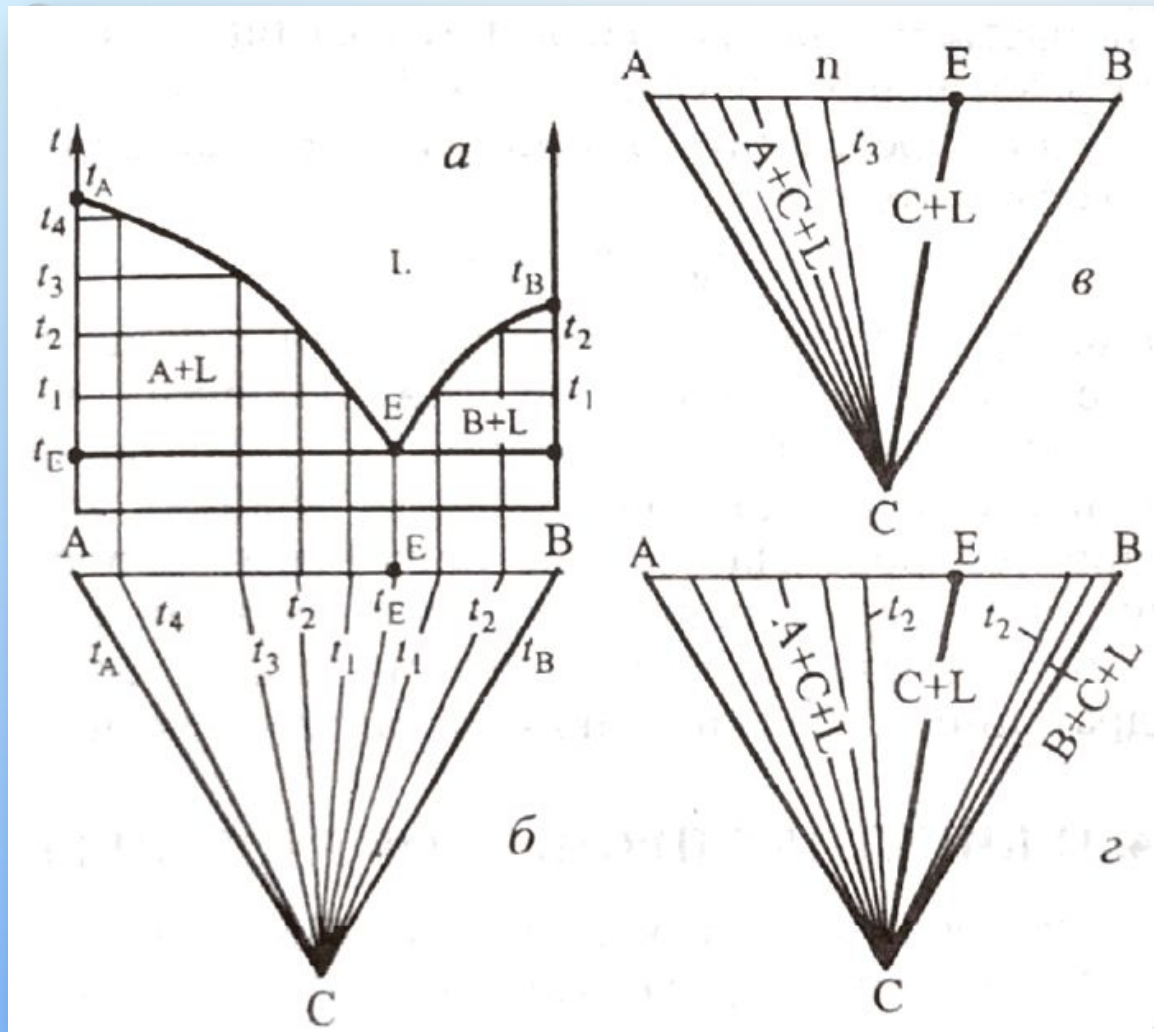


# РАСТВОРЕНИЕ ПРИ НАЛИЧИИ ИНЕРТНЫХ КОМПОНЕНТОВ.

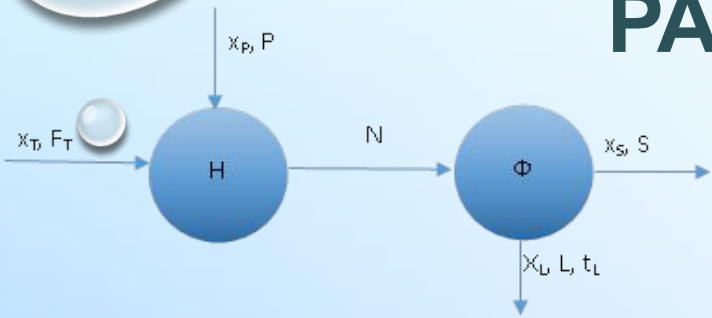


- $F_T = A + T$
- A-РАСТВОРЯЕМЫЙ КОМПОНЕНТ,
- T- ИНЕРТНЫЙ КОМПОНЕНТ.

**РАССМАТРИВАЕМЫЙ ПРОЦЕСС МОЖНО ПРОВОДИТЬ В 3 ВАРИАНТАХ:**

- ОДНОКРАТНОЕ РАСТВОРЕНИЕ,
- МНОГОСТАДИЙНОЕ РАСТВОРЕНИЕ,
- ПРОТИВОТОЧНОЕ РАСТВОРЕНИЕ.

# ОДНОКРАТНЫЙ ПРОЦЕСС РАСТВОРЕНИЯ



Уравнение материального баланса.

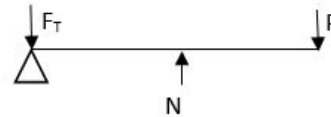
