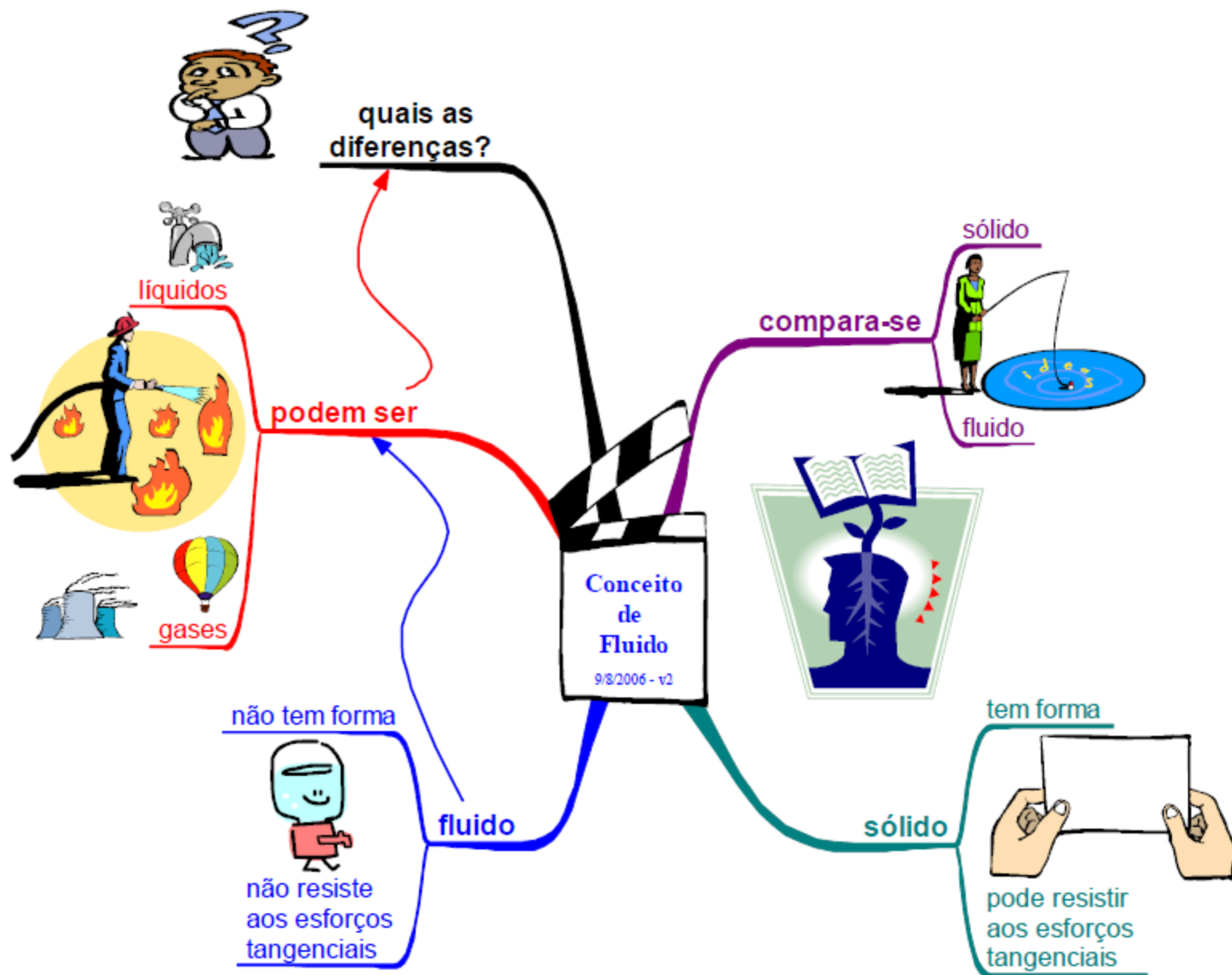
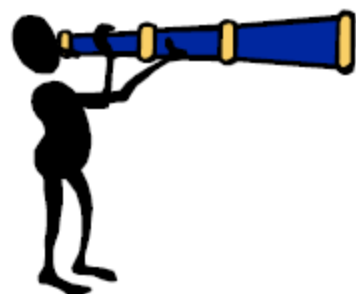


