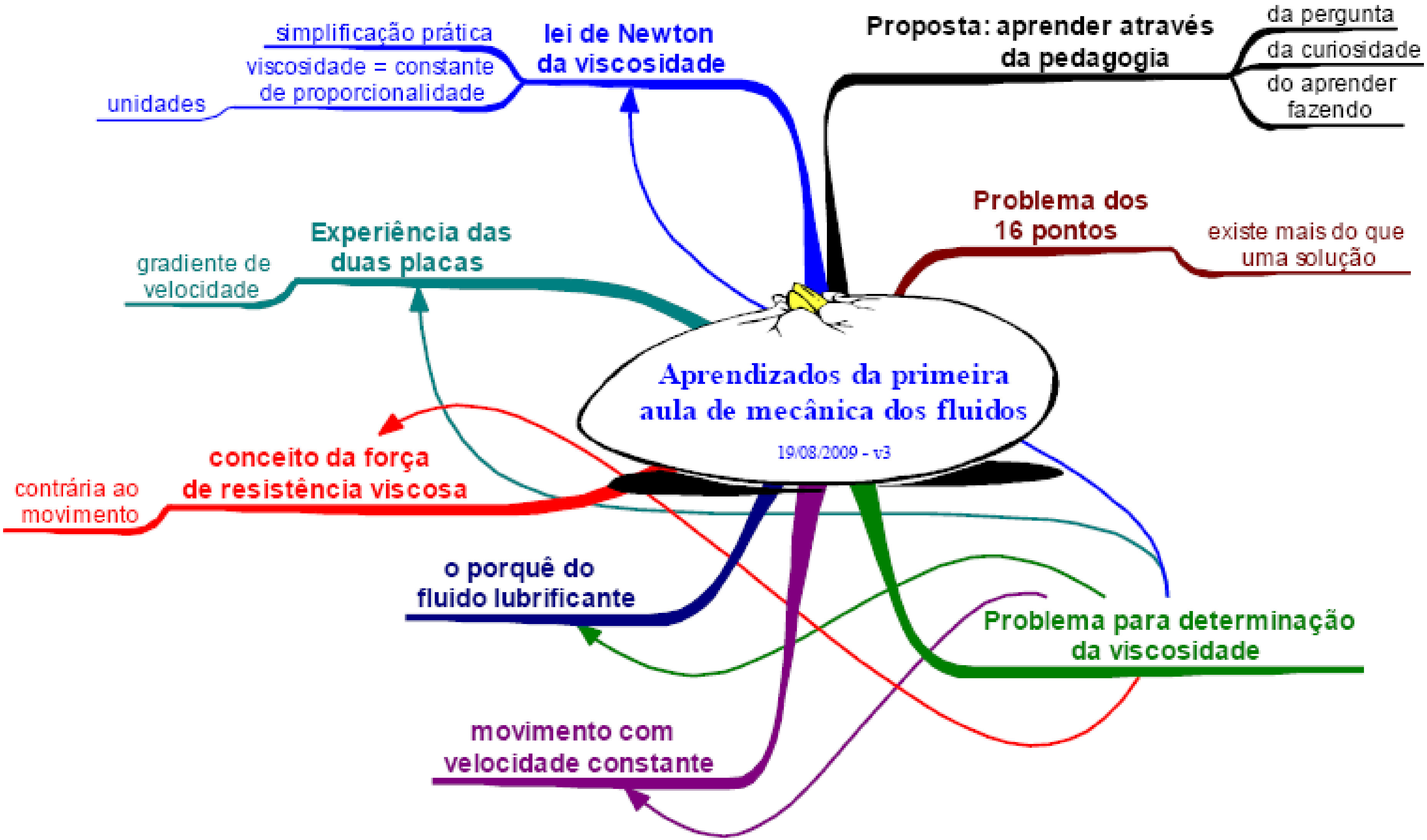
Mecânica dos Fluidos

ME4310 e MN5310

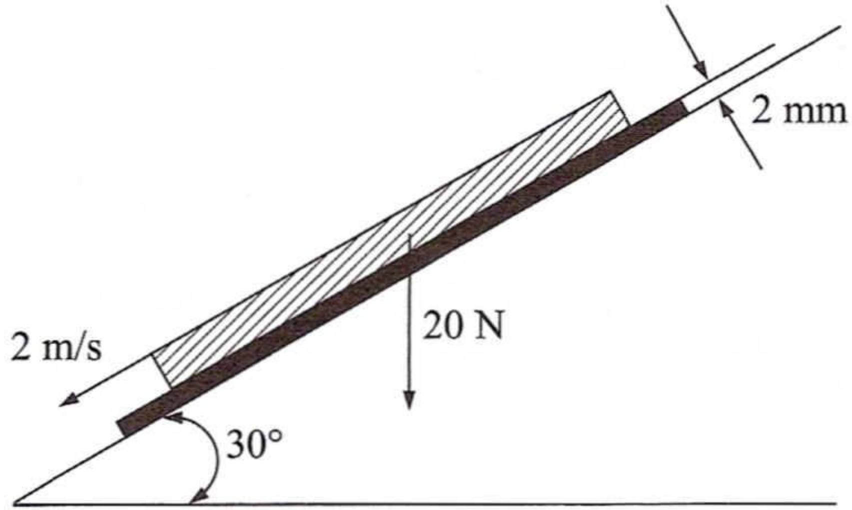
26/08/2009

NÃO SE PODE CONSTRUIR UM CAMINHO SÓLIDO SEM OS SEUS ALICERCES BEM DIMENSIONADOS, POR TANTO É FUNDAMENTAL QUE NÃO SE TENHA DÚVIDAS DO APRENDIZADO DO ENCONTRO ANTERIOR, POR ESTE MOTIVO VAMOS REFLETIR SOBRE O QUE FOI ESTUDADO E DEVERIA TER SIDO APRENDIDO.


Aprendizados da primeira aula de mecânica dos fluidos
19/08/2009 - v3
lei de Newton da viscosidade
simplificação prática
viscosidade = constante de proporcionalidade
unidades
Proposta: aprender através da pedagogia
da pergunta
da curiosidade
do aprender fazendo
Problema dos 16 pontos
existe mais do que uma solução
Experiência das duas placas
gradiente de velocidade
conceito da força de resistência viscosa
contrária ao movimento
o porquê do fluido lubrificante
movimento com velocidade constante
Problema para determinação da viscosidade

FOI PROPOSTO A RESOLUÇÃO DO EXERCÍCIO 1.5 DO LIVRO DO PROFESSOR FRANCO BRUNETTI.

1.5 Uma placa quadrada de 1,0 m de lado e 20 N de peso desliza sobre um plano inclinado de 30°, sobre uma película de óleo. A velocidade da placa é 2 m/s constante. Qual é a viscosidade dinâmica do óleo, se a espessura da película é 2 mm?



