

Κεφάλαιο 2 (Φαινόμενο μεταφοράς)

• Εξίσωση συνέχειας

$$\frac{\Delta V C}{\Delta t} = Q C_{in} - Q C_{out} \xrightarrow{V = \sigma \cdot \Delta x} V \frac{\Delta C}{\Delta t} = Q \Delta C \rightarrow \frac{\Delta C}{\Delta t} = \frac{Q}{V} \Delta C \xrightarrow{V = A \cdot \Delta x} U = Q/A$$

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = \bar{U} \frac{\Delta C}{\Delta x} \xrightarrow{\frac{\Delta C}{\Delta x} = \frac{C_2 - C_1}{x_2 - x_1}} \frac{\Delta C}{\Delta t} = -\bar{U} \frac{\Delta C}{\Delta x} \rightarrow \frac{\partial C}{\partial t} = -\bar{U} \frac{\partial C}{\partial x} \text{ για συχνηλα} \\ \text{ρον } Q C \text{ μεταβολομένη} \\ \text{στο } x \text{ χρόνο}$$

• Εξίσωση διαχυσης-δυσπορας

1^{ος} νόμος Fick για συχνηλα παροχή μάζας $\propto -\frac{dC}{dx}$

$$J = -DA \frac{dC}{dx} \quad \left. \begin{array}{l} D \rightarrow \text{συνε διαχυσης (μορακιν)} \\ K \rightarrow \text{+ (επρωδωδω)} \\ E \rightarrow \text{+ μεταφορας} \end{array} \right\} E \gg K \gg D$$

$L \rightarrow$ πυκνότητα ρον μάζας

2^{ος} νόμος Fick για μη σταθερή κατάσταση

$$U = \frac{Q}{A}$$

$$\frac{\Delta V C}{\Delta t} = \left(-DA \frac{dC}{dx} \right) \Big|_x - \left(-DA \frac{dC}{dx} \right) \Big|_{x+\Delta x} \rightarrow \frac{\Delta V C}{\Delta t} = -DA \frac{dC}{dx} \Big|_x + DA \frac{dC}{dx} \Big|_{x+\Delta x}$$

$$+ DA \frac{dC}{dx} \Big|_{x+\Delta x} \xrightarrow{V = A \cdot \Delta x} A \cdot \Delta x \cdot \frac{\Delta C}{\Delta t} = DA \frac{\Delta C}{\Delta x} \rightarrow \frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

Συμπερασματικά: για συχνηλα ρον μάζας

$$J = Q \cdot C \quad \text{σχηματισμο}$$

$$J = -D \cdot A \cdot \frac{dC}{dx} \quad \text{δυσπορα}$$

μονοδιάστατο με χρόνο

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -U \frac{\partial C}{\partial x}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

Δημιουργία μοντέλων

PDE: μονοδιάστατο μοντέλο

Υπόθεση: Μεταφορα + Διαχυση/Δυσπορα

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\bar{U} \frac{\partial C}{\partial x} + D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}$$

ODE: δηλώσαμε κόστους

$$V \frac{dC}{dt} = \sum_{jk} Q_{jk} C_k - \sum_{jk} Q_{jk} C_j + \sum_{jk} Q'_{jk} C_k - \sum_{jk} Q'_{jk} C_j \quad \text{όπου } Q'_{jk} = E_{jk} \cdot \frac{A_{jk}}{L_{jk}} \quad \begin{matrix} \text{(ενληρωμένο)} \\ \text{μήκος} \end{matrix}$$

Μοντέλο CMS

Εφαρμογή λήψεις, δεξαμενές, διαχωρισμοί
Θωρηκωτικές μονάδες λειωσφύρας

$$\frac{d(VC)}{dt} = Q_{in} C_{in} - Q_{out} C - kVC \quad \begin{matrix} V = \text{ανάδραση συνολική} \\ V = \tau \end{matrix} \xrightarrow{\frac{V = \text{συνολικό}}{Q = \tau}} \frac{dC}{dt} = \frac{C_{in}}{\tau} - \frac{C}{\tau} - kC \rightarrow$$

$$\frac{dC}{dt} + C\left(\frac{1}{\tau} + k\right) = \frac{C_{in}}{\tau} \quad \begin{matrix} \text{γραμ. 1ης τάξης} \\ y' + p(x)y = q(x) \end{matrix} \quad C = C_0 e^{-(1/\tau + k)t} + \frac{C_{in}}{1 + k\tau} e^{-(1/\tau + k)t}$$