Décima aula de FT

Raimundo (Alemão) Ferreira Ignácio





que reconhece
os fluidos



Primeira classificação dos fluidos

8/9/2006 - v4

líquidos

volume definido
mas não próprio



superfície livre



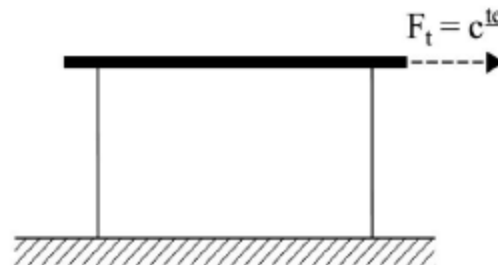
gases

sem volume próprio



sem superfície livre

sólido

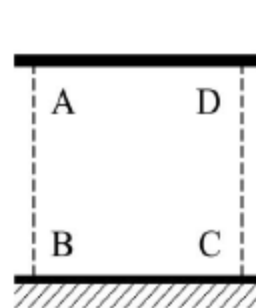


(a)

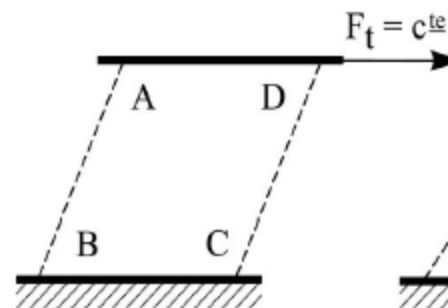


(b)

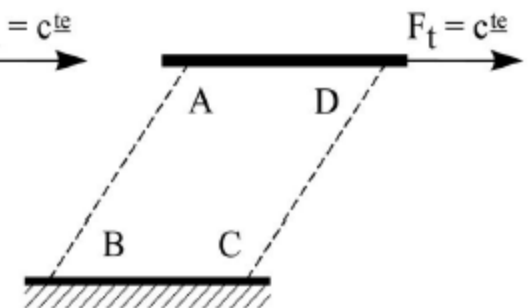
Sólido se deforma angularmente
mas pode assumir nova posição de
equilíbrio



(a)



(b)



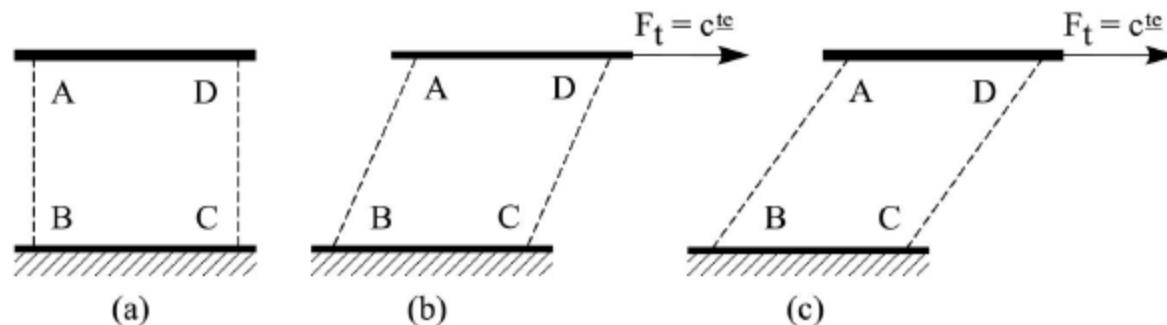
(c)

