

VISCOSIDADE

FLUIDO

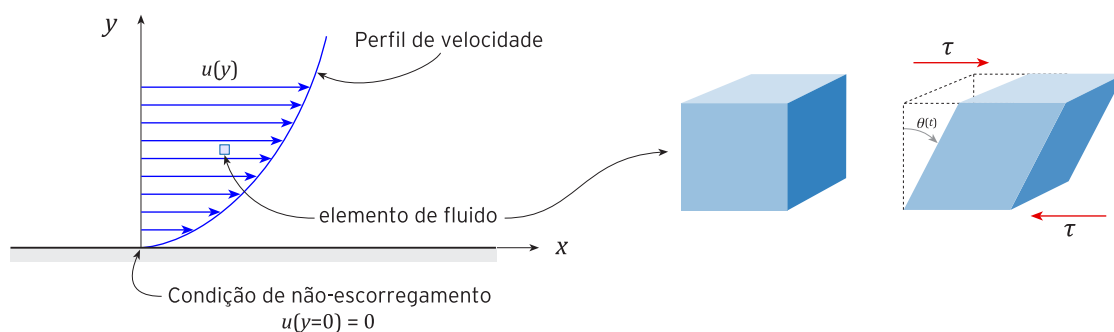
Substância que, do ponto de vista mecânico, não oferece resistência finita à deformação provocada por uma tensão de corte ou cisalhamento, por mais pequena que seja. A aplicação de uma tensão de corte provoca uma deformação contínua, ou escoamento, do fluido. Embora este não resista estaticamente à deformação, resiste, contudo, à velocidade ou taxa de deformação angular.

CONDIÇÃO DE ADERÊNCIA PARIETAL OU DE NÃO-ESCORREGAMENTO

Exceptuando gases rarefeitos, os fluidos em contacto com superfícies sólidas adquirem a velocidade dessas superfícies. É uma das condições de contorno (ou fronteira) associada ao escoamento.

FLUIDOS NEWTONIANOS E VISCOSIDADE

Fluidos em que a taxa de deformação angular resultante é proporcional à tensão de corte aplicada, sendo a constante de proporcionalidade a viscosidade dinâmica. Por viscosidade dinâmica entende-se como a propriedade termodinâmica do fluido que traduz a resistência interna ao seu próprio escoamento.



LEI DA VISCOSIDADE PARA FLUIDOS NEWTONIANOS

$$\tau \propto \frac{d\theta}{dt} = \frac{du}{dy}$$

$$\tau \equiv \frac{F_V}{A} = \mu \frac{d\theta}{dt} = \mu \frac{du}{dy}$$

VISCOSIDADE CINEMÁTICA

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

$$\tau \equiv \frac{F_V}{A}$$

Tensão de corte, de cisalhamento ou tangencial.

Força de atrito viscoso tangencial à direção do escoamento por unidade de área.

$$\text{Pa} = \text{N/m}^2$$

$$\frac{d\theta}{dt}$$

Taxa de deformação angular ou velocidade de deformação angular.

É igual ao gradiente de velocidade.

$$\text{s}^{-1}$$

$$\frac{du}{dy}$$

Gradiente de velocidade.

Taxa de variação espacial da velocidade na direção perpendicular ao escoamento.

$$\text{s}^{-1}$$

μ (miú)

Viscosidade dinâmica.

Razão entre a tensão de corte aplicada e a velocidade de deformação resultante no fluido.

$$\text{Pa} \cdot \text{s} = \text{kg/m} \cdot \text{s}$$

ν (niú)

Viscosidade cinemática.

Razão entre a viscosidade dinâmica e a massa volúmica do fluido.

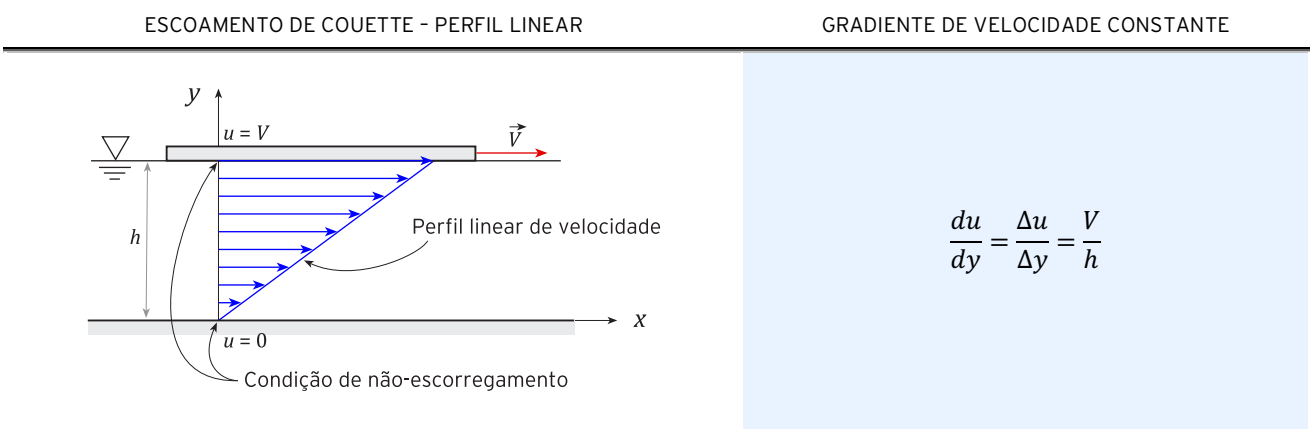
$$\text{m}^2/\text{s}$$

PERFIL DE VELOCIDADE

Distribuição transversal da velocidade de um campo de escoamento. Variação da velocidade ao longo de uma direção perpendicular à direção do escoamento.

