به نام خدا

درس پدیده‌های انتقال جلسه سوم مجازی

روابط آقای گورکین

$$\eta = A\exp\left(\frac{\Delta G^{*}_{vis}}{RT}\right)$$

$$A \approx \frac{5.7\times10^{-5}\,(M T_m)^{1/2}}{V_m^{2/3}\exp\left(\Delta G^{*}_{vis}/RT_m\right)}$$

$N s m^{-2} = A$

$M =$ وزن اتمی

$T_m =$ دمای ذوب فلز

$V_m =$ حجم اتمی در T_m

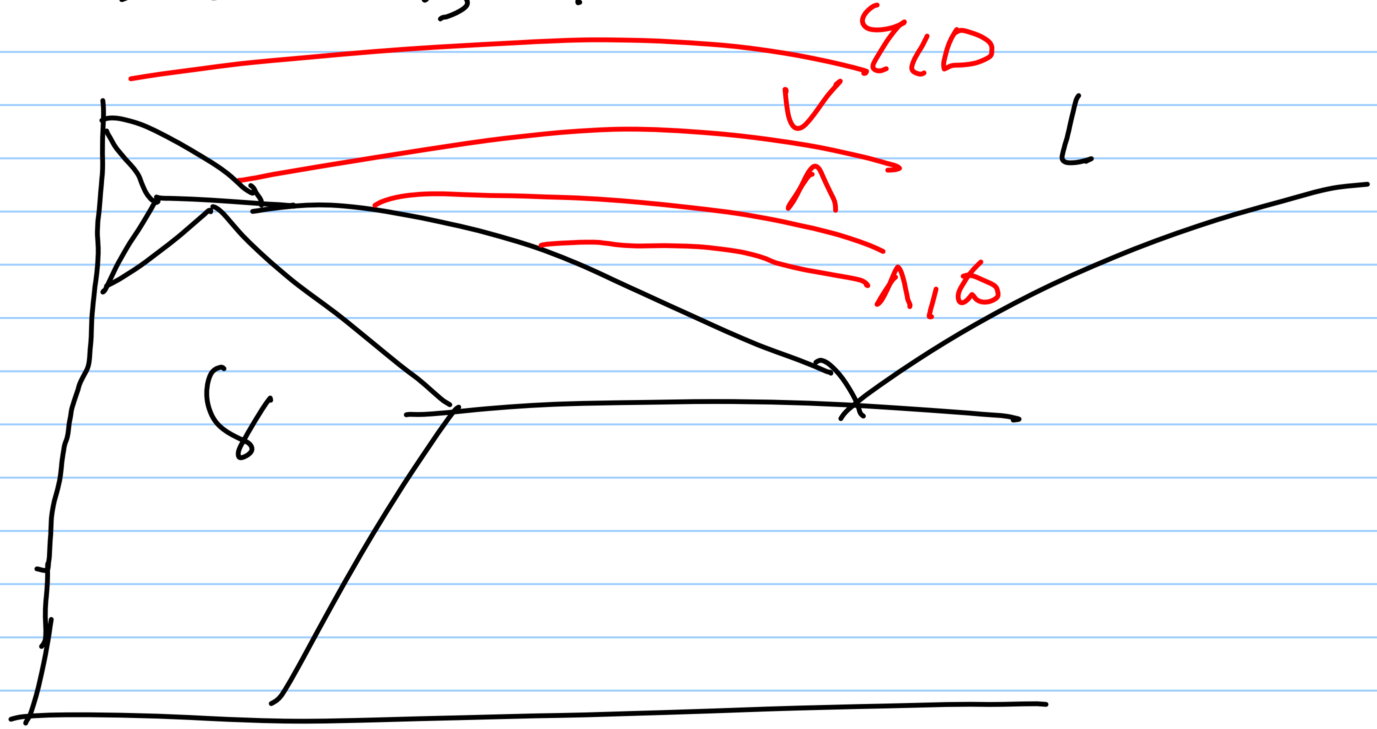
$$\Delta G^{*}_{vis} = 5.06\,T_m^{1/4}$$

ژول

فلزات $\Rightarrow \Delta G^{*}_{vis} = ۲٫۱۴\, T_m^{۱/۲}$

(Hg و Ga

Bi



ویسکوزیته سرباره ها :

