Meeting_006

Tuesday, October 20, 2020 1:54 PM

Compressibility of Fluids: Compression of Gases

Ideal Gas Law: $p = \rho RT$

P is pressure, ρ is the density, R is the gas constant, and T is Temperature

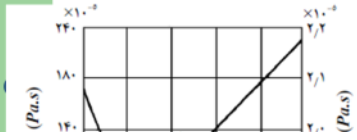
Isothermal Process (constant temperature):

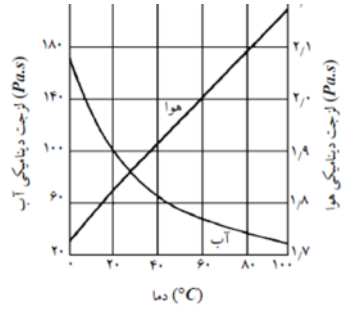
$\frac{p}{\rho} = constant$ Math $E_v = p$

Isentropic Process (frictionless, no heat exchange):

$\frac{p}{\rho^k} = constant$ Math $E_v = kp$

ویسکوزیته دینامیکی





۱. ویسکوزیته دینامیکی (μ) ●

$$F_\tau = \tau . A = \mu \frac{du}{dy} . A$$

μ → pa.s

یک واحد پرکاربرد لزجت در دستگاه متریک پواز (P) می باشد

پوز $1P=0.1 \frac{N.s}{m^2}$ (pa.s)

سانتی پوز $1cP=0.01\ P=0.001 \frac{N.s}{m^2}$ (pa.s)

مقاومت در مقابل حرکت کردن ↑

بازازایش دما ← فاصله بین مولکول‌ها زیاد

می‌شود ← مقاومت در مقابل حرکت کاهش

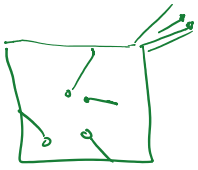
μ کاهش ← μ

$T \uparrow \rightarrow \mu \downarrow$

$T \downarrow \rightarrow \mu \uparrow$

سیال گازی شکل

$T \uparrow$ → از این حرکت مولکول‌ها و ایجاد حرکت‌های نسبی بزرگ در مولکول‌ها → مقاومت در مقابل حرکت در یک جهت خاص زیاد می‌شود → $\mu \uparrow$



$T \downarrow \rightarrow \mu \downarrow$

ویسکوزیته سینماتیکی

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

$$[\vartheta] = \frac{[\mu]}{[\rho]} \qquad \frac{\frac{N.s}{m^2}}{\frac{kg}{m^3}} = \frac{N.s.m^3}{kg.m^2} = \frac{N.s.m}{N.s^2} = \frac{m^2}{s}$$

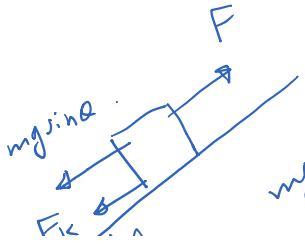
● واحد دیگری که در دستگاه متریک برای لزجت سینماتیک استفاده می شود استوک (St) می باشد

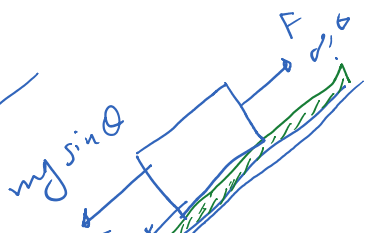
$0.01\ St = 10^{-6} \frac{m^2}{s}$

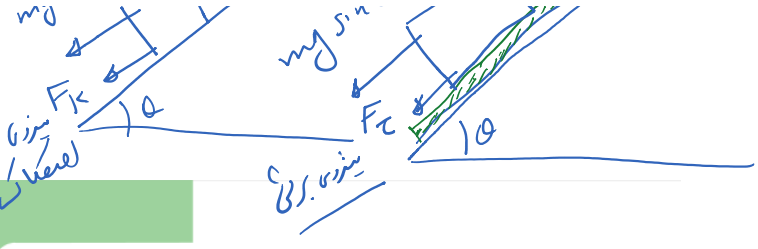
$\nu = \frac{\mu}{\rho}$ (m^2/s)

استوک (St)

$0.1\ St = 10^{-6}\ m^2/s$







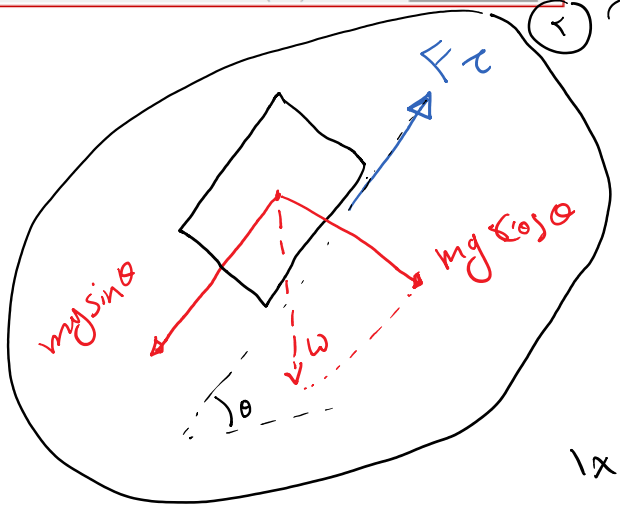
مثال ۱-۵: محاسبه‌ی تنش برشی و سرعت نهایی جسم بر روی سطح شیب‌دار.