ESCOAMENTO LAMINAR DE COUETTE - PERFIL LINEAR

Escoamento idealizado de um fluido entre duas placas paralelas, planas e infinitas, estando uma fixa e outra em movimento. Nessas circunstâncias, e para velocidades não muito elevadas, o escoamento resultante do fluido é composto por diferentes camadas que deslizam entre si com velocidades distintas. Cada camada tende, no seu movimento, a arrastar a camada que se encontra imediatamente por baixo e esta, por sua vez, tende a travar a que se encontra imediatamente por cima. O resultado deste mecanismo de transmissão é um escoamento unidimensional **laminar** com variação ou **perfil linear de velocidade** denominado escoamento de Couette.



TENSÃO SUPERFICIAL

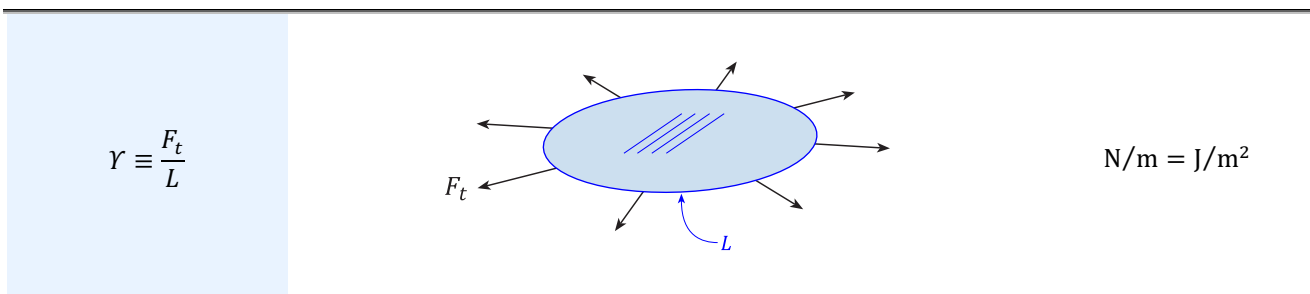
TENSÃO SUPERFICIAL

Fenómeno que ocorre na interface de separação e/ou contato entre sólidos, líquidos e gases. No caso dos líquidos e gases a interface denomina-se **superfície livre** e as moléculas de líquido que se encontram nessa superfície formam uma película ou membrana elástica sob tensão devido à assimetria de forças intermoleculares entre os meios de separação.

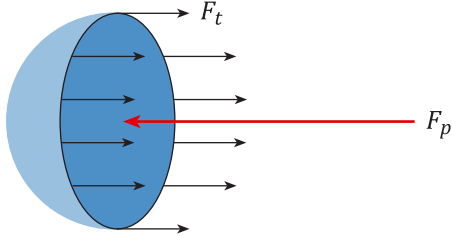
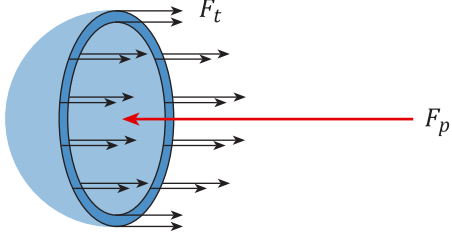
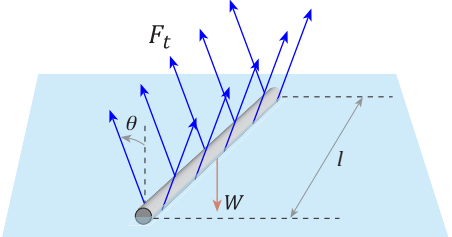
A tensão superficial tem as dimensões de uma **força por unidade de comprimento**.

Imagine-se as forças de tensão normalmente distribuídas ao longo do perímetro e tangenciais à respectiva superfície para a manter sob tensão, ou as forças exercidas perpendicularmente a qualquer corte linear executado sobre a mesma superfície.

Equivalentemente, e em alternativa, a tensão superficial tem as dimensões de uma **energia por unidade de área** (energia de superfície) que corresponde à energia necessária (potencial) para manter a superfície tensionada.



