

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΧΗΜΙΚΗ ΚΙΝΗΤΙΚΗ

ΑΣΚΗΣΗ 1. Σε μια αντίδραση πρώτης τάξης, $A \rightarrow$ Προϊόντα, βρέθηκε ότι ο λόγος $C_A/(C_A)_0$ είναι ίσος με 0.125 μετά την πάροδο 60 min από την έναρξη της αντίδρασης. Εάν η αρχική συγκέντρωση του συστατικού A είναι ίση με 0.2 mol/l, να υπολογίσετε την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης.

Για την αντίδραση 'A \rightarrow Προϊόντα' η οποία ακολουθεί κινητική πρώτης τάξης ισχύει ότι η αρχική ταχύτητα δίνεται από την σχέση $R = k(C_A)_0$

Ισχύει ότι $C_A/(C_A)_0 = 0.125$ μετά την πάροδο 60 min από την έναρξη της αντίδρασης

Για την κινητική πρώτης τάξης με ένα αντιδρών ισχύει ότι

$$C_A = (C_A)_0 e^{-kt}$$

Συνεπώς υπολογίζουμε την σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης

$$\frac{C_A}{(C_A)_0} = e^{-kt} \rightarrow \ln \frac{C_A}{(C_A)_0} = -kt \rightarrow k = \frac{1}{t} * \ln \frac{(C_A)_0}{C_A} = 0.035 \text{ min}^{-1}$$

Η αρχική ταχύτητα $R = k(C_A)_0 = 0.070 \text{ mol.l}^{-1}.\text{min}^{-1}$

ΑΣΚΗΣΗ 2. Στους 25°C και σε pH = 5, η υδρόλυση του καλαμοσακχάρου έχει χρόνο υποδιπλασιασμού ίσο με 500 min. Στην ίδια θερμοκρασία και σε pH = 4, ο χρόνος υποδιπλασιασμού είναι ίσος με 50 min. Να προσδιορίσετε την τάξη της αντίδρασης ως προς το καλαμοσάκχαρο και ως προς τα κατιόντα υδρογόνου.

Για την αντίδραση ισχύει ότι $R = k[\text{ΚΣ}]^\alpha[\text{H}^+]^\beta$ όπου α είναι η τάξη της αντίδρασης ως προς το καλαμοσάκχαρο και β είναι η τάξη της αντίδρασης ως προς τα H^+ .

Θεωρούμε την συγκέντρωση των H^+ σταθερή σε κάθε τιμή pH με αποτέλεσμα η παραπάνω εξίσωση να μετατρέπεται σε αντίδραση ψευδο α-τάξεως με ένα αντιδρών

$$R = k[\text{ΚΣ}]^\alpha[\text{H}^+]^\beta \rightarrow R = k'[\text{ΚΣ}]^\alpha \text{ όπου } k' = k[\text{H}^+]^\beta$$

Για τον χρόνο υποδιπλασιασμού σε μια αντίδραση n-τάξεως ισχύει ότι

$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)kC_0^{n-1}} \quad (1)$$

Για pH = 5 έχουμε $t_{1/2,1} = 500$ min και $k'_1 = k[\text{H}^+]_1^\beta$

$$t_{1/2,1} = \frac{2^{\alpha-1}-1}{(n-1)k'_1C_0^{\alpha-1}} \quad (2)$$

Για pH = 4 έχουμε $t_{1/2,2} = 50$ min και $k'_2 = k[\text{H}^+]_2^\beta$

$$t_{1/2,2} = \frac{2^{\alpha-1}-1}{(n-1)k'_2C_0^{\alpha-1}} \quad (3)$$

Διαιρούμε κατά μέλη τις εξισώσεις (2) και (3) και έχουμε

$$\frac{t_{1/2,1}}{t_{1/2,2}} = \frac{k'_2}{k'_1} = \frac{k[\text{H}^+]_2^\beta}{k[\text{H}^+]_1^\beta} = \left(\frac{[\text{H}^+]_2}{[\text{H}^+]_1}\right)^\beta \rightarrow \frac{500}{50} = 10 = \left(\frac{10^{-4}}{10^{-5}}\right)^\beta = 10^\beta \rightarrow \beta = 1$$

Συνεπώς η τάξη της αντίδρασης ως προς τα H^+ είναι ίση με 1.

