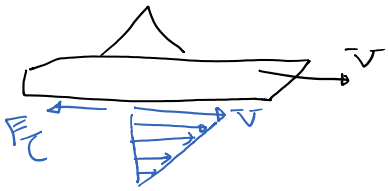
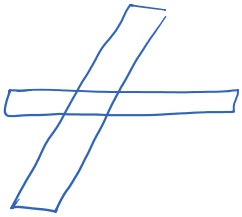
Meeting_004

Tuesday, October 13, 2020 1:58 PM

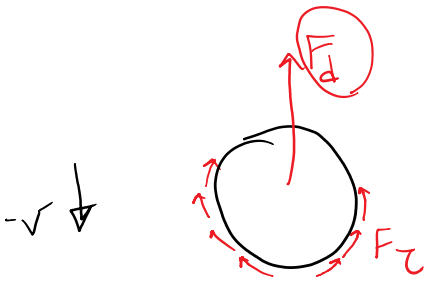
کتاب : مکانیک سیالات با کاربردهای مهندسی

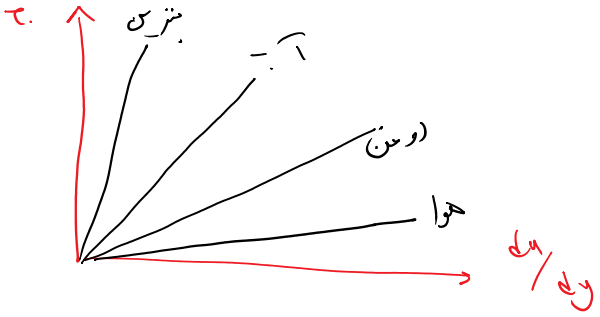
مترجم: عباس فاهدی - علی نقری

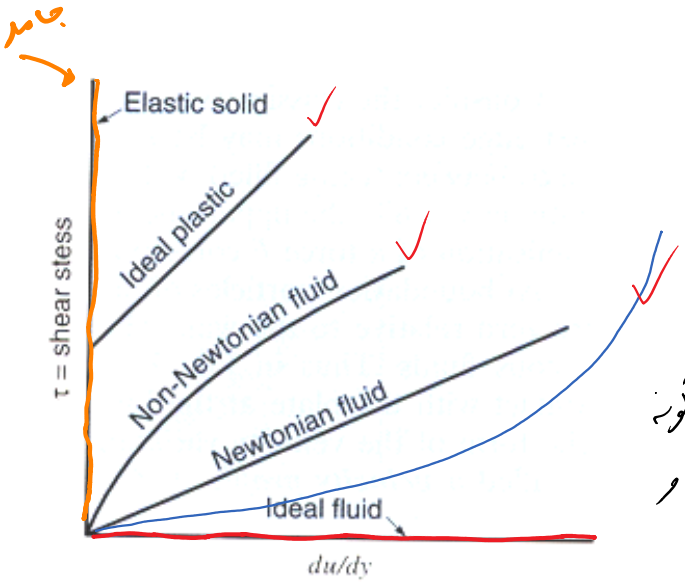




بیزری و بیسکوز
بر درگ







سیال ایده آل : سیالی است که در مقابل حرکت از خود هیچ گونه مقاومتی نشان نمی دهد و گرانروی آن صفر است و تمام لایه های سیال با سرعت یکنواختی حرکت می کنند.

نیروهای مؤثر در سیالات و خواص مربوطه

- نیروی حرکتی ⟷ جرم مخصوص
- نیروی ثقل ⟷ وزن مخصوص
- نیروی الاستیک (تراکمی) ⟷ ضریب ارتجاع حجمی
- نیروی لزجت ⟷ لزجت
- نیروی کشش سطحی ⟷ کشش سطحی
- نیروی فشاری ⟷ فشار

← نیروی حرکتی در واقع برآیند نیروهای موثر در جریان سیال را شامل می‌شود.