EXEMPLOS

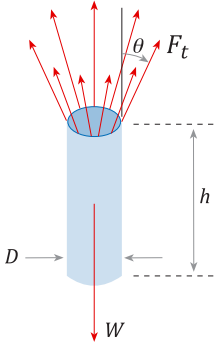
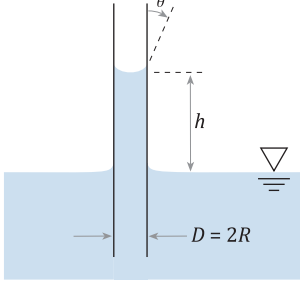
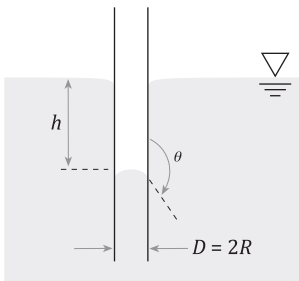
GOTA ESFÉRICA DE LÍQUIDO	$\Delta P = \frac{2Y}{R}$	
BOLA DE SABÃO	$\Delta P = \frac{4Y}{R}$	
AGULHA FLUTUANTE	$Y = \frac{W}{2l \cos \theta}$	

CAPILARIDADE

Fenómeno que pode ser observado em tubos de reduzido diâmetro (tubos capilares), e que consiste na subida (ou descida) dos líquidos através desses tubos, ou em espaços de dimensão muito reduzida, interstícios, materiais porosos, algodão, esponjas, etc. A capilaridade explica fenômenos tão díspares como as infiltrações em edifícios ou o movimento da seiva desde a raiz até ao topo das árvores.

A explicação para a capilaridade reside na concorrência de duas forças intermoleculares, as forças de coesão tendentes a manter a forma da superfície livre do líquido (tensão superficial) e as forças de adesão entre as moléculas do líquido e as moléculas da parede sólida com as quais há contacto. Se as forças de adesão forem superiores às forças de coesão o líquido sobe no tubo, ou espalha-se sobre a superfície sólida (molha). Caso contrário, o líquido desce no tubo, ou não se espalha na superfície sólida (não molha).

O ângulo de contacto, θ , é o ângulo entre a interface sólido/líquido e a interface líquido/gás (superfície livre). É uma medida que quantifica a capacidade de um líquido molhar uma superfície sólida com a qual entre em contacto (molhabilidade).

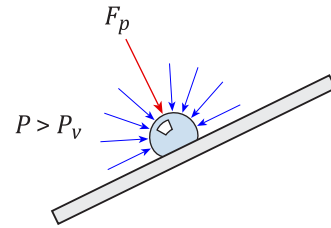
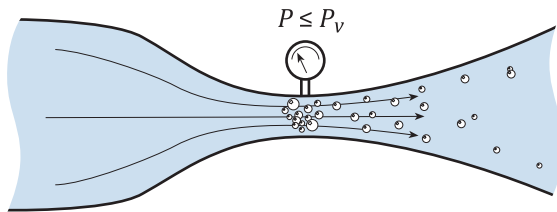
$\theta < 90^\circ \Rightarrow$ MOLHA	$\theta > 90^\circ \Rightarrow$ NÃO MOLHA		$h = \frac{2Y \cos \theta}{\rho g R}$
			
ÁGUA/AR/VIDRO: $\theta \approx 0^\circ$	MERCÚRIO/AR/VIDRO: $\theta \approx 130^\circ$		

CAVITAÇÃO

CAVITAÇÃO

Fenómeno que consiste na formação de bolhas de vapor (vaporização) no seio de um líquido em escoamento, em virtude da diminuição local da pressão para valores inferiores à **pressão de vapor** do fluido, seguida do seu transporte e colapso em zonas de pressão superior. Em geral, tal ocorre quando o escoamento atinge velocidades elevadas com a consequente diminuição de pressão, de acordo com o princípio de Bernoulli.

O colapso ou implosão dessas bolhas junto de superfícies sólidas gera sobrepressões momentâneas muito elevadas que conduzem a uma rápida erosão e à consequente destruição do material.



NÚMERO DE CAVITAÇÃO

HÁ CAVITAÇÃO SE

$$C_a = \frac{P_a - P_v}{\frac{1}{2}\rho V^2}$$

$$C_a \leq C_{aCr} \text{ ou } P_a \leq P_v$$

P_a	Pressão local ou ambiente do fluido (pressão absoluta).	Pa = N/m ²
$P_v = P_{SAT@T}$	Pressão de vapor ou de saturação do fluido à temperatura a que este se encontra.	Pa = N/m ²
V	Velocidade característica do escoamento.	m/s
ρ	Massa volúmica do fluido.	kg/m ³
C_{aCr}	Número de cavitação crítico abaixo do qual o fluido começa a cavitlar.	-

COMPRESSIBILIDADE

NÚMERO DE MACH

VELOCIDADE DO SOM NUM GÁS IDEAL

UM GÁS PODE SER CONSIDERADO INCOMPRESSÍVEL SE

$$Ma = \frac{V}{a}$$

$$a = \sqrt{kRT}$$

$$Ma \lesssim 0,3$$

V	Velocidade característica do escoamento.	m/s
T	Temperatura termodinâmica do fluido.	K
R	Constante do gás.	J/kg · K
k	Constante adiabática ou razão dos calores específicos.	-

$$R_{ar} = 287 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$$

$$k_{ar} = 1,4$$