$$F_T + P = L + S \quad (1)$$

$$F_T x_T + P x_P = L x_L + S x_S \quad (2)$$

$$S = \frac{F_T(x_L - x_T) + P(x_L - x_P)}{x_L - x_S} \quad (3)$$

$$L = (F_T + P) - S \quad (4)$$

При использовании правило рычага для стадии растворения имеем.

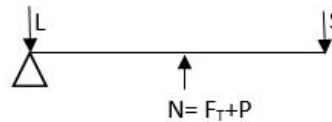


$$P \overline{PF_T} = (F_T + P) \overline{NF_T}$$

$$\overline{NF_T} = \frac{P}{F_T + P} \overline{PF_T}$$

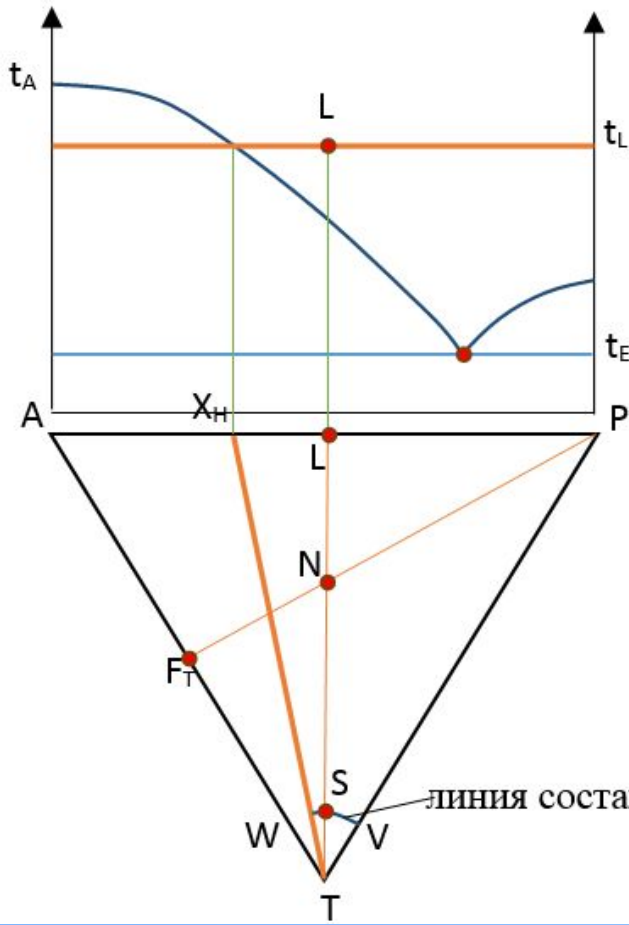
$$P = (F_T + P) \frac{\overline{NF_T}}{\overline{PF_T}}$$