ویژگی سیال

① $\rho = \frac{m}{V}$ (kg/m^3) → F

$F = ma$ →

- نیروی کشش سطحی ⟷ کشش سطحی
- نیروی فشاری ⟷ فشار

$\rho = \frac{m}{\forall}$ → [واحد] ⟹ (kg/m^3)

نیروی موثر در سیالات و خواص مربوطه:

$F_I = \rho \forall a$

$F_g = (\rho g)\forall = \gamma \forall$

1- جرم مخصوص و نیروی حرکتی

2- وزن مخصوص و نیروی ثقل

3- ضریب ارتجاع حجمی سیال و نیروی الا ستیک

$E_\forall = -\frac{dP}{d\forall/\forall}$ ⟶ $F_E = E_\forall . A$

$F = ma \longrightarrow \underset{I}{F} = \rho \cdot \forall \cdot a$

$\gamma = \frac{W}{\forall} \left(\frac{N}{m^3}\right) \Rightarrow \gamma = \frac{\text{وزن } W}{\forall} = \frac{mg}{\forall}$

$\Rightarrow \gamma = \rho \cdot g$

$W = \gamma . \forall =$

① $\gamma = \frac{W}{\forall}$

② $W = \gamma . \forall$

③ $\gamma = \rho . g$

آب:

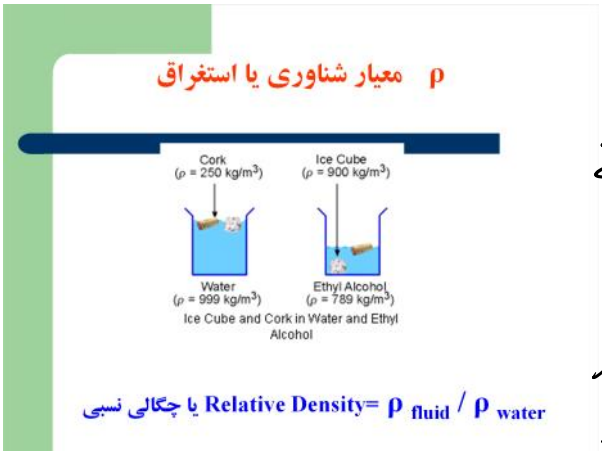
$\rho_{H_2O} = 1000\ kg/m^3 \quad (T = 15^\circ c)$

$g = 10\ m/s^2$

$\gamma_{H_2O} = \rho_{H_2O} \times g = 1000 \times 10 = 10000\ \frac{N}{m^3} = 10\ \frac{kN}{m^3}$

$E_\forall = -\frac{dP}{\frac{d\forall}{\forall}} \longrightarrow F_\forall = E_\forall . A$

کاربردهای جگالی (جرم مخصوص ρ) و وزن مخصوص (γ)



$\rho_{چوب پنبه} = 250\ kg/m^3$

$\rho_{یخ} = 850\ kg/m^3$

$\rho_{H_2O} = 1000$

$\rho_{اتانول} = 789\ kg/m^3$

شناوری → $\rho_{جسم} < \rho_{اتانول}$

$\rho_{جسم} < \rho_{H_2O}$ → شناور

$\gamma_{جسم} < \gamma_{H_2O}$

تمرین: اگر ρ جیوه $>$ ρ نفت

چگالی ویژه: چگالی نسبی

$$S_g = \frac{\rho_{\text{مایع}}}{\rho_{H_2O\ (T=15)}} = \frac{\gamma_{\text{مایع}}}{\gamma_{H_2O}}$$

$$S_g = \frac{\rho_{\text{جامد}}}{\rho_{\text{هوا}}}$$

سیالات ← ویژگی‌های بارز آن‌ها وابسته به دما است.