για SS (σταθ. συνθήκες) έχω: $C_{ss} = \frac{C_{in}}{1 + k\tau}$

$$C = \frac{M}{V}$$

$$Q = \frac{W}{C} \quad \begin{matrix} \text{φορτίο} \\ \text{mg/s} \\ \text{mg/L} \end{matrix}$$

Πειδική περίπτωση για λήψη (συντηρητική ουσία)

$$C = C_0 e^{-(1/\tau + k)t} + \frac{C_{in}}{1 + k\tau} (1 - e^{-(1/\tau + k)t}) \xrightarrow{k=0} C_{ss} = C_{in}$$

$$C = C_0 e^{-t/\tau} + C_{ss} (1 - e^{-t/\tau}) \quad (1)$$

υπολογισμός χρόνου συν σταθ. κατάσταση για λήψη

$$\frac{C - C_0}{C_{ss} - C_0} = 0.95 \rightarrow C - C_0 = 0.95 C_{ss} - 0.95 C_0 \rightarrow C = 0.05 C_0 + 0.95 C_{ss} \xrightarrow{(1)} C = C_0 e^{-(k + 1/\tau)t} + C_{ss} (1 - e^{-(k + 1/\tau)t})$$

$$e^{-t/\tau} = 0.05 \rightarrow \ln 0.05 = -t/\tau \rightarrow t_{95\%_{ss}} = 3\tau \quad (k=0)$$

ή χρόνος συν σταθ. κατάσταση

$$e^{-(1/\tau + k)t} = 0.05 \rightarrow t_{95\%_{ss}} = \frac{3}{1/\tau + k}$$

η αναστροφή σε σειρά, ικανοθέτης, κοδωνομοσ ογκος, σταθερη ροη

$$\frac{C_n}{C_{in}} = \frac{C_0}{(n-1)!} \left(\frac{t}{\tau}\right)^{n-1} e^{-t/\tau} \quad (1)$$

διαπεριγραφομενη ληψη σε η ισοδυναμια ογκου

~~$$\frac{C_n}{C_{in}} = \frac{C_0 n}{(n-1)!} \left(\frac{t}{\tau}\right)^{n-1} e^{-t/\tau \cdot n}$$~~

οπου $V = \frac{V_{total}}{n}$, $C_0 = \frac{M}{V_{total}}$, $\tau = \frac{V_{total}}{Q}$

ποση C_2 ειναι μεγιστη.

$$\frac{dC_2}{dt} = \frac{C_1}{\tau} - \frac{C_2}{\tau} \rightarrow C_1 = C_{2,max}$$

$$\begin{aligned} (1) \quad n=2 &\rightarrow C_2 = \frac{C_0 \cdot t}{\tau} e^{-t/\tau} \\ n=1 &\rightarrow C_1 = C_0 e^{-t/\tau} \end{aligned}$$

$$C_1 = C_2, t = \tau \Rightarrow C_2 = 0.368 C_0$$

ΓΕΝΙΚΟ $C_n = C_{n-1}$, οταν $C_n = \max$ και $t = (n-1)\tau$

Αντιδραση σε σειρά (εστω 3)

$$\frac{dC_1}{dt} = \frac{C_{in}}{\tau} - \frac{C_1}{\tau} - kC_1, \quad \frac{dC_2}{dt} = \frac{C_1}{\tau} - \frac{C_2}{\tau} + kC_1, \quad \frac{dC_3}{dt} = \frac{C_2}{\tau} - \frac{C_3}{\tau} + kC_2$$