Líquido se deforma
continuamente

líquido

**Experiência
das
duas placas**

9/8/2006 - v4



princípio de aderência

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



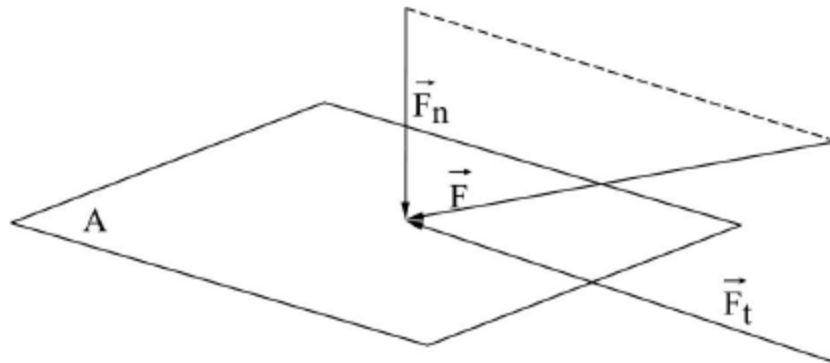
tensão de cisalhamento



Uma força aplicada a uma área "A" pode ser decomposta.

Define-se tensão de cisalhamento:

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



tensão de cisalhamento

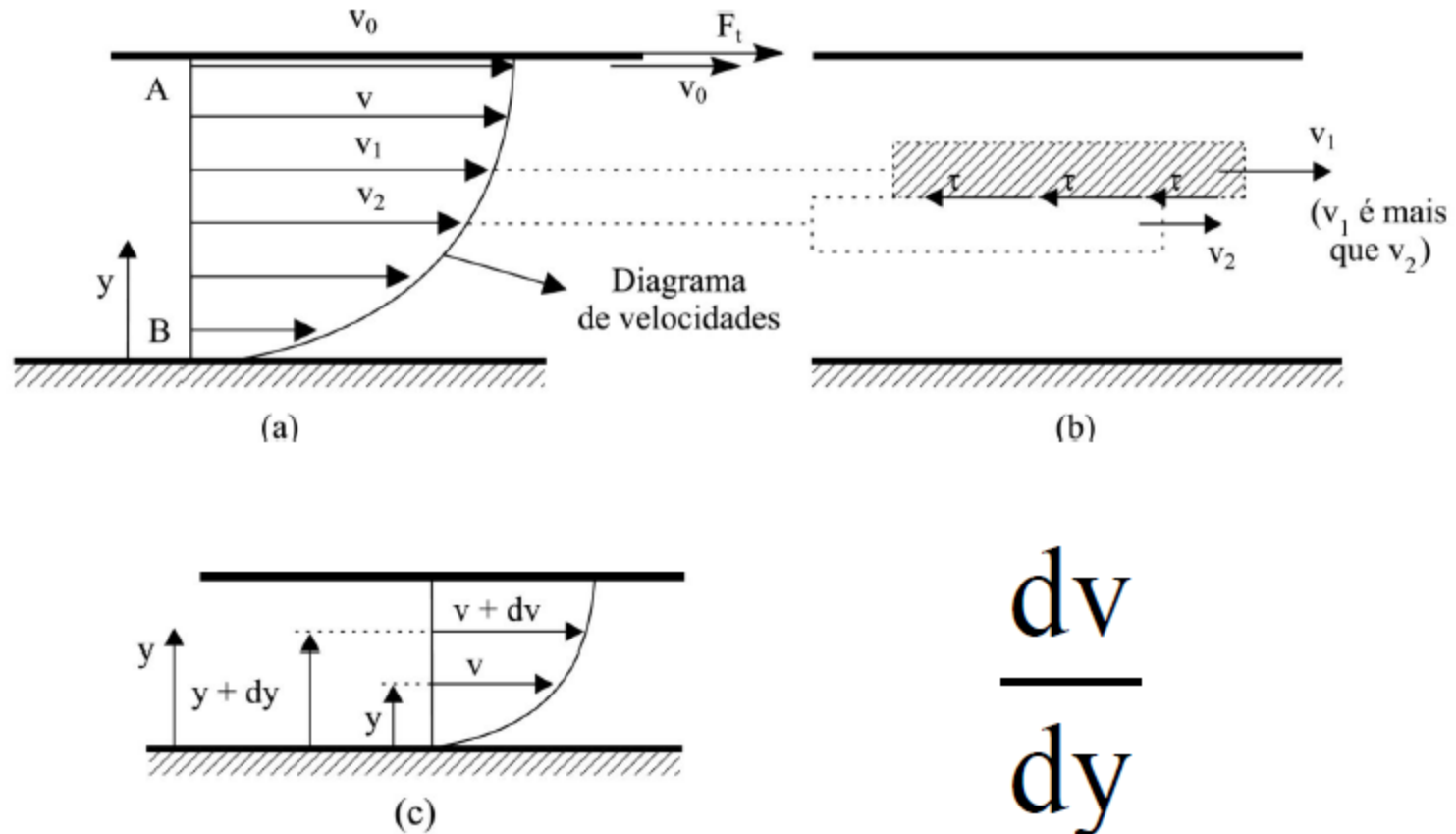


será calculada pela

lei de Newton da viscosidade

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

Gradiente de velocidade