Resp.: $\mu = 10^{-2}\ \text{N.s/m}^2$

TEM-SE A FORÇA DE RESISTÊNCIA VISCOSA QUE É SEMPRE CONTRÁRIA AO MOVIMENTO!

LEMBRE QUE A CONDIÇÃO DE VELOCIDADE CONSTANTE NOS LEVA A IMPOR QUE A SOMATÓRIA DAS FORÇAS NO CORPO É NULA!

Resolução

Sendo constante a velocidade da placa, deve haver um equilíbrio dinâmico na direção do movimento, isto é, a força motora (a que provoca o movimento) deve ser equilibrada por uma força resistente (de mesma direção e sentido contrário).

$$G \operatorname{sen} 30^o = F_t$$

$$G \operatorname{sen} 30^o = \tau A$$

$$G \operatorname{sen} 30^o = \mu \frac{v}{\varepsilon} A$$

$$\mu = \frac{\varepsilon G \operatorname{sen} 30^o}{vA} = \frac{2 \times 10^{-3} \times 20 \times \operatorname{sen} 30^o}{2 \times 1 \times 1} = 10^{-2} \frac{N.s}{m^2}$$

VAMOS RESOLVER MAIS UM EXERCÍCIO, O QUAL POSSIBILITARÁ A INTRODUÇÃO DE UM NOVO CONCEITO!

Viscosidade cinemática - ν

A viscosidade cinemática é geralmente obtida em laboratórios através dos viscosímetros e é definida como sendo a relação entre a viscosidade dinâmica e a massa específica do fluido, ambas consideradas à mesma pressão e temperatura.