Для стадии сепарации.



$$S \overline{SL} = (F_T + P) \overline{LN}$$

$$S = (F_T + P) \frac{\overline{LN}}{\overline{SL}}$$

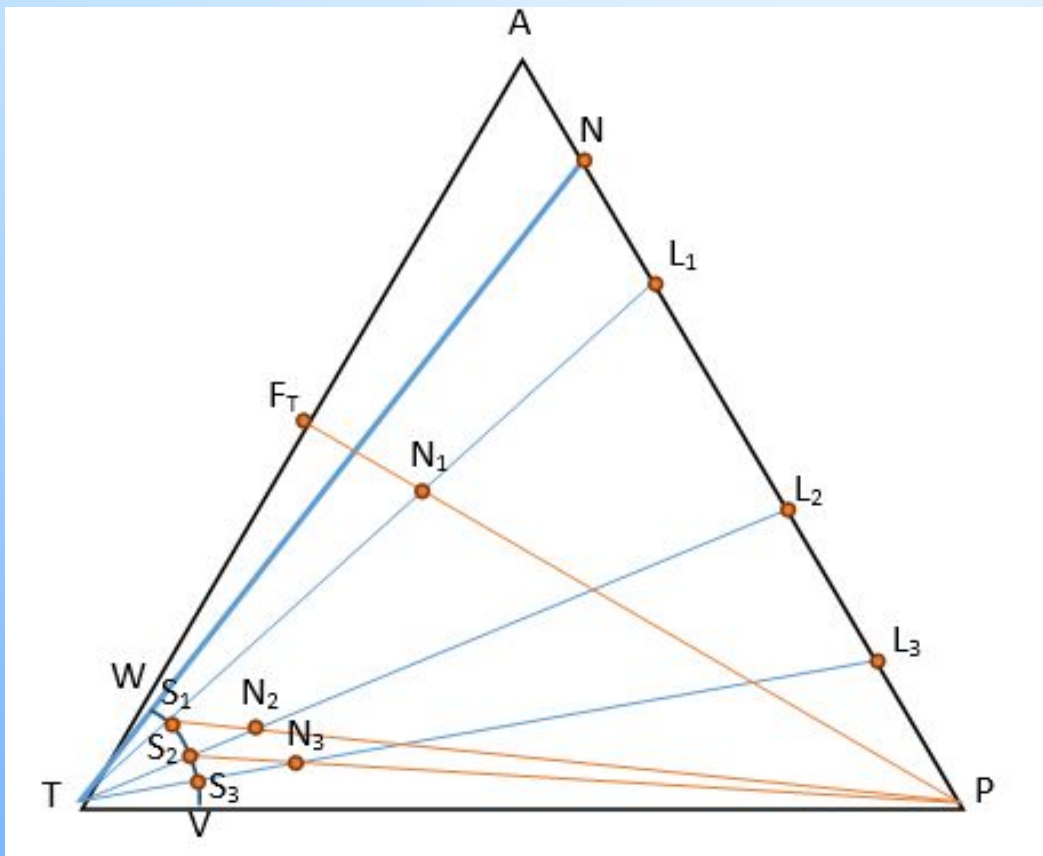
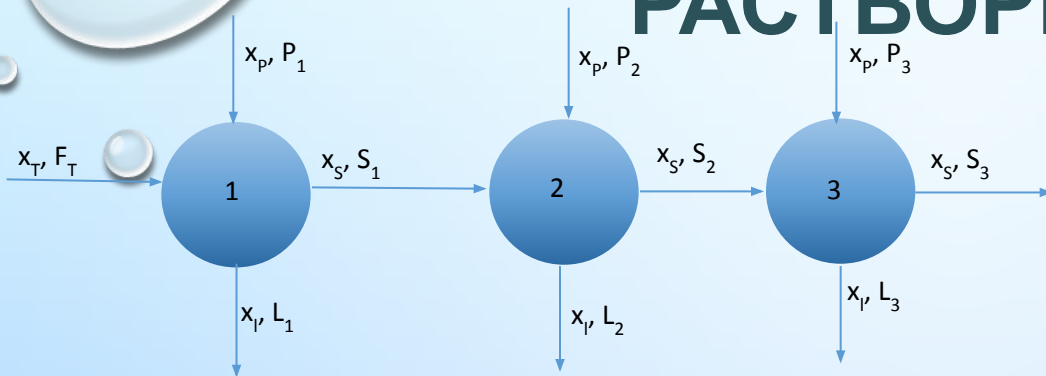


Коэффициент извлечения компонента А.