Επίσης η σχέση των δύο σταθερών που ορίζονται παραπάνω είναι $k'_2 = 10k'_1$, η μεταβολή του pH από την τιμή 5 στην τιμή 4 οδηγεί σε δεκαπλασιασμό της σταθεράς και υποδεκαπλασιασμό του χρόνου υποδιπλασιασμού. Συνεπώς η τάξη της αντίδρασης ως προς το καλαμοσάκχαρο είναι ίση με 1 αφού επηρεάζεται μόνο από την σταθερά της αντίδρασης και είναι ανεξάρτητη της συγκέντρωσης.

ΑΣΚΗΣΗ 3. Όταν η αρχική συγκέντρωση του συστατικού A στην απλή αντίδραση $A \rightarrow B$ αυξάνεται από 0.502 σε 1.007 mol/l, ο χρόνος υποδιπλασιασμού μειώνεται από τα 51 στα 25 s στους 30°C. Να προσδιορίσετε την τάξη της αντίδρασης και την σταθερά της ταχύτητας σε αυτή την θερμοκρασία.

Θεωρούμε ότι η αντίδραση είναι n-τάξεως με ένα αντιδρών και εφόσον ο χρόνος υποδιπλασιασμού επηρεάζεται από την συγκέντρωση, ενώ η θερμοκρασία παραμένει σταθερή η αντίδραση δεν είναι πρώτης τάξης.

Για τον χρόνο υποδιπλασιασμού σε μια αντίδραση n-τάξεως ισχύει ότι

$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)kC_0^{n-1}} \quad (1)$$

Εφαρμόζουμε την εξίσωση για τον χρόνο υποδιπλασιασμού για κάθε μία από τις συγκεντρώσεις. Η σταθερά k παραμένει ίδια και στις δύο περιπτώσεις αφού εξαρτάται μόνο από την θερμοκρασία.

A) για συγκέντρωση ίση με 0.502 mol/l

$$t_{1/2,1} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)kC_{0,1}^{n-1}} \quad (2)$$

B) για συγκέντρωση ίση με 1.007 mol/l

$$t_{1/2,2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)kC_{0,2}^{n-1}} \quad (3)$$

Διαιρούμε κατά μέλη τις εξισώσεις (2) και (3) οπότε έχουμε

$$\frac{t_{1/2,1}}{t_{1/2,2}} = \frac{C_{0,2}^{n-1}}{C_{0,1}^{n-1}} = \left(\frac{C_{0,2}}{C_{0,1}}\right)^{n-1} \rightarrow \log\left(\frac{t_{1/2,1}}{t_{1/2,2}}\right) = (n-1)\log\left(\frac{C_{0,2}}{C_{0,1}}\right)$$

$$n-1 = \frac{\log\left(\frac{t_{1/2,1}}{t_{1/2,2}}\right)}{\log\left(\frac{C_{0,2}}{C_{0,1}}\right)} = 1 \rightarrow n = 2$$

Για τον υπολογισμό της σταθεράς ταχύτητας της αντίδρασης, χρησιμοποιούμε τον χρόνο υποδιπλασιασμού για την πρώτη συγκέντρωση ή τον χρόνο

υποδιπλασιασμού για την δεύτερη συγκέντρωση. Για $n = 2$, η εξίσωση για τον χρόνο υποδιπλασιασμού λαμβάνει την μορφή:

$$t_{1/2,1} = \frac{1}{kC_1} \rightarrow k = \frac{1}{t_{1/2,1} * C_1} = 0.039 \text{ (mol/l)}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

ΑΣΚΗΣΗ 4. Ο μηχανισμός της αντίδρασης $2A \rightarrow C$ αποτελείται από τις ακόλουθες στοιχειώδεις αντιδράσεις :



A) να εκφρασθεί ο ρυθμός μεταβολής της συγκεντρώσεων των συστατικών A, M και C,

B) εάν το ασταθές ενδιάμεσο συστατικό M παρουσιάζεται σε μη-ανιχνεύσιμες ποσότητες να εκφρασθεί η συγκέντρωση του συναρτήσει των συγκεντρώσεων των συστατικών A και C,

Γ) να γραφούν οι κινητικές εξισώσεις για τα συστατικά A και C και

Δ) ποία σχέση πρέπει να υπάρχει μεταξύ των τιμών των σταθερών της ταχύτητας για να είναι μία αντίδραση πρώτης τάξεως ως προς το συστατικό A και ποία η σχέση για να είναι δεύτερης τάξεως ως προς το συστατικό A.