Lei de Newton da Viscosidade

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

Espessuras pequenas originam a simplificação prática da Lei de Newton da viscosidade.

$$v = \frac{V}{\varepsilon} \times y$$

$$\tau = \mu \times \frac{V}{\varepsilon}$$

Viscosidade cinemática

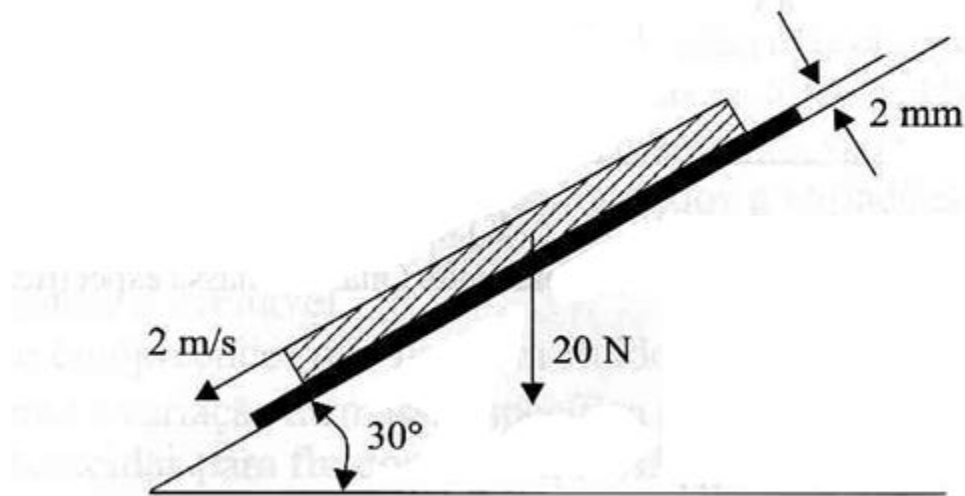
$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Observações:

$$\gamma = \rho \times g$$

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

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

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).