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

Equação dimensional da viscosidade cinemática

Considerando as grandezas fundamentais a seguir:

força: N (Newton)
comprimento: m (metro)
tempo: s (segundo)

$$[\mu] = \frac{[\tau] \times [dy]}{dv} = \frac{F \times L \times T}{L^2 \times L} = \frac{F \times T}{L^2}$$

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

$$[\rho] = \frac{[m]}{[V]} = \frac{[F]}{[a] \times [V]} = \frac{F \times T^2}{L \times L^3} = \frac{F \times T^2}{L^4}$$

$$\therefore [\nu] = \frac{\dfrac{F \times T}{L^2}}{\dfrac{F \times T^2}{L^4}} = \frac{F \times T}{L^2} \times \frac{L^4}{F \times T^2} = \frac{L^2}{T}$$

Unidades no Sistema Internacional e no cgs

SI

$$[\mu] = \frac{F \times T}{L^2} = \frac{N \times s}{m^2}$$

$$[\rho] = \frac{F \times T^2}{L^4} = \frac{N \times s^2}{m^4} \text{ ou } \frac{kg}{m^3}$$

$$\therefore [\nu] = \frac{L^2}{T} = \frac{m^2}{s}$$

cgs

$$[\mu] = \frac{F \times T}{L^2} = \frac{\text{dina} \times s}{cm^2} = \text{poise}$$

$$[\rho] = \frac{F \times T^2}{L^4} = \frac{\text{dina} \times s^2}{cm^4} \text{ ou } \frac{g}{cm^3}$$

$$\therefore [\nu] = \frac{L^2}{T} = \frac{cm^2}{s} = \text{stoke}$$

Informe

O **stokes** é a unidade cgs para viscosidade cinemática. Ele é abreviado **S** ou **St**, e leva este nome em homenagem a George Gabriel Stokes.

Algumas vezes é expresso em termos de *centistokes* (cS ou cSt).

A unidade SI para a viscosidade cinemática é m^2/s.

1 stokes = 100 centistokes = 1 cm^2/s = 0.0001 m^2/s

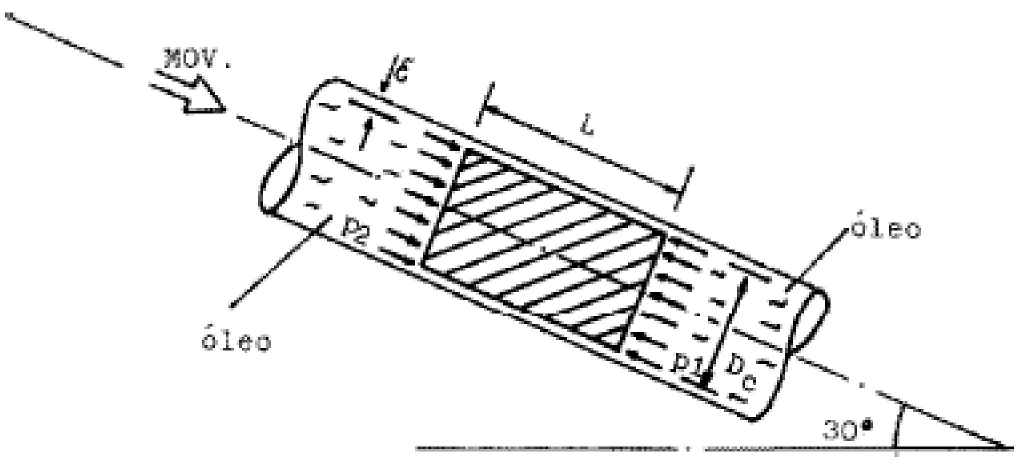
1 centistokes = 1 mm^2/s = 10^{-6} m^2/s

Exercício da bibliografia complementar:

http://www.escoladavida.eng.br/mecflubasica/apostila_unidade%202.htm

2.14.1.4 Um cilindro de ferro, desloca-se com velocidade de 0,1 m/s, dentro de um tubo, separado deste por meio de uma película de óleo de espessura $\varepsilon = 0{,}1\text{mm}$ e viscosidade dinâmica $\mu = 10^{-1}\ (\text{N} \times \text{s}) / \text{m}^2$. O óleo aplica sobre as faces do cilindro respectivamente as pressões:
p1 = 20 N/cm² e p2 = 18 N/cm². Calcular o comprimento " L " do cilindro de ferro para que a velocidade dada seja constante.