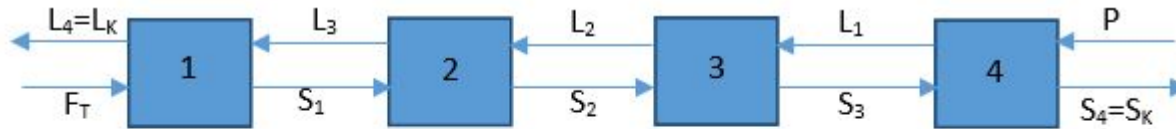
$$\eta_{из} = \frac{L x_L}{F_T x_T}$$

линия состава рафинатов (твёрдой фазы S)

# МНОГОСТАДИЙНОЕ РАСТВОРЕНИЕ.



# ПРОТИВОТОЧНОЕ РАСТВОРЕНИЕ.



Уравнение материального баланса всего процесса.

$$F_T + P = L_K + S_K \quad (1)$$

$$F_T x_T + P x_P = L x_{L_K} + S x_{S_K} \quad (2)$$

При совместном рассмотрении уравнение 1 и 2 получается зависимости для расчета выхода конечных продуктов.

$$S = \frac{F_T(x_{L_K} - x_T) - P(x_{L_K} - x_P)}{x_{L_K} - x_{S_K}} \quad (3)$$