مثال: وزن مخصوص آب در دمای معمولی و فشار معمولی برابر $9.81\ \frac{kN}{m^3}$ است. چگالی نسبی جیوه برابر 13.6 است. چگالی آب و وزن مخصوص جیوه را به دست آورید؟

$\gamma_{H_2O} = 9.81\ \frac{kN}{m^3} \longrightarrow \gamma_{H_2O} = \rho_{H_2O} \cdot g \longrightarrow \rho_{H_2O} = \frac{\gamma_{H_2O}}{g} = \frac{9.81 \times 1000}{9.81} = 1000\ kg/m^3$

$S_{Hg} = 13.6 \longrightarrow \rho_{Hg} = \frac{\gamma_{Hg}}{\gamma_{H_2O}} \Rightarrow 13.6 = \frac{\gamma_{Hg}}{9.81} \longrightarrow \gamma_{Hg} = 133\ kN/m^3$

$\gamma_{H_2O} = 10\ kN/m^3$

$\gamma_{Hg} = 133\ kN/m^3$

$W = \gamma \cdot V$

$W_{H_2O} = 10 \times 1^{m^3} = 10N$

$W_{Hg} = 133 \times 1m^3 = 133N$

ضریب ارتجاع حجمی (تراکم‌پذیری سیالات) معیار

$$E_v = -\frac{dP}{\frac{dV}{V}} =$$

$$= \frac{dP}{\frac{dV}{V}}$$

دیمانسیون E_V:

$$E_V = \frac{[dP]}{\frac{[dV]}{[V]}} = \frac{(N/m^2)}{\frac{(m^3)}{m^3}} \longrightarrow [E_V] = [dP] \longrightarrow kpa\ (kN/m^2)$$

بیل تراکم پذیری

در رابطه بالا از فشار مطلق استفاده می‌شود.

$dP \uparrow \longrightarrow dV \downarrow \longrightarrow E_V \uparrow$

$dP \uparrow \longrightarrow dV \uparrow \longrightarrow E_V \downarrow$

مثال: ضریب کشسانی حجمی آب در $50^\circ C$ و تحت فشار $20\ MN/m^2$ چقدر است؟

$$T = 50^\circ C$$

$$P = 20\ \frac{MN}{m^2} = 20 \times 10^3\ \frac{kN}{m^2} = 2 \times 10^4\ kpa$$

$$E_V = -\frac{dP}{\frac{dV}{V_0}} = -\frac{dP}{\frac{-d\rho}{\rho_0}} = \frac{dP}{\frac{d\rho}{\rho_0}} = \frac{dP}{\frac{d\gamma}{\gamma_0}}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \longrightarrow m = \rho V \longrightarrow d(m) = d(\rho V) \longrightarrow 0 = \rho dV + V d\rho$$

$$\Rightarrow V d\rho = -\rho dV \Rightarrow \boxed{\frac{dV}{V} = -\frac{d\rho}{\rho}}$$

$$E_v = -\frac{dP}{\frac{dv}{v_0}} = \frac{dP}{\frac{d\rho}{\rho_0}} = \frac{dP}{\frac{d\gamma}{\gamma_0}}$$

مثال: اگر $1\,m^3$ از آب با دمای $20^\circ C$ تحت فشار $300\,atm$ قرار داده شود تغییرات حجم آن را بیابید؟

$$\left.\begin{array}{l} E_v = ? \\ T = 20^\circ C \end{array}\right\} \longrightarrow E_v = 2.18 \times 10^{+6}\ \frac{kN}{m^2}$$

$$E_v = -\frac{dP}{\frac{dv}{v_0}} \Rightarrow 2.18\times10^6 = -\frac{300\ kpa}{\frac{dv}{1}} \Rightarrow dv = -\frac{300}{2.18\times10^6}$$

$$= -\frac{3}{2.18}\times10^{-4} = -1.37\times10^{-4}\ m^3$$

$$v_1 = 1\,m^3$$

$$dv = -1.37\times10^{-4} \longrightarrow dv = v_2 - v_1 \longrightarrow v_2 = dv + v_1 = \underline{-1.37\times10^{-4}} + 1$$

چون تغییرات حجم بسیار ناچیز است و در عمل نمی‌توان از آن صرف نظر کرد. لذا سیال آب را می‌توان یک سیال تراکم ناپذیر در نظر گرفت.

* سیالات مایع به خاطر تغییرات ناچیز حجم در مقابل تغییر بالا را می‌توان به عنوان یک سیال تراکم ناپذیر در نظر گرفت.