σε SS: $C_1 = \frac{C_{in}}{1+k\tau}$

$C_2 = \frac{C_1}{1+k\tau} = \frac{C_{in}}{(1+k\tau)^2}$

$C_3 = \frac{C_2}{1+k\tau} = \frac{C_{in}}{(1+k\tau)^3}$

Συστήματα εμβολικής ροης (plug flow) → Ποταμια

σταθεροι ογκοι, σταθερη ροη → $\frac{\partial C}{\partial t} = -\bar{u} \frac{\partial C}{\partial x} - kC$ μη-σταθ κατασταση

σε SS → $\frac{\partial C}{\partial t} = -\bar{u} \frac{\partial C}{\partial x} - kC \Rightarrow \bar{u} \frac{\partial C}{\partial x} = -kC \rightarrow \frac{dC}{C} = \frac{-k}{\bar{u}} dx \rightarrow \int_{C_0}^C \frac{dC}{C} = \int_0^x \frac{-k}{\bar{u}} dx \rightarrow$

$C = C_0 e^{-kx/\bar{u}}$ $t = x/\bar{u}$ $C_{ss} = C_0 e^{-kt}$
 ($\bar{u} = xA$)
 χρονος μεωκιμον

η $C = C_0 e^{-k \frac{x}{\bar{u}}} = C_0 e^{-\frac{kxA}{\bar{u} \cdot A} = -\frac{kxA}{Q}}$

$C = C_0 e^{-kV/Q} = C_0 e^{-k\tau} \quad (C_0 = C_{in})$

$$t_{95\%} = \frac{3}{1 + (k_s \cdot \text{...})} \text{ χρόνια}$$

• Ειδική περίπτωση για CMS $\rightarrow \omega < \frac{C_{in}}{1+kL}$ διαρροή

• + 41 + PFR $\rightarrow \frac{C_{in}}{1+kL} > C_{in} e^{-kL} \rightarrow \frac{0}{1+kL} > e^{-kL}$
Για απελευθέρωση του όγκου

• Ειδική περίπτωση αγωγού σε PFR ($C_{in}=0$)

$$\frac{dC}{dt} = \frac{C_{in}}{L} - \frac{C}{L} - kC \rightarrow \frac{dC}{dt} = -\left(\frac{1}{L} + k\right)C \rightarrow \frac{dC}{C} = -\left(\frac{1}{L} + k\right)dt \xrightarrow{\int}$$

$$\int_{C_0}^C \frac{1}{C} dC = -\left(\frac{1}{L} + k\right)t \rightarrow C = C_0 e^{-\left(\frac{1}{L} + k\right)t} \quad \text{όπου } \omega = \frac{M}{V_{total}}$$

Συστήματα συμμεταφοράς κ' διασποράς (ADS)

$E = 1-0 \text{ km/day}$ για ποταμιά

Εκβολικό ποταμί με υπαρκτή παλιρροία, εκβολή ποταμού σε θαλάσσια

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\bar{U} \frac{\partial C}{\partial x} + E \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} - kC \xrightarrow{\text{σταθ. κατά (SS)}} \frac{E \partial^2 C}{\partial x^2} - \bar{U} \frac{\partial C}{\partial x} - kC = 0 \quad \frac{2^{\text{η}} \text{ εξίσ.}}{\text{ομογενής}}$$

$$C_1 = C_0 e^{gx} \quad -\infty < x < 0 \quad \text{αρχαίες συνθήκες}$$

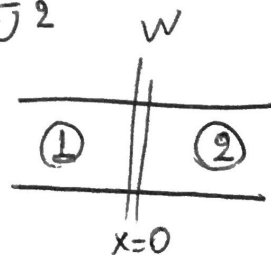
$$C_2 = C_0 e^{jx} \quad 0 < x < \infty$$



$$g = \frac{\bar{U}}{2E} (1+m), \quad j = \frac{\bar{U}}{2E} (1-m), \quad m = \sqrt{1 + \frac{4kE}{\bar{U}^2}}$$