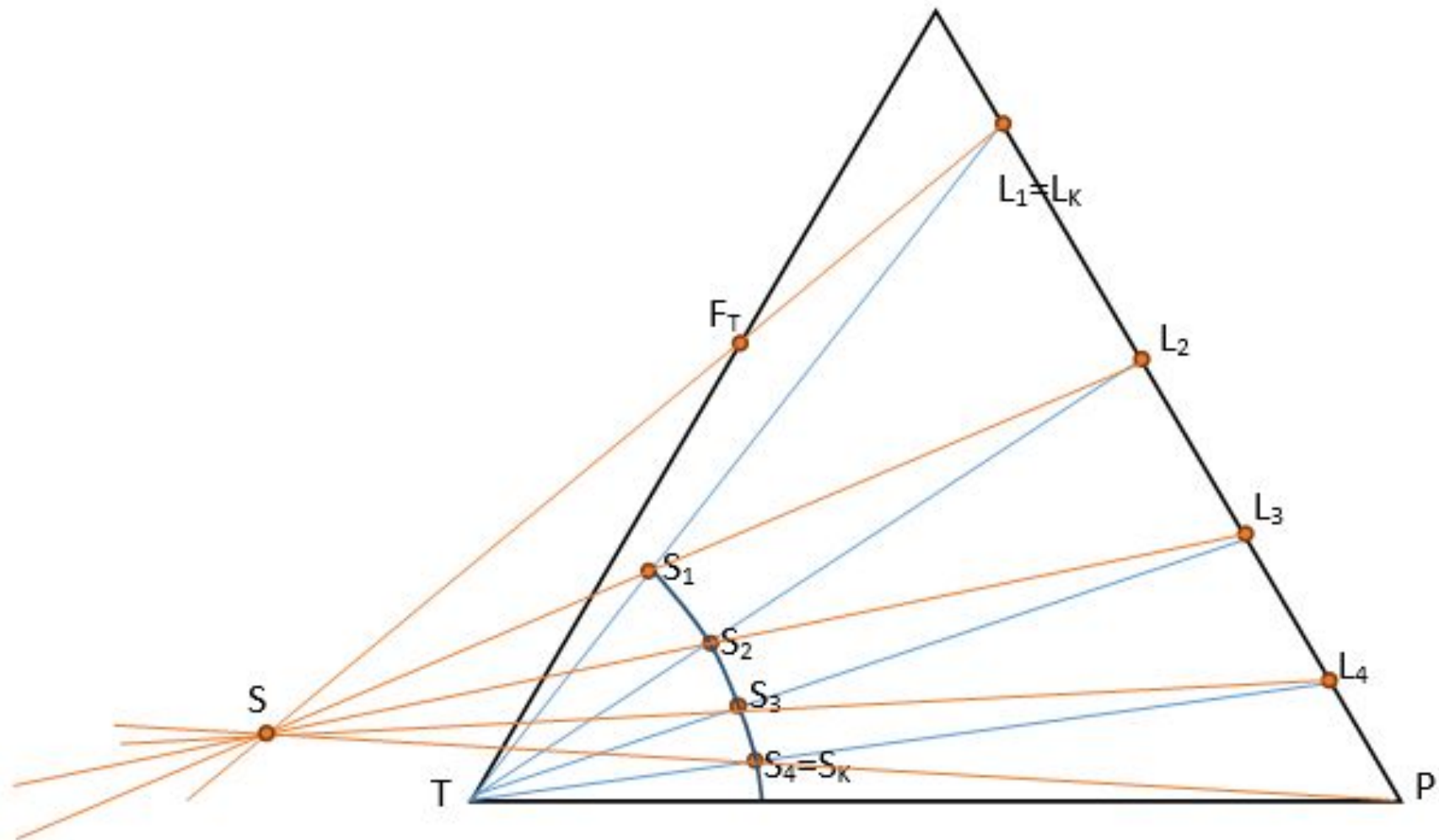
$$L = (F_T + P) - S \quad (4)$$

Для определения числа ступеней запишем уравнение материального баланса отдельных стадий.

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ ст. } F_T + L_2 = S_1 + L_1 \rightarrow F_T - L_1 = S_1 - L_2 \\ 2 \text{ ст. } S_1 + L_3 = S_2 + L_2 \rightarrow S_1 - L_2 = S_2 - L_3 \\ 3 \text{ ст. } S_2 + L_4 = S_3 + L_3 \rightarrow S_2 - L_3 = S_3 - L_4 \\ 4 \text{ ст. } S_3 + P = S_4 + L_4 \rightarrow S_3 - L_4 = S_4 - P \end{array} \right\} \quad (A)$$

Из (A) следует.

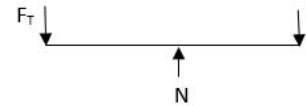
$$F_T - L_1 = S_1 - L_2 = S_2 - L_3 = S_3 - L_4 = S_4 - P = S = \text{const} \quad (B)$$





# ЗАДАЧА 3.

Определим расход экстрагента.



$$F_T \overline{NF_T} = P \overline{NP}$$

$$P = F_T \frac{\overline{NF_T}}{\overline{NP}}$$

$$\overline{NF_T} = 25 \text{ мм}; \overline{NP} = 64 \text{ мм.}$$

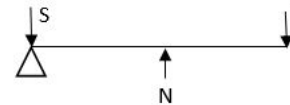
$$P = 1 \frac{25}{64} = 0,39 \text{ кг/с.}$$

Определим состав рафината (точка S).

$$E = \frac{x_S - x_L}{x_C - x_L} = \frac{\overline{SL}}{\overline{CL}}; \overline{CL} = 87 \text{ мм}; \overline{SL} = E \cdot \overline{CL} = 0,92 \cdot 87 = 80 \text{ мм.}$$

Остаточное содержание  $\text{CuCl}_2$  в реферате  $x_S = 3\%$ .

Выход раствора (экстракта).