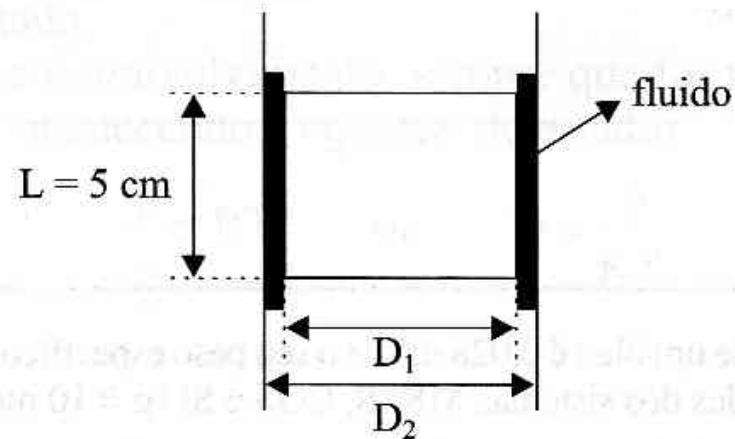
$$G \sin 30^\circ = F_t$$

$$G \sin 30^\circ = \tau A$$

$$G \sin 30^\circ = \mu \frac{v}{\varepsilon} A$$

$$\mu = \frac{\varepsilon G \sin 30^\circ}{vA} = \frac{2 \times 10^{-3} \times 20 \times \sin 30^\circ}{2 \times 1 \times 1} = 10^{-2} \frac{\text{N.s}}{\text{m}^2}$$

- 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 $\nu = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ e $\gamma = 8.000 \text{ N/m}^3$. Com que velocidade deve subir o cilindro para que o pistão permaneça em repouso? (Supor diagrama linear e $g = 10 \text{ m/s}^2$.)



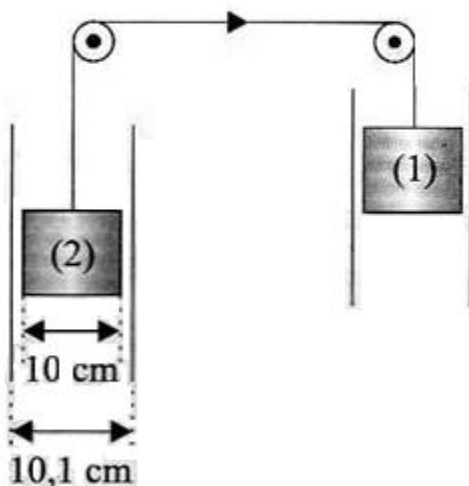
1.6 - Resolução

Supondo o cilindro em repouso tem - se :

$$0,5 \times 10 = 10^{-4} \times \frac{8000}{10} \times \frac{v}{\frac{(10 - 9) \times 10^{-2}}{2}} \times \pi \times 0,09 \times 0,05$$

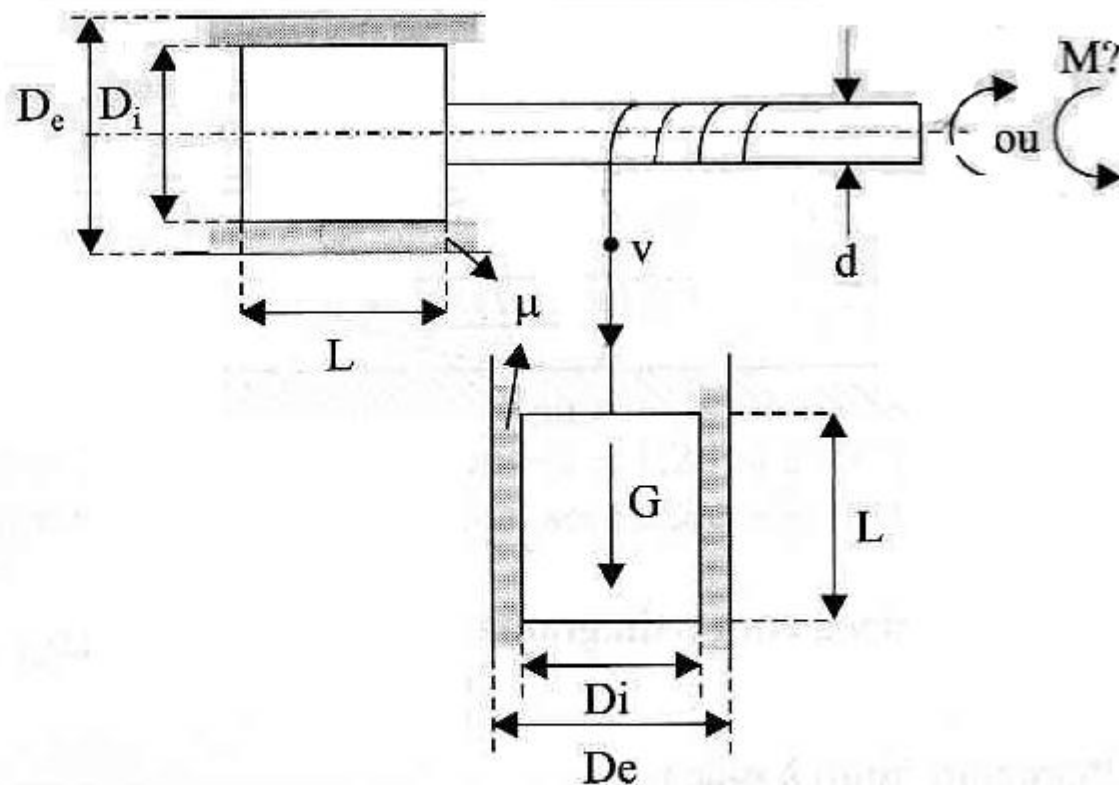
$$\therefore v = \frac{0,5 \times 10 \times 10 \times 0,5 \times 10^{-2}}{10^{-4} \times 8000 \times \pi \times 0,09 \times 0,05} \cong 22,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