όπου γνωρίζω $\bar{U}, E, k$ και φανταζόμαι

$$Q C_0 - E A \left. \frac{dC_1}{dx} \right|_{x=0} + W = Q C_0 - E A \left. \frac{dC_2}{dx} \right|_{x=0}$$



$$\left. \frac{dC_1}{dx} \right|_{x=0} = C_0 \cdot g, \quad \left. \frac{dC_2}{dx} \right|_{x=0} = C_0 \cdot j \quad \left. \begin{array}{l} \omega = \frac{W}{Q \cdot m} \xrightarrow{\text{λειτουργία διασποράς}} \omega = \frac{W}{Q} \\ E=0 \Rightarrow m=1 \end{array} \right\} \text{φάρμακο}$$

$$\text{μια πιο δύσκολη } C = C_0 e^{\sqrt{\frac{kx^2}{E}}} + C_0 e^{-\sqrt{\frac{kx^2}{E}}}$$

• Υπολογισμός του E (από δεδομένα αλυσίδας)

$$\frac{\partial \phi}{\partial t} = -v \frac{\partial C}{\partial x} + EA \frac{\partial C}{\partial x^2} \rightarrow -v \frac{\partial C}{\partial x} + EA \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} = 0$$

$$S = C_1 e^{gx} + C_2 e^{jx} \quad \left\{ \begin{array}{l} S = C_1 e^{ux/E} + C_2 \\ g = v/E, j=0 \end{array} \right. \quad \checkmark$$

για $x = -\infty \rightarrow S=0, C_2=0 \Rightarrow S_1 = C_1 e^{ux/E}$

για $x = +\infty \rightarrow S=S_0, C_1=S_0 \Rightarrow S_1 = S_0 e^{ux/E}$ για $x \ll 0$

$$\ln S = \ln S_0 + \frac{u \cdot x}{E}$$

• Υπολογισμός ταχύτητας

$$C = \frac{M}{2A\sqrt{\pi Et}} e^{-\frac{(x-ut)^2}{4Et} - kt}$$

(Μεταφορά γράφων)

$$C_p = k_p M \cdot C$$

k_p : συγκεντρωση σφαιρης φάσης

k_p : συρρε. σφαιρας φάσης

M : συγκε. αιφρομετω. συμπακτω

C : π. διαλυμενης φάσης

$$C_T = C_p + C \Rightarrow C = \frac{C_T}{1 + k_p M}, \quad C_p = \frac{k_p M}{1 + k_p M} \cdot C_T$$

$$\text{Απορροφηση φορτίου} = \int (Q \cdot C)$$

για CMS $\rightarrow m_p = \underbrace{k_s C_{ss, new}}_{\text{καθίζηση}} V \cdot t$

για CMS $\rightarrow$ φακνω $C_{max} = C_{ss, new} + \frac{m_p}{V}$

(Αν P επαναλωρεται)

Κεφάλαιο 5 Μοντελοποίηση BOD και DO σε ποτάμια

Μοντελο Streeter-Phelps για DO

$$\frac{\partial D}{\partial t} = -u \frac{\partial D}{\partial x} - k_a D + k_d L \xrightarrow{\text{συνθ. ορθ. ορθ.}}$$

$$\frac{\partial D}{\partial x} + \frac{k_a}{u} D = \frac{k_d}{u} L e^{-k_d(x/u)} \quad \begin{matrix} D=D_0 \\ x=0 \end{matrix}$$

$$D = D_0 e^{-k_a(x/u)} - \frac{k_d L_0}{k_a - k_d} \left(e^{-k_d(x/u)} - e^{-k_a(x/u)} \right) \quad (1)$$

$$x_c = \frac{u}{k_a - k_d} \ln \left(\frac{k_a}{k_d} - \frac{k_a D_0 (k_a - k_d)}{k_d k_d L_0} \right) \text{ κρίσιμη απόσταση}$$

① $\frac{D = L_{sat} - L}{D_0 = L_{sat} - L_0} \rightarrow C = L_{sat} - (L_{sat} - L_0) e^{-k_a x/u} + \frac{k_d L_0}{k_a - k_d} \left(e^{-k_d(x/u)} - e^{-k_a(x/u)} \right)$