Dados: $\gamma_{Ferro} = 78.000\ \text{N} / \text{m}^3$ e $\text{D}_{\text{Cil}} = D_C = 10\ cm$



Resolução

$$F_{p_2} + G_t = F_{p_1} + F_{\mu}$$

$$p_2 \pi R_c^2 + G sen 30^0 = p_1 \pi R_c^2 + \mu \times \frac{v}{\varepsilon} \times 2\pi R_c L$$

$$\gamma_{Fe} = \frac{G}{V} \Rightarrow G = \gamma_{Fe} \pi R_c^2 L$$

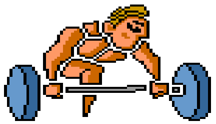
Dividindo-se todos os termos por πR_c, tem-se:

$$p_2 R_c + \gamma_{Fe} \pi R_c L sen 30^0 = p_1 R_c + \mu \times \frac{v}{\varepsilon} \times 2L$$

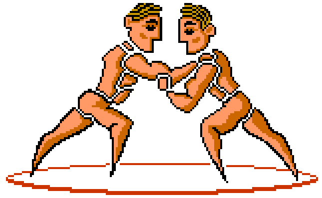
$$18 \times 10^4 \times 5 \times 10^{-2} + 7800 \times \times 5 \times 10^{-2} \times L \times 0,5 = 20 \times 10^4 \times 5 \times 10^{-2} + 10^{-1} \times \frac{10^{-1}}{10^{-4}} \times 2L$$

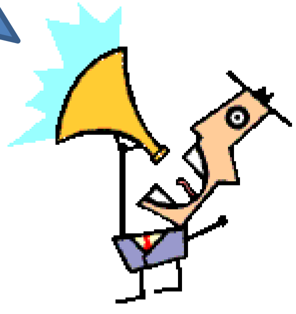
$$9000 + 1950L = 10000 + 200L$$

$$1750L = 1000 \therefore L = \frac{1000}{1750} \cong 0,57 m$$

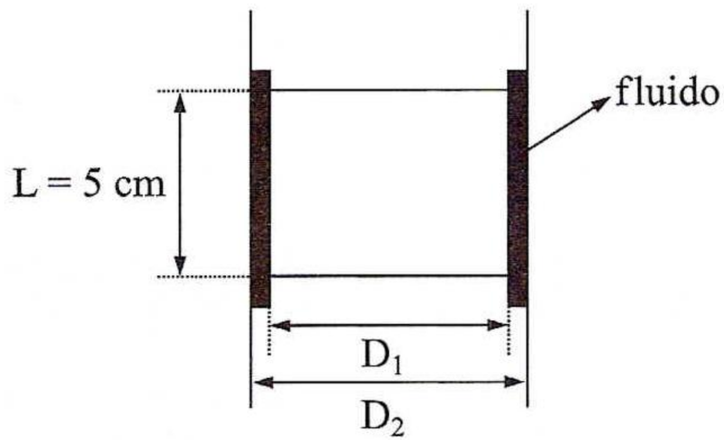


PARA FIXAR O QUE FOI ESTUDADO ATÉ AQUI RESOLVA O EXERCÍCIO 1.6 DO LIVRO DO PROFESSOR BRUNETTI E NÃO ESQUEÇA DE CRIAR UM SÍNTESE DO QUE FOI APRENDIDO NESTE ENCONTRO.





1.6 O pistão da figura tem uma massa de 0,5 kg. O cilindro de comprimento ilimitado é puxado para cima com velocidade constante. O diâmetro do cilindro é 10 cm e do pistão é 9 cm e entre os dois existe um óleo de $\nu = 10^{-4}\ m^2/s$ e $\gamma = 8.000\ N/m^3$. Com que velocidade deve subir o cilindro para que o pistão permaneça em repouso? (Supor diagrama linear e $g = 10\ m/s^2$.)



Resp.: $v = 22{,}1\ m/s$