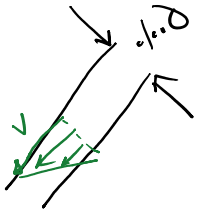
یک بلوک مکعبی‌شکل به‌وزن ۱ kN و با ضلع ۲۰۰ mm بر روی سطح شیب‌داری مطابق شکل روی یک ورقه‌ی نازک از روغن با لزجت $\mu = 0.007\ Pa.s$ به پایین می‌لغزد. چنانچه توزیع سرعت درون لایه‌ی روغن، خطی فرض شود، سرعت نهایی بلوک چقدر است؟

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} = (0.007\ Pa.s)\frac{(U-0)}{(0.005\times10^{-3}m)} = 1400U$$

$$\sum F = 0 \quad ; \quad \tau A - W\sin\alpha = 0$$

$$1400U\left[(0.2\,m)(0.2\,m)\right] - (1000\,N)\sin(20^\circ) = 0 \quad ; \quad U = 6.11 \quad m/s$$

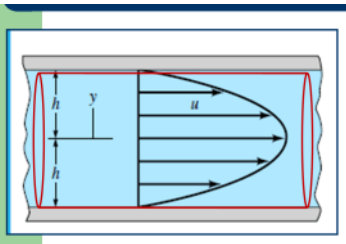




حالت ب): جریان آرام در لوله

پروفیل سرعت در لوله ها خطی نیست

سرعت متوسط



پروفیل سرعت در لوله ها خطی نیست

سرعت متوسط

$$u = \frac{3\bar{V}}{2}\left[1 - \left(\frac{y}{h}\right)^2\right]$$

معادله خطی $\rightarrow \frac{du}{dy} = \frac{v}{h}$

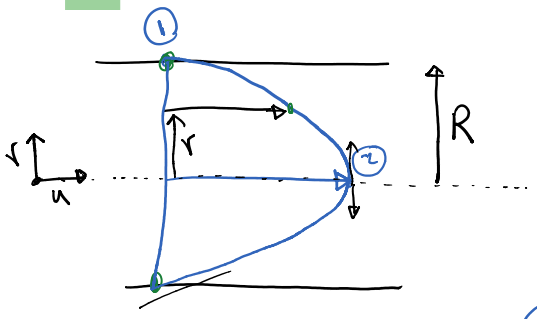
$(y = 2h)$

$y' = c$

$$F = \tau . A$$

$$u(r) = ar^2 + br + C$$

$$\begin{Bmatrix} C \\ b \\ a \end{Bmatrix}$$



① $\begin{cases} r = R \\ u = 0 \end{cases} \rightarrow 0 = aR^2 + bR + C$

$aR^2 + bR + C = 0 \quad (1)$

② $\begin{cases} r = 0 \\ u = \bar{V}_{max} \end{cases} \rightarrow \boxed{\bar{V}_{max} = C}$

③ $\begin{cases} u'(r) = 2ar + b \Rightarrow 0 = 2a(0) + b \rightarrow b = 0 \\ u'(r) = 0 \\ r = 0 \end{cases}$

① $aR^2 + 0 + C = 0 \rightarrow aR^2 = -\bar{V}_{max} \rightarrow a = -\frac{\bar{V}_{max}}{R^2}$

$$u(r) = -\frac{V_{max}}{R^2} r^2 + \bar{V}_{max} = \bar{V}_{max}\left[1 - \frac{r^2}{R^2}\right] = \bar{V}_{max} - \frac{V_{max}}{R} r^2$$

اگر معادله پروفیل سرعت موجود باشد از آن مشتق گرفته شود، گرادیان سرعت حاصل میشود

$$\frac{du}{dr} = \frac{-\bar{V}_{max}}{R^2}(2r) = -\frac{2\bar{V}_{max}}{R^2} \cdot r$$

گرادیان سرعت در داخل لوله‌ها $\longrightarrow \left|\frac{du}{dr}\right| = \left|-\frac{2V_{max}}{R^2}\cdot r\right|$

در مرکز لوله $\longrightarrow r=0 \longrightarrow \frac{du}{dr}=0$

در دیواره $\longrightarrow r=R \longrightarrow \frac{du}{dr} = +\frac{2\bar{V}_{max}}{R}$

در بافت سلول‌ها $r=r \longrightarrow \frac{du}{dr} = \frac{2\bar{V}_{max}}{R}\cdot r$