

Osnove hidrauličkog transporta i transformacije rastvorene materije u vodi

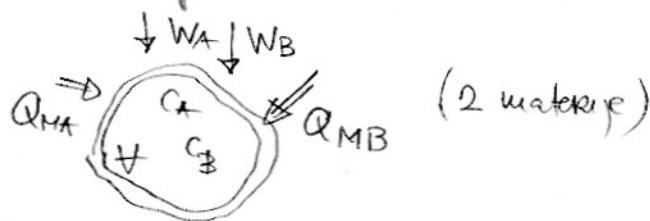
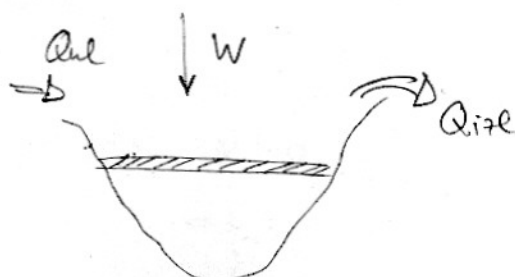
(1)

Ukupne količina → ekstenzivno svojstvo

Koncentracija → intenzivno svojstvo

- srednja koncentracija $\bar{C} = \frac{M}{V}$

- intenzitet koncentracije: kako se masa zadržava raspoređuje po prostoru $C = \frac{dM}{dV}$



$$W(t) = \frac{dM}{dt}$$

koncentracijska zadržavača

$$\Delta(\rho V) = \text{ulaz} - \text{izlaz} = (Q_{MUL} - Q_{Mizl}) \cdot \Delta t$$

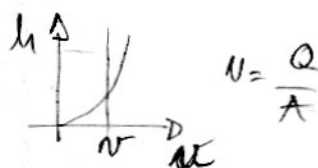
Promena mase

Proticaj mase [kg/sec]

upr. ulaz = $Q_{ul} \cdot \rho$

Proticaj mase

* Srednja brzina



KONCENTRACIJA — od čega sve zavisi:

$$C = C(W, \text{mekanika fluida}, \text{reakcije}, \text{temperature})$$

opterećenje

zakoni održanja

hemijske razgradnje...

Jednaci održanja mase se pišu za svaku supstancu posebno

C_A - koncentracija supst. A, W_A - opterećenje supst. A

Q_{MA} - maseni protok supst. A...

Promena supstance

unos supstance u funkciji od vremena

$$\frac{A}{B} \text{ u zapremini } V \text{ kroz vreme} = W_{A/B}(t) \pm \text{ulaz} \text{ izlaz } A/B \pm \text{Reakcije } A/B$$

$$\frac{dC_A}{dt} = f(W_A, C_A, C_B, \dots)$$

kako se menja C_A u t

↳ zavisi od opterećenja, od C_A , od C_B .

Jedno od pojednostavljenja:

(2)

$$\frac{dC_A}{dt} = -k \cdot C_A^\alpha \cdot C_B^\beta$$

$$\alpha + \beta = \frac{n}{\text{Red reakcije}}$$

Homogena reakcija (ne zavisí od C_B) odu $\beta = 0$

$$\frac{dC_A}{dt} = -k \cdot C_A^\alpha$$

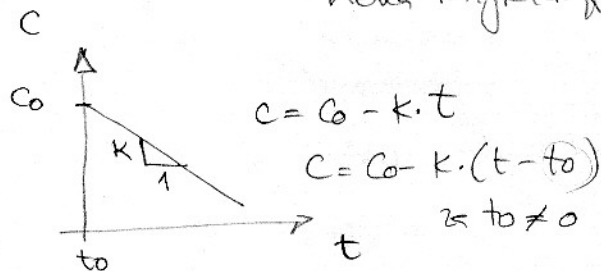
$$\text{odu.} \quad \frac{dC}{dt} = -k \cdot C^n$$

"-" jer
najčešće je
u pitanju
neka razgradnja

NULTI RED: $M=0$

$$\frac{dC}{dt} = -k$$

→ grafik
opadajuće
je linije



PRVI RED:

$$\frac{dC}{dt} = -k \cdot C \rightarrow \ln C - \ln C_0 = -k \cdot t$$

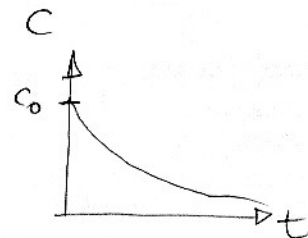
$$C = C_0 \cdot e^{-k \cdot t}$$

ili ako je ne
eksponent 10

$$\log x = \frac{\ln x}{\ln 10}$$

$$\Rightarrow k' = \frac{k}{2.3}$$

$$C = C_0 \cdot 10^{-k' \cdot t}$$



DRUGI RED

$$\frac{dC}{dt} = -k \cdot C^2 \rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + k \cdot t \rightarrow C = C_0 \cdot \frac{1}{1 + k \cdot C_0 \cdot t}$$