κρίσιμο ελάττωμα $\rightarrow D_c = \frac{k_d}{k_a} L_0 e^{-k_d(x/u)}$

L_{sat} = συγκέντρωση κορεσμού

Μοντελοποίηση BOD (L) κ' DO σε εκβολή ποταμού

$$\frac{\partial L}{\partial t} = -u \frac{\partial L}{\partial x} + E \frac{\partial^2 L}{\partial x^2} - k_d L$$

$$L = \frac{W}{Q \cdot m} e^{(y/2E) \cdot x (1 \pm m)}$$

$$C_1 = L_0 e^{g \cdot x} \text{ αναντα} \quad \left(L_0 = \frac{W}{Q \cdot m} \right)$$

$$C_2 = L_0 e^{j \cdot x} \text{ κατανα}$$

$$m = \sqrt{1 + \frac{4 k_d E}{u^2}}$$

$$g = \frac{u}{2E} (1+m)$$

$$j = \frac{u}{2E} (1-m)$$

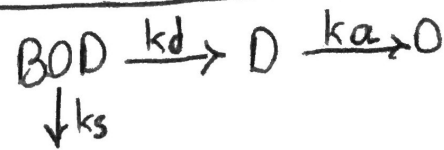
$$\frac{\partial D}{\partial t} = -u \frac{\partial D}{\partial x} + E \frac{\partial^2 D}{\partial x^2} - k_a D + k_d L \xrightarrow{ss}$$

$$-u \frac{\partial D}{\partial x} + E \frac{\partial^2 D}{\partial x^2} - k_a D + k_d \frac{W}{Q \cdot m} e^{y/2E \cdot x (1 \pm m)} = 0$$

$$\left. \begin{matrix} x \rightarrow \infty \rightarrow D=0 \\ x=0 \rightarrow D=D_0 \end{matrix} \right\} D = C_1 e^{g \cdot x} + C_2 e^{j \cdot x} + y_p(x)$$

$$D = \frac{k_d}{k_a - k_d} \frac{W}{Q} \left(\frac{1}{m} e^{y/2E \cdot x (1 \pm m)} - \frac{1}{m_1} e^{y/2E \cdot x (1 \pm m)} \right)$$

$$m_1 = \sqrt{1 + \frac{4 k_a E}{u^2}} \quad \text{⊗ σχηματικό}$$



Κεφάλαιο 4

ολιγοτροφική $C_{ss} < 10 \text{ mg/L}$, μεσοτροφική $10 < C_{ss} < 20 \text{ mg/L}$

ευτροφική $C_{ss} > 20 \text{ mg/L}$

W_i = εισροή ανorganίου φωσφόρου, W_o = εισροή οργανικού φωσφόρου,

N_i = συγκέντρωση - II - , N_o = συγκέντρωση - II -

P = συγκ. φωσφόρου στο ρυαίο, k_g = μετατροπή του ανorganίου σε ρυαίο,

k_1 = μετατροπή ρυαίου σε οργανικό, k_s = απώλειες ρυαίου,

k_o = η οργανικού ρυαίου σε ανorganίο

Παραδοχές: σταθερή ροή, CMS ανειδρωστέας, το συνολικό k απώλειες στο ρυαίο δεν συμβαίνουν υποψή

1. Ισορροπία για ανorganίο φωσφόρο:

$$\frac{dN_i}{dt} = W_i - Q \cdot N_i + k_o V N_o - k_g V N_i \cdot P$$

2. Ισορροπία για οργανικό φωσφόρο:

$$\frac{dN_o}{dt} = W_o - Q \cdot N_o - k_o V N_o + k_1 P \cdot V - k_s V N_o$$

3. Ισορροπία για φωσφόρο του ρυαίου:

$$\frac{dP}{dt} = -PQ - k_1 P \cdot V - k_s P \cdot V + k_g P \cdot N_i \cdot V$$

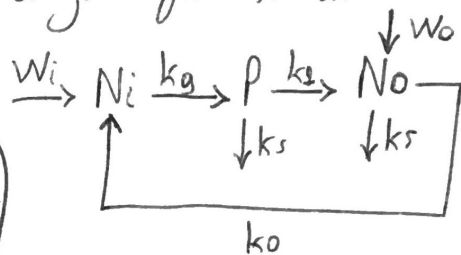
$$\frac{dN_i}{dt} = \frac{W_i}{V} - \frac{N_i}{\tau} + k_o \frac{N_o}{V} - k_g \frac{N_i \cdot P}{V} \quad (4)$$

