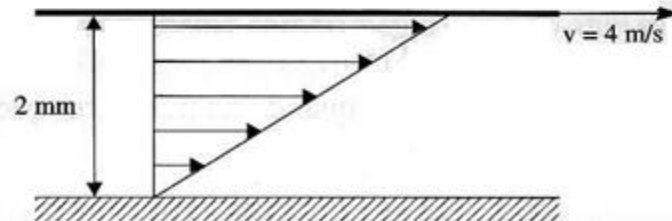
1.2 A viscosidade dinâmica de um óleo é $5 \times 10^{-4} \text{ kgf.s/m}^2$ e o peso específico relativo é 0,82. Determinar a viscosidade cinemática nos sistemas MK*S, SI e CGS ($g = 10 \text{ m/s}^2$; $\gamma_{\text{H}_2\text{O}} = 1000 \text{ kgf/m}^3$).

Resp.: $\nu = 6 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} = 6 \times 10^{-2} \text{ St}$

1.3 O peso de 3 dm^3 de uma substância é 23,5 N. A viscosidade cinemática é $10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$. Se $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual será a viscosidade dinâmica nos sistemas CGS, MK*S, SI e em N.min/km^2 ?

Resp.: $7,83 \times 10^{-2} \text{ poise} = 8 \times 10^{-4} \text{ kgf.s/m}^2 = 7,83 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2 = 130,5 \text{ N.min/km}^2$

1.4 São dadas duas placas planas paralelas à distância de 2 mm. A placa superior move-se com velocidade de 4 m/s, enquanto a inferior é fixa. Se o espaço entre as duas placas for preenchido com óleo ($\nu = 0,1 \text{ St}$; $\rho = 830 \text{ kg/m}^3$), qual será a tensão de cisalhamento que agirá no óleo?



Resp.: $\tau = 16,6 \text{ N/m}^2$