⊗ ZAPAMTI: - dimenzije k mogu iste \approx razvrstati
Redove Reakcije

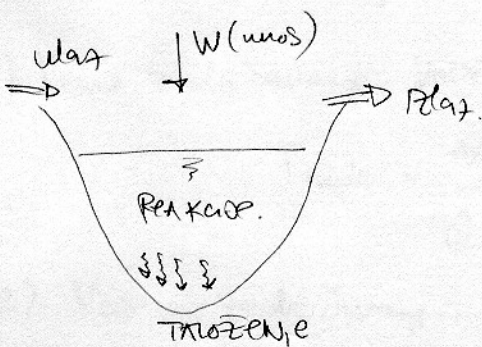
multi red $[k] = \frac{M}{L^3 T} \quad \left[\frac{kg}{m^3 sec} \right]$

prvi red $[k] = T^{-1} \quad \left[\frac{1}{sec} \right]$

drugi red $[k] = \frac{L^3}{M T} \quad \left[\frac{m^3}{kg sec} \right]$

Primer: JETERO

3



P.p. dobro mešanje u jeteru

promena mase
zapremina u vremenu

$$\frac{\Delta M}{\Delta t} \quad M = C \cdot V \quad V = \text{const}$$

$$V \cdot \frac{\Delta C}{\Delta t} \quad \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \sim V \cdot \frac{dC}{dt}$$

$$V \cdot \frac{dC}{dt} = W(t) + Q_{ul} \cdot C_{ul} - Q_{izl} \cdot C_{izl} - \frac{k \cdot M}{k \cdot C \cdot V} - \frac{A_h \cdot N_s}{\text{istalozavanje. (zanemareno)}}$$

(zanemareno je ovaj primer)

N_s - broj taložene

A_h - horizontalna površina

* Dug pretpostavke o

dobroj mešanosti (mешunje)

$$C_{izl} = C \text{ (kao u jeteru)}$$

za $V = \text{const}$; $Q_{ul} \approx Q_{izl} \text{ odn. } = Q$ (nema promene mase u jeteru)

$$V \cdot \frac{dC}{dt} = W(t) + Q \cdot (C_{ul} - C) - k \cdot C \cdot V$$

za stacionarno stanje $\frac{dC}{dt} \approx 0 \Rightarrow C = \frac{W(t) + Q \cdot C_{ul}}{Q + k \cdot V}$

Ako je zapremina jetera $V = 50000 \text{ m}^3$, $Q_{ul} = Q_{izl} = 7500 \text{ m}^3/\text{dan}$

fabrike raspušta $W_f = 50 \text{ kg/dan}$, $C_{ul} = 10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$, $k = 0.25 \frac{1}{\text{dan}}$

Kolika je stacionarna koncentracija.

$$C = \frac{50 \frac{\text{kg}}{\text{dan}} + 7500 \frac{\text{m}^3}{\text{dan}} \cdot 10 \cdot \frac{10^{-6} \text{ kg}}{10^{-3} \text{ m}^3}}{7500 \frac{\text{m}^3}{\text{dan}} + 0.25 \frac{1}{\text{dan}} \cdot 50000} = 62.5 \cdot 10^{-4} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 6.25 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Transfer funkcije

$$\frac{C}{C_{ul}} = \frac{6.25 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}} = 0.625$$

Vreme zadležavanja zgradnje u jezenu

(4)

1) Vreme zadležavanja VODE u jezenu

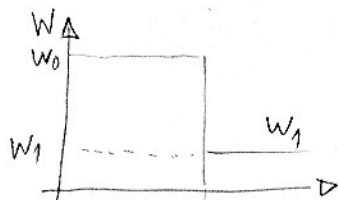
$$T_{vode} = \frac{V_{jezenu}}{Q_{ul} = Q_{iz} = Q} = \frac{V_{jez}}{Q}$$

2) Vreme zadležavanja ZAGADENJA

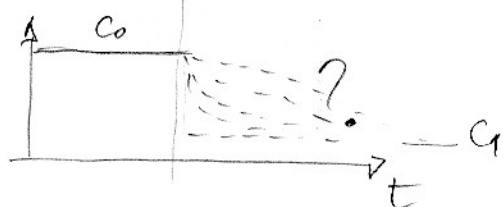
$$T_{zag} = \frac{V}{Q + \underbrace{K \cdot V}_{\text{Razgradnje}}}$$

Slučajni se analitičkim rešenjem.