$$\frac{dN_o}{dt} = \frac{W_o}{V} - \frac{N_o}{\tau} - k_s \frac{N_o}{V} + k_1 \frac{P}{V} - k_o \frac{N_o}{V} \quad (5)$$

$$k \frac{dP}{dt} = -\frac{P}{\tau} + k_g \frac{P \cdot N_i}{V} - k_1 \frac{P}{V} - k_s \frac{P}{V} \quad (6)$$

$$(6) \xrightarrow{ss} N_i = \frac{k_1 + k_s + 1/\tau}{k_g} \quad (7) \quad (5) \xrightarrow{ss} N_o = \frac{\frac{W_o}{V} + k_1 P}{1/\tau + k_o + k_s} \quad (8)$$

$$(4) \xrightarrow{ss} P = \frac{a(N_q - N_i) + N_r \frac{k_o}{k_1}}{(a - k_g N_i - k_o) \tau} \quad a = \frac{(1/\tau + k_o + k_s)}{k_1}, \quad N_r = \frac{W_o \tau}{V}, \quad N_q = \frac{W_i \tau}{V} \quad (9)$$



$$\div V \Rightarrow \frac{dN_i}{dt} + \frac{dN_o}{dt} + \frac{dP}{dt} = \frac{W_i}{V} - \frac{N_i}{\tau} + \frac{W_o}{V} - \frac{N_o}{\tau} - k_s \frac{N_o}{V} - \frac{P}{\tau} - k_s \frac{P}{V}$$

$$N_{total} = N_i + N_o + P$$

$$W_{total} = W_i + W_o$$

$$\frac{dN_{total}}{dt} = -\frac{N_{total}}{\tau} + \frac{W_{total}}{\tau} - k_s \frac{N_o}{V} - k_s \frac{P}{V}$$

Εάν μας ζητάνε τις σταθερές χρησιμοποιώ τα ίδια ισοζύγια χρησιμοποιώντας δεδομένα N_i, N_o, P .

Ισορροπία μάζας για ολικό P

$$V \frac{dP}{dt} = P_{in} Q - P Q - k_s V P \xrightarrow{V=const} \frac{dP}{dt} = \frac{P_{in}}{\tau} - \frac{P}{\tau} - k_s P \xrightarrow{ss} P_{ss} = \frac{P_{in}}{1+k_s \tau}$$

$$P_{in} = \frac{W}{Q} \text{ (φορτίο)}$$

$$k_s = \frac{P_{part}}{P} \cdot \frac{U_s}{H} \text{ (ταχύτητα)}, R = 1 - \frac{P}{P_{in}} = \frac{k_s \tau}{1+k_s \tau}$$

(βαθμός) (ποσοστό απομάκρυνσης)

Μοντέλο Dillon ($k_s = \frac{U_s}{H}$)

$$V \frac{dC}{dt} = Q_{in} C_{in} - Q C - k_s C V \xrightarrow{ss} Q_{in} C_{in} - Q C - k_s C V = 0 \rightarrow$$

$$Q C_{in} = Q C + k_s C V \xrightarrow{A = \frac{V}{H} \rightarrow \text{εμβαδόν (m}^2\text{)}} \frac{Q C_{in}}{A} = \frac{Q C}{A} + \frac{k_s C V}{A} \xrightarrow{1/\tau = P}$$

$$\boxed{\frac{L(1-R)}{P} = H C} \text{ όπου } L = \frac{Q C_{in}}{A}, R = \frac{Q/A}{13.5 + Q/A}$$

↳ συγκέντρωση

$$L = \frac{Q C_{in}}{A(1-R)} \rightarrow g/m^2 y$$

Ανάπτυξη φυτοπλαγκτών

$$\frac{dP}{dt} = (G_P - D_P) P \rightarrow P = P_0 e^{(G_P - D_P)t}$$

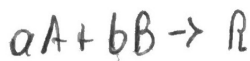
↳ τακτική θανάτων
↳ τακτική ανάπτυξης

Επίδραση θρεπτικών → Michaelis-Menton $G(N) = \frac{N}{K_M N + N}$
↳ κορεσμός

Κεφάλαιο 3

Χημική κινητική

$$r = \frac{1}{\Delta V} \frac{dN}{dt} \rightarrow r = \frac{dC_i}{dt}$$



$$r_A = -k[A]^a[B]^b$$

νόμος Arrhenius
 $k = Ae^{-(E_a/RT)}$

Μηδενικής τάξης

$$\frac{dC}{dt} = -k \rightarrow \int_{C_0}^C \frac{1}{C} = -k \int_0^t dt \rightarrow \ln \frac{C}{C_0} = -kt \rightarrow C = C_0 - kt$$