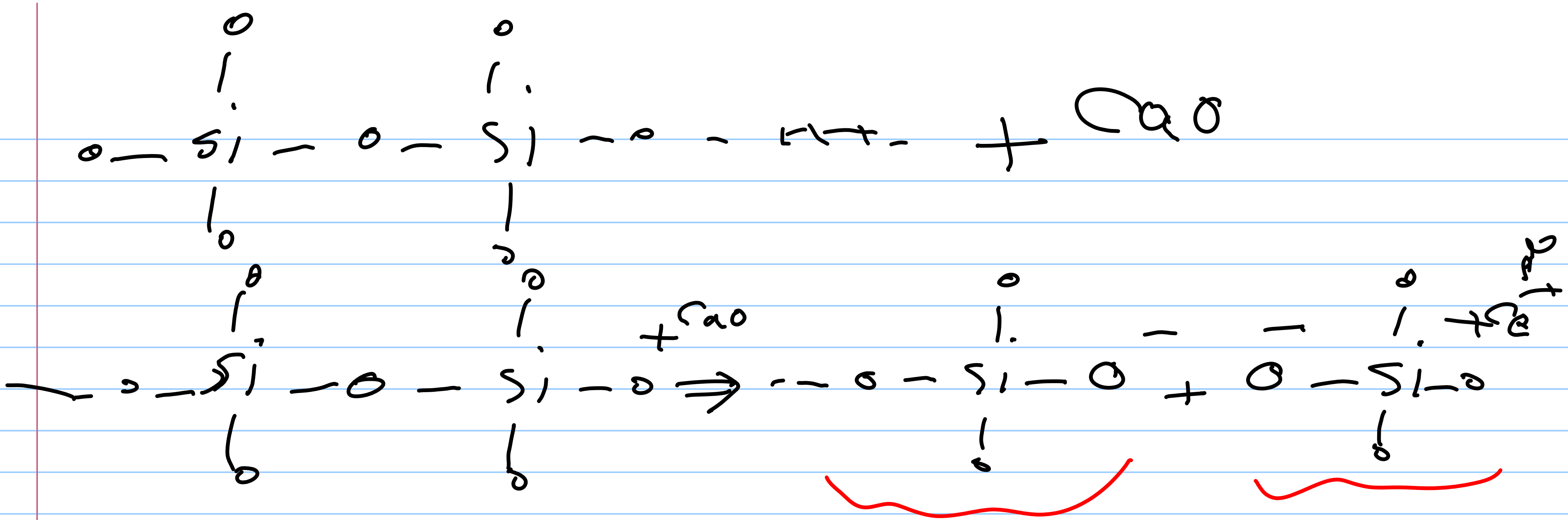
سرباره ها ← مذاب هایی هستند که فازهای اکسیدی دارند.

اکسیدها ← اسیدی ← گیرنده یون اکسیژن

اکسیدها ← قلیایی ← Na_2O ، MgO ، CaO
دهنده یون اکسیژن

اکسیدها ← آمفوتر
PbO - Al_2O_3

$SiO_2 \quad T = 1940°c \Rightarrow \eta = 1/5 \times 10^5 \, P$



$$P \leftarrow \underset{\text{ثابت}}{\eta} = A\underset{K}{T}\exp\left(\frac{1000B}{T}\right)$$

رابطه آقای آرنیس

$B =$ ثابت تجربی

مذاب	$-\ln A$	B
LiCl	۱۵٫۹۱	۴٫۵۲
NaCl	۱۴٫۴۵	۵٫۸۵
KCl	۱۵٫۴۳	۴٫۴۴

مثال ویسکوزیته نمک مذاب KCl در دمای ۹۲۷°C را محاسبه نمایید.

$$-\ln A = ۱۵٫۴۳ \Rightarrow A = \exp(-۱۵٫۴۳) = ۱٫۴۳ \times ۱۰^{-۷}$$

$$B = ۴٫۴۴$$

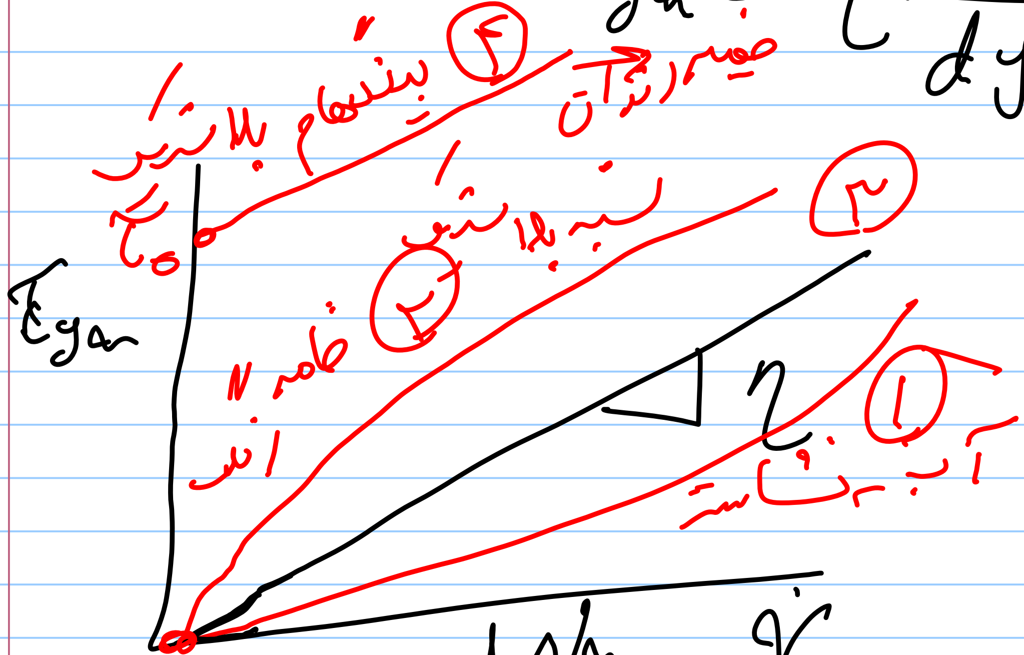
$$\eta = ۱٫۹۳ \times ۱۰^{-۷} \times (۹۲۷ + ۲۷۳) \exp\left(\frac{۱۰۰۰ \times ۴٫۴۴}{۹۲۷ + ۲۷۳}\right)$$