Smayen unos zgradnje (ili već mečja) kako će se ponasati koncentracija



C_1 odgovara W_1



$$C = \frac{W}{Q + K \cdot W}$$

iz me
glave
ke da prodeli
se \neq

$$\frac{dC}{dt} = \frac{W}{V} - \underbrace{\left(\frac{Q}{V}\right)}_{\text{uvodeno reakcije prvog red.}} C - \underbrace{(K \cdot C)}_{\text{prvog red.}}$$

$\frac{1}{T_{vode}}$ - vreme
zadležavanja
vode

$$\frac{dC}{dt} + \lambda \cdot C = \frac{W}{V}$$

λ - karakteristina (svojstvena) vrednost
sistema. Obestinja uticaj protoka
i razgradnje
Daje brzinu kojom će se sistem
oporaviti posle smanjenja unosa
zgradnje

2. $t = t_0 \Rightarrow C = C_0$; $w(t) = 0$ (skroz prestane unos) (5)

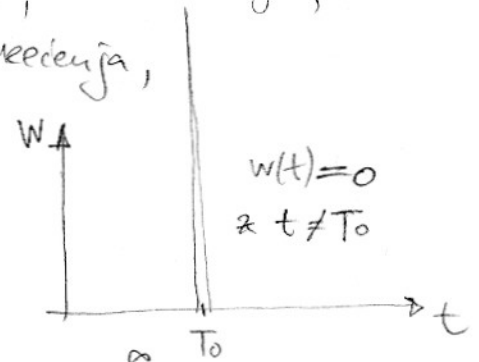
$$C = C_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad \text{KRIVA OPORAVKA AKUMULACIJE POSLE PRESTANKA ZAGADENJA}$$

pretp. totalna iznošajnost u zapremini
i homogena raspoređenost homogene materije

2° Opterećenje je uslo u malo vreme, akumulaciju,
Trenutno je došlo do velikog opterećenja,
kao da je upala masa zagađenja

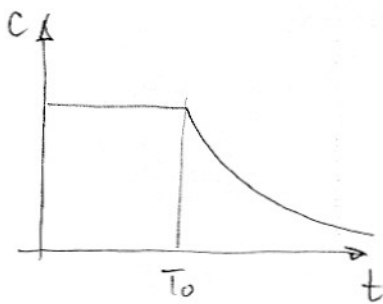
impulsna funkcija $\rightarrow \delta$

$$M = w(t) \cdot \delta$$



$$\int_{-\infty}^{\infty} w(t) dt = M$$

KONAČNA MASA



$$C_0 = \frac{M}{V} = \frac{\int_{-\infty}^{\infty} w(t) dt}{V}$$

$$\frac{dc}{dt} + \lambda \cdot C = \frac{M \cdot \delta(t)}{V} \quad C_0$$

$$\rightarrow \frac{dc}{dt} + \lambda \cdot C = C_0 \cdot \delta(t)$$

Rešenje $C = \frac{M}{V} \cdot e^{-\lambda t}$

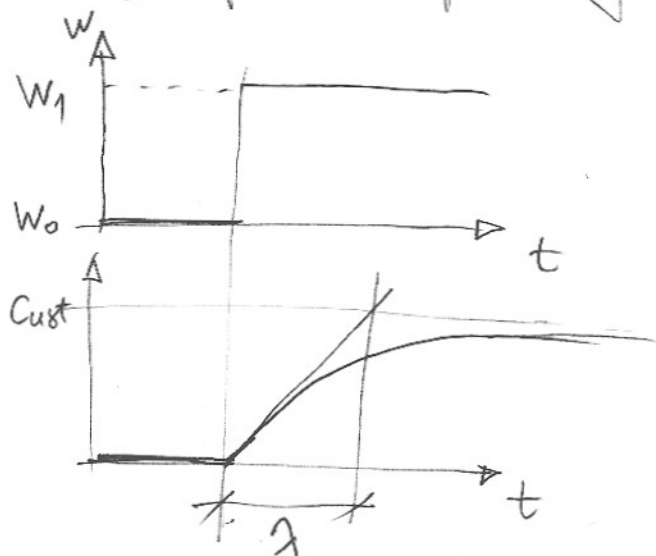
U kom trenutku će koncentracija biti $0.5 C_0$? $t_{50\%} = ?$

Kad će biti 95% $\rightarrow t_{95\%} = \frac{3}{\lambda}$
Paznačno
(da se sprema 5%)

99% Paznačno $t_{99\%} = \frac{4.6}{\lambda}$

3^o Nagla promena opterećenja

(6)



$$W(t) = 0 \quad \text{za } t < 0$$

$$W(t) > 0 \quad \text{za } t \geq 0$$

$$C = \frac{W}{\lambda \cdot V} (1 - e^{-\lambda t})$$

$t_{99\%}$ → vreme za koje će se C razlikovati za manje od 1% od C_{st}

$$t_{99\%} = \frac{4.6}{\lambda}$$

pri računu:

$$\Delta t \ll t_{99\%}$$

Istaložavanje

Proporcionalno povećani ne koji može da se istaloži

A_s



$$V \frac{dc}{dt} = W(t) - Q \cdot C - k \cdot C \cdot V - K_s \cdot A_s$$

k i K_s imaju iste dimenzije