- 1.8 O dispositivo da figura é constituído de dois pistões de mesmas dimensões geométricas que se deslocam em dois cilindros de mesmas dimensões. Entre os pistões e os cilindros existe um lubrificante de viscosidade dinâmica 10^{-2} N.s/m^2 . O peso específico do pistão (1) é 20.000 N/m^3 . Qual é o peso específico do pistão (2) para que o conjunto se desloque na direção indicada com uma velocidade de 2 m/s constante? Desprezar o atrito na corda e nas roldanas.



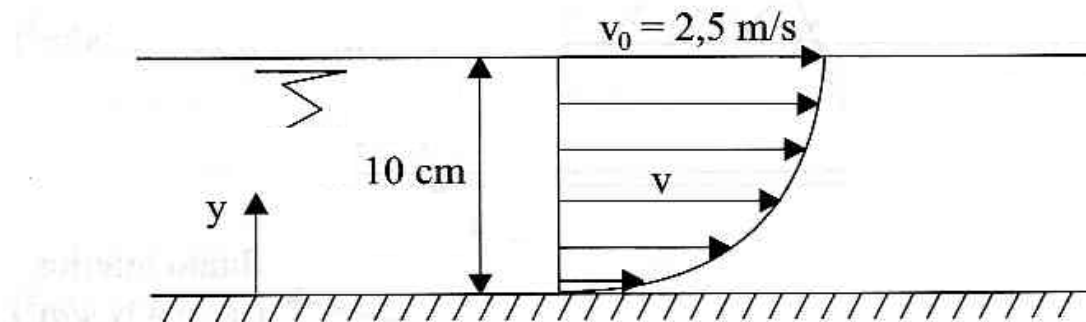
Resp.: $\gamma_2 = 16.800 \text{ N/m}^3$

- 1.12 No sistema da figura, o corpo cilíndrico de peso G desce com velocidade constante $v = 2 \text{ m/s}$, fazendo o eixo girar. Dados $\mu = 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$; $L = 2/\pi \text{ m}$; $D_e = 50,2 \text{ cm}$; $D_i = 50 \text{ cm}$; $d = 10 \text{ cm}$; $G = 50 \text{ N}$, qual é o momento aplicado por um agente externo, no eixo? É motor ou resistente?



Resp.: $M = 0,1 \text{ N.m}$ (motor)

- 1.14** Assumindo o diagrama de velocidades indicado na figura, em que a parábola tem seu vértice a 10 cm do fundo, calcular o gradiente de velocidade e a tensão de cisalhamento para $y = 0; 5; 10$ cm. Adotar $\mu = 400$ centipoises.