$$L \overline{LS} = N \overline{SN}$$

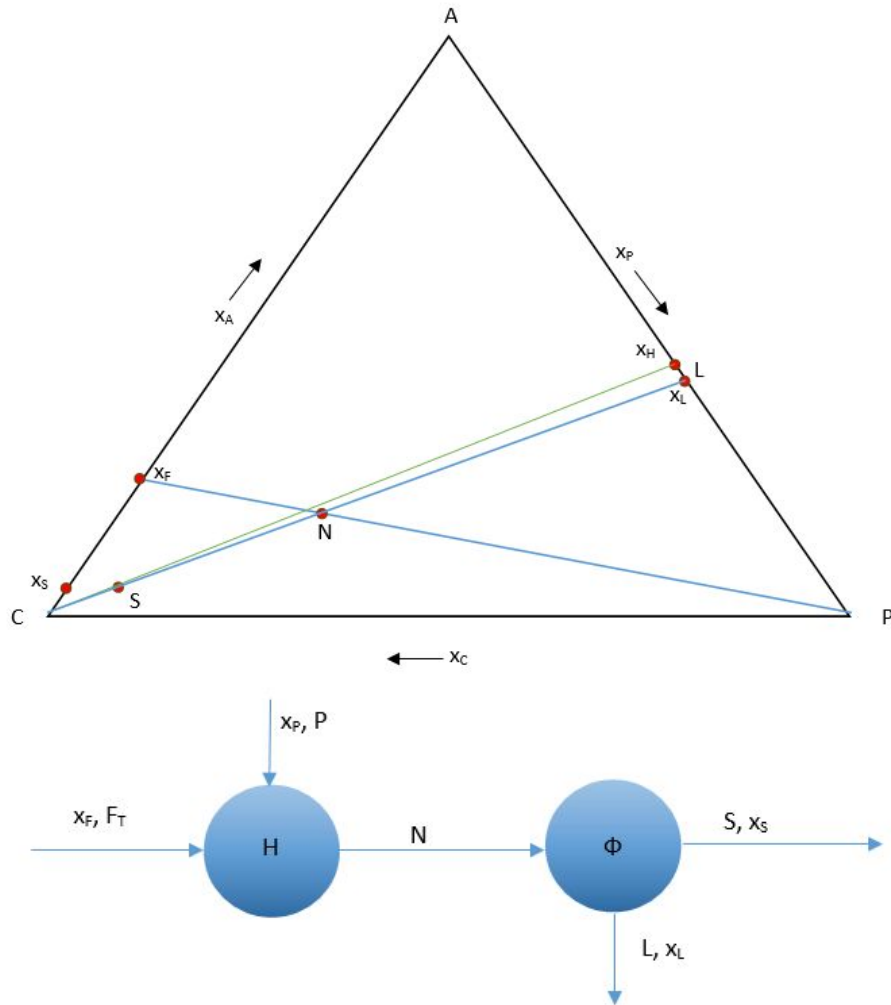
$$L = N \frac{\overline{SN}}{\overline{LS}}$$

$$\overline{SL} = 80 \text{ мм}, \overline{SN} = 32 \text{ мм.}$$

$$L = 1,39 \frac{32}{80} = 0,556 \text{ кг/с}; S = N - L = 1,39 - 0,556 = 0,834 \text{ кг/с.}$$

Коэффициенты извлечение соли.

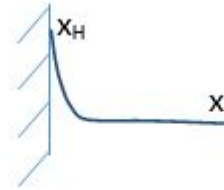
$$\eta_{\text{из}} = \frac{L x_L}{F_T x_F} = \frac{0,556 \cdot 0,4}{1 \cdot 0,24} = 0,927 = 92,7\%.$$



# ПОЛНОЕ РАСТВОРЕНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ.

Процесс такого растворения обычно рассматривается с позиции внутренней задачи.

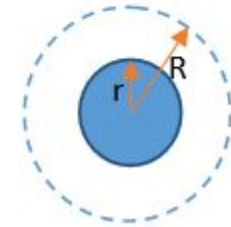
$$-dM = \beta_M f(x_H - x) d\tau \quad (1)$$



Рассмотрим растворение сферической частицы при обтекании ее потоком раствора.

$$M = \frac{4}{3} \pi \rho_T r^3; dM = 4\pi \rho_T r^2 dr; f = 4\pi r^2$$

$$4\pi \rho_T r^2 dr = 4\pi r^2 \beta_M (x_H - x) d\tau$$



$$-\int_R^r dr = \int_0^\tau \frac{\beta_M}{\rho_T} (x_H - x) d\tau \quad (2)$$

$$\text{Если } \beta_M = const, \text{ то } R - r = \frac{\beta_M}{\rho_T} (x_H - x) \tau \rightarrow r = R - \frac{\beta_M}{\rho_T} (x_H - x) \tau \quad (3)$$