1^{ης} τάξης

$$\frac{dC}{dt} = -kC \rightarrow C_0 = C_0 e^{-kt} \rightarrow \ln C = \ln C_0 - kt$$

2^{ης} τάξης

$$\frac{dC}{dt} = -kC^2 \rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_0} + kt$$

2^{ης} τάξης, 2 αρχικά συστατικά, για αντιστοιχία
 $\frac{dC}{dt} = -kAB_C + kAA_C - kA^2 \rightarrow \ln \frac{A}{B_C} - \ln \frac{A_0}{B} = -k(B_0 - A)t$

Κινητική Michaelis Menten (Μανότ)

ρυθμός αραγωγής $r_p = \frac{dP}{dt} = \frac{V_m \cdot S}{K_m + S}$

S: υποστρώμα

$K_m = \frac{k_{-1} + k_2}{k_1}$ = σταθερά ημισάτησης κορεσμού

$V_m = k_2 E_0$ = μέγιστη ταχύτητα

Κινητική Μανότ (αυτοκαταλύτης)

$$\mu = \frac{\mu_m S}{K_s + S}$$

μ : μέγιστη ταχύτητα αραγωγής ημίσάτησης
 μ_{max} : ειδική ταχύτητα αραγωγής

S: υποστρώμα

K_s : ημισάτη σταθερά κορεσμού

Εξισώσεις στο ασκήσεις (Ιατρική)

Ανάλυση ποσότητας
 μέθοδος $\chi^2 \rightarrow \chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(\text{τιμές πειλώ} - \text{τιμές ποσότητας})^2}{\text{τιμές ποσότητας}}$

οταν $\chi^2 \leq \chi_0^2$ τα αποτελέσματα καλά

μέθοδος t-test $\rightarrow t = \frac{\bar{d} \sqrt{n}}{S_d}$ οπου $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{n}$ $\rightarrow$ διαφορά μεταξύ των τιμών στο ίδιο I

και $S_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2}{n-1} - \frac{n}{n-1} \bar{d}^2}$ κριτήριο αποδοχής $t^2 \leq t_0^2$

2 νομος Fick

$\frac{C - C_0}{C_{in} - C_0} = \text{erf} \left(\frac{z}{\sqrt{4Dt}} \right)$

$\text{erfc}(x) = 1 - \text{erf}(x)$

$x = \frac{z}{\sqrt{4Dt}}$ - βάθος (1)

↳ στην διαχύση

① βρίσκω

② στο που θηκε το αφαίρω στο 1

$n \times \frac{C - C_0}{C_{in} - C_0} = 0.999328852 \rightarrow 1 - \rightarrow = 0.0068$

$\text{erfc}(x) = 0.0068$

③ πληρώνω στον πίνακο 1^ο βρίσκω το αντίστοιχο $x = 2.4$

④ Λύνω την (1)

Κεφάλαιο 6

$\frac{dC}{dt} = -\frac{1}{\tau} C$ δεσμάτωση ζελημάτων

$\frac{dC}{dt} = -kC$ αναστολή βιοδιασποράς

Εστω ένας βιολογικός φακός C_{ssnew}
 $Q_{in} \cdot C_{in} + Q_B \cdot C_B = Q_{new} \cdot C_{new}$ λύση
 $C_{ssnew} = \frac{C_{new}}{1 + K_s C}$
 $C_{new} = C_0 e^{-kx}$ $\rightarrow (Q_{in} + Q_B)$ ποσότητα
 $Q_{in} \cdot C_{in} + Q_B \cdot C_0 = Q_{total} \cdot C_{new}$