1.14 - Resolução

$$v = ay^2 + by + c$$

$$1) \text{ para } y = 0,1\text{m} \Rightarrow v = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \therefore 2,5 = a \times 0,1^2 + b \times 0,1 \quad (1)$$

$$2) \text{ para } y = 0 \Rightarrow v = 0 \therefore c = 0$$

$$3) \text{ para } y = 0,1\text{m} \Rightarrow \frac{dv}{dy} = 0 \therefore 0 = 2 \times a \times 0,1 + b \therefore b = -0,2a \quad (2)$$

$$\text{De (2) em (1): } 2,5 = a \times 0,1^2 - 0,1 \times 0,2 \times a \therefore a = -250 \frac{1}{\text{ms}}$$

$$\therefore b = 50 \frac{1}{\text{s}} \Rightarrow v = -250y^2 + 50y \text{ e } \frac{dv}{dy} = -500y + 50$$

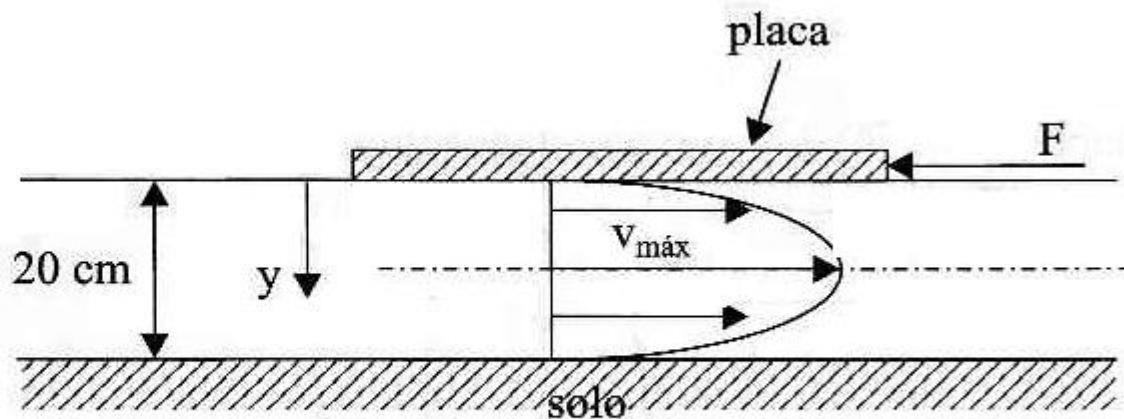
$$\text{para } y = 0 \Rightarrow \frac{dv}{dy} = 50 \frac{1}{\text{s}} \therefore \tau = 400 \times 10^{-2} \times 50 = 200 \frac{\text{dina}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{para } y = 0,05\text{m} \Rightarrow \frac{dv}{dy} = -500 \times 0,05 + 50 = 25 \frac{1}{\text{s}} \therefore \tau = 400 \times 10^{-2} \times 25 = 100 \frac{\text{dina}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{para } y = 0,1\text{m} \Rightarrow \frac{dv}{dy} = -500 \times 0,1 + 50 = 0 \therefore \tau = 400 \times 10^{-2} \times 0 = 0$$

1.15 A placa da figura tem uma área de 4 m^2 e espessura desprezível. Entre a placa e o solo existe um fluido que escoa, formando um diagrama de velocidades dado por $v = 20y v_{\text{máx}} (1 - 5y)$. A viscosidade dinâmica do fluido é 10^{-2} N.s/m^2 e a velocidade máxima do escoamento é 4 m/s . Pede-se:

- a) o gradiente de velocidades junto ao solo;
- b) a força necessária para manter a placa em equilíbrio.



Resp.: a) -80 s^{-1} ; b) $3,2 \text{ N}$