При полном растворении  $r=0$ .

$$\tau_{\text{п}} = \frac{r \rho_{\text{T}}}{\beta_{\text{M}}(x_{\text{H}} - x)} \quad (4)$$

$\beta_{\text{M}}$  может зависеть от  $r$ . Sh- критерий Шервуда. Sc- критерии Шмидта.

$$\text{Sh} = f(\text{Re}, \text{Sc}, \dots)$$

$$\text{Sh} = \frac{\beta_{\text{V}} \cdot d}{D} = \frac{\beta_{\text{M}} \cdot d}{\rho_{\text{ж}} \cdot D}, \beta_{\text{M}} = \beta_{\text{V}} \cdot \rho_{\text{ж}}$$

$$\text{Sc} = \frac{\nu}{D}, \text{Re} = \frac{w \cdot d}{\nu}.$$

$\beta_{\text{V}}$ -объемный коэффициент массопередачи.

$$\text{Sh} = 2 + a \cdot \text{Re}^{2/3} \cdot \text{Sc}^{1/3} \text{ — Уравнение Фрослинга.}$$



# РАСТВОРЕНИЕ ЧАСТИЦ В НЕПОДВИЖНОМ РАСТВОРЕ

$$\text{Re}=0, \text{Sc}=2.$$

$$\frac{\beta_V \cdot d}{D} = 2 \rightarrow \beta_V = \frac{2 \cdot D}{d} = \frac{D}{r}, \beta_M = \frac{D}{r} \rho_{\text{ж}}$$

Поставим  $\beta_M$  в (1).

$$4\pi\rho_T r^2 dr = 4\pi r^2 \frac{D}{r} \rho_{\text{ж}} (x_H - x) d\tau$$

$$- \int_R^r r dr = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_T} D (x_H - x) \int_0^\tau d\tau$$

$$R^2 - r^2 = 2 \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_T} D (x_H - x) \tau \rightarrow r = \sqrt{R^2 - 2 \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_T} D (x_H - x) \tau}$$

$$\tau_{\text{п}} = \frac{R^2 - \rho_T}{2\rho_{\text{ж}} D (x_H - x)}$$

## ЧАСТИЧНОЕ

$$\frac{dc}{d\tau} = D_{\text{э}} \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$$

$D_{\text{э}}$ -коэффициент эффективной диффузии.

Для сферических тел.

$$\frac{dc}{d\tau} = D_{\text{э}} \left( \frac{\partial^2 c}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial c}{\partial r} \right)$$

# ЗАДАЧА 4.

$$\tau_{\text{п}} = \frac{R\rho_{\text{T}}}{\beta_{\text{M}}(x_{\text{H}} - x)};$$

$$R = \frac{d}{2} = \frac{0.004}{2}.$$

Определим  $\beta_{\text{M}}$ .

$$Sh = 2 + 0,96Re^{\frac{1}{2}} \cdot Sc^{\frac{1}{3}}$$

$$Sc = \frac{\nu_{\text{P}}}{D} = \frac{10^{-6}}{1,37 \cdot 10^{-9}} = 730; Re = \frac{wd}{\nu} = \frac{0,1 \cdot 0,004}{10^{-6}} = 400.$$

$$Sh = 2 + 0,96 \cdot 400^{\frac{1}{2}} \cdot 730^{\frac{1}{3}} = 174,8.$$

$$Sh = \frac{\beta_{\text{V}} \cdot d}{D}; \beta_{\text{V}} = \frac{Sh \cdot D}{d}.$$

$$\begin{aligned} \beta_{\text{M}} &= \beta_{\text{V}} \cdot \rho_{\text{ж}} = \frac{Sh \cdot D}{d} \cdot \rho_{\text{ж}} = \frac{174,8 \cdot 1,37 \cdot 10^{-9}}{0,004} \cdot 1000 = 59,9 \cdot 10^{-3} \\ &= 0,06 \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}}. \end{aligned}$$

$$\tau_{\text{п}} = \frac{0,002 \cdot 2010}{0,06 \cdot (0,37 - 0)} = 186,5 \text{ с} = 3,1 \text{ мин.}$$