$$\eta = ۰٫۷۹\,\mathrm{cP}$$

سیالات نیوتنی

سیالات غیرنیوتنی

$$\tau_{yx} = -\eta \frac{dV_x}{dy}$$



$$-\frac{dV_x}{dy} = \dot{\gamma}$$ سرعت برش

$$\tau_{yx} = K\dot{\gamma}^{n}$$

$n=1$ ③

② $n<1$

① $n>1$

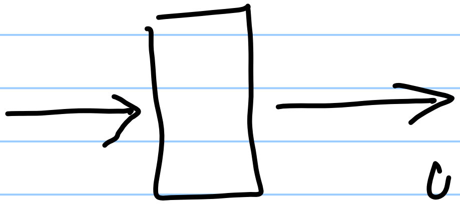
$$\tau_{yx} = \pm\tau_0 + \eta_p \dot{\gamma}$$ ④

موازنه مومنتوم (جریان آرام)

سرعت انباشتگی مومنتوم = (سایر نیروهای وارد به sys) + (سرعت مومنتوم خروجی) − (سرعت مومنتوم ورودی)

نیوتن

اگر جریان سیال به حالت پایا رسیده باشد.



پایا ← سرعت انباشتگی مومنتوم صفر

ناپایا ← سرعت انباشتگی مومنتوم داریم

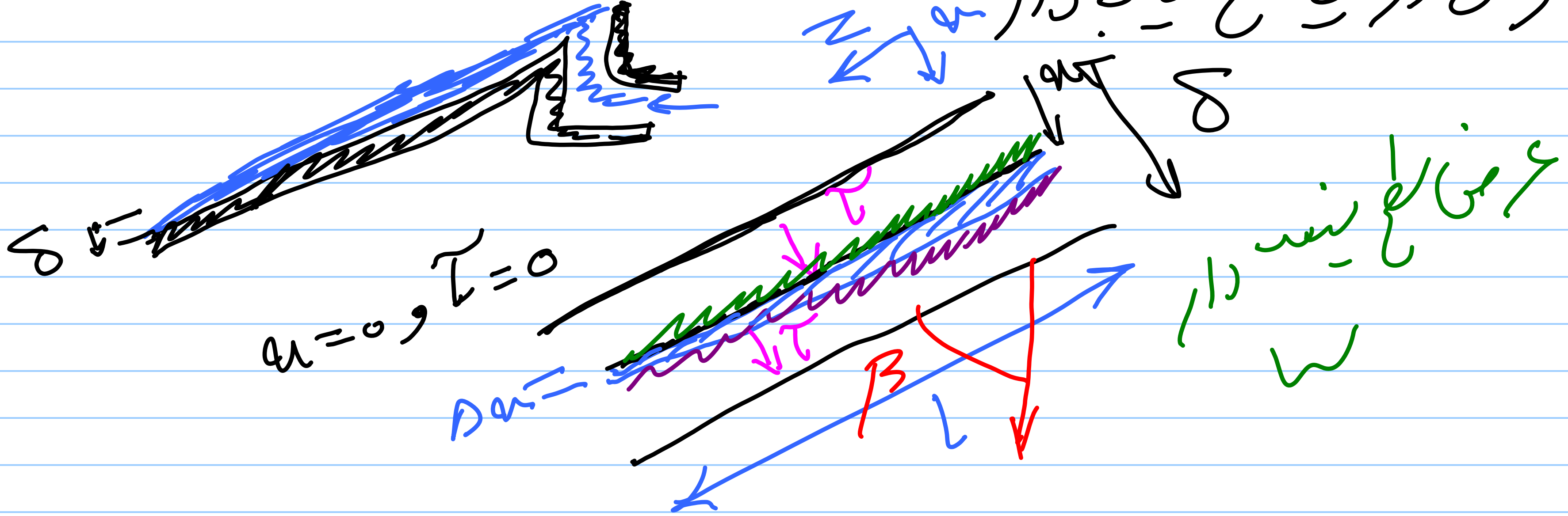
$$\text{سرعت مومنتوم} = \boxed{\frac{\text{مومنتوم}}{\text{زمان}} \times \frac{\text{سطح}}{\text{سطح}}} = \tau \times A = \frac{F}{A} \times A$$

$= F$

نیرو

شار مومنتوم

تنش در یک سطح شیب دار



δ
$u = 0$ و $\tau = 0$
Z
u
y
δ
τ
τ
Δu
β
L
عرض سطح شیب دار
w

توضیحات : T ثابت ⇐ μ و ρ ثابت

سرعت مومنتوم ورودی = شار مومنتوم ورودی × سطح = $\tau_{xz}\big|_{x} \times (lw)$

سرعت مومنتوم خروجی = شار مومنتوم خروجی α سطح = $\tau_{xz}\big|_{x+\Delta x} \times (lw)$

سایر نیروهای وارد بر Sys = نیروی گرانش سیال = $mg \cdot \cos\beta = \rho_o V g \cos\beta$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$= (l w \Delta x) \cdot \rho g \cos\beta$$

$$\cancel{lw}\,\tau_{xz}\big|_{x} - \cancel{lw}\,\tau_{xz}\big|_{x+\Delta x} + (\cancel{lw}\,\Delta x)\,\rho g \cos\beta$$

$$= 0$$

$$\lim_{\Delta x \to 0} \frac{\tau_{xz}\big|_{x+\Delta x} - \tau_{xz}\big|_{x}}{\Delta x} = \rho g \cos\beta$$

$$\boxed{\frac{d\,\tau_{xz}}{dx} = \rho g \cos\beta}$$

معادله دیفرانسیل
حرکت سیال روی
یک سطح شیب دار

$\xrightarrow{\text{انتگرال}}$ $\tau_{xz} = \rho g \cos\beta \, x + \underline{\underline{C_1}}$

نیازمند شرایط مرزی

نمونه ای از شرایط مرزی

① جایی که سیال با هم محیط
در تماس است سرعت
سیال سرعت صفر مطلق است

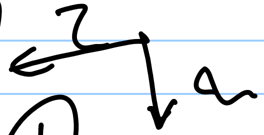
② جایی که سیال با گاز با سرعت
تقریباً کم در تماس است

$\tau = 0$

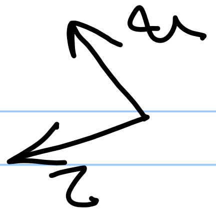
$$B.C_1 \begin{cases} x = 0 \\ \tau_{xz} = 0 \end{cases}$$

$$0 = 0 + C_1 \Rightarrow \boxed{C_1 = 0}$$

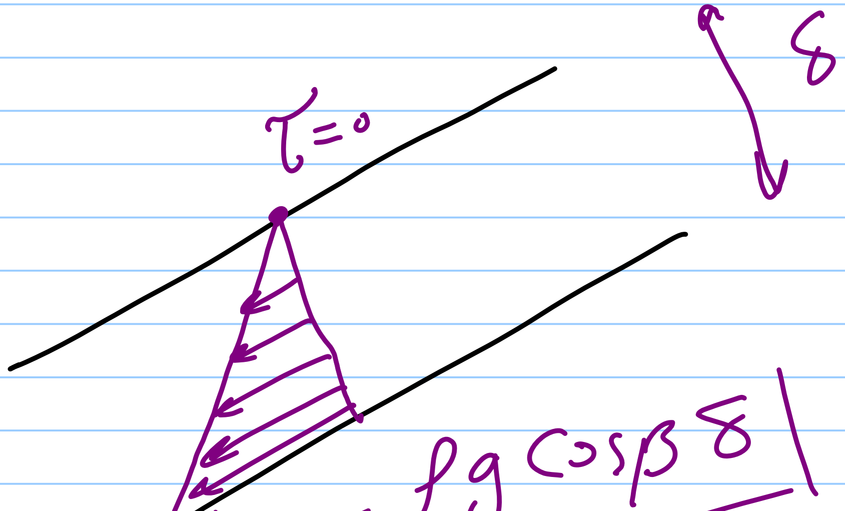
$$\boxed{\tau_{xz} = \rho g \cos\beta \, x} \quad ①$$



$$\tau_{xz} = \rho g \cos\beta\, x - \rho g \cos\beta\, \delta \quad ①$$



$$\text{B.C}\begin{cases} x = \delta \\ \tau = 0 \end{cases}$$



$$\tau_{max} = \rho g \cos\beta\, \delta$$