ΕΡΩΤΗΜΑ Α. Γράφουμε τις διαφορικές εξισώσεις για τα συστατικά A, M και C της αντίδρασης.

Για το συστατικό A, επειδή η συγκέντρωση μειώνεται με τον χρόνο ισχύει

$$\frac{d[A]}{dt} = -k_1[A] + k_{-1}[M] - k_2[M][A]$$

Για το συστατικό M (ενδιάμεσο συστατικό του μηχανισμού)

$$\frac{d[M]}{dt} = k_1[A] - k_{-1}[M] - k_2[M][A]$$

Για το συστατικό C

$$\frac{d[C]}{dt} = k_2[M][A]$$

ΕΡΩΤΗΜΑ Β. Σε αυτή την περίπτωση ισχύει $d[M]/dt = 0$

$$\frac{d[M]}{dt} = 0 = k_1[A] - k_{-1}[M] - k_2[M][A]$$

$$[M] = \frac{k_1[A]}{k_{-1} + k_2[A]}$$

ΕΡΩΤΗΜΑ Γ. Αντικαθιστούμε την συγκέντρωση του M, [M], στις διαφορικές εξισώσεις για τα συστατικά A και C.

$$\frac{d[A]}{dt} = -k_1[A] + k_{-1} \frac{k_1[A]}{k_{-1} + k_2[A]} - k_2 \frac{k_1[A]}{k_{-1} + k_2[A]} [A]$$

$$\frac{d[A]}{dt} = \frac{2k_1k_2[A]^2}{k_{-1} + k_2[A]}$$

$$\frac{d[C]}{dt} = k_2 \frac{k_1[A]}{k_{-1} + k_2[A]} [A] = \frac{k_1k_2[A]^2}{k_{-1} + k_2[A]}$$

ΕΡΩΤΗΜΑ Δ. Η διαφοροποίηση των σταθερών ταχύτητας επηρεάζει τον παρονομαστή του κλάσματος στην διαφορική εξίσωση για το συστατικό C.

$$\frac{d[C]}{dt} = \frac{k_1k_2[A]^2}{k_{-1} + k_2[A]}$$

1) εάν $k_2[A] \gg k_{-1}$, τότε

$$\frac{d[C]}{dt} = \frac{2k_1k_2[A]^2}{k_2[A]} = k_1[A]$$

Συνεπώς είναι πρώτης τάξης ως προς το συστατικό A.

2) εάν $k_{-1} \gg k_2[A]$, τότε

$$\frac{d[C]}{dt} = \frac{2k_1k_2[A]^2}{k_{-1}} = \left(\frac{k_1k_2}{k_{-1}}\right) [A]^2$$

Συνεπώς είναι δεύτερης τάξης ως προς το συστατικό A.

ΑΣΚΗΣΗ 5. Στους 518 °C και σε αρχική πίεση 363 Torr, η ταχύτητα διάσπασης του αερίου A ισούται με $1,055 \text{ Torr}\cdot\text{s}^{-1}$ όταν έχει διασπασθεί το 5% της αρχικής ποσότητας του, ενώ όταν έχει διασπασθεί το 20% της αρχικής ποσότητας του η ταχύτητα διάσπασης ισούται με $0.76 \text{ Torr}\cdot\text{s}^{-1}$. Να προσδιορισθεί η τάξη της αντίδρασης.

Η ταχύτητα της αντίδρασης δίνεται από την σχέση, $R = k[A]^\alpha$,

Η συγκέντρωση του αντιδρώντος A (αέριο συστατικό) είναι ανάλογη της πίεσης του στο μίγμα της αντίδρασης, $[A] \sim P_A$

Οπότε η εξίσωση της ταχύτητας της αντίδρασης λαμβάνει την μορφή, $R = k(P_A)^\alpha$.

Σε ορισμένη χρονική στιγμή της αντίδρασης, η πίεση του συστατικού A θα δίνεται από την εξίσωση, όπου f είναι το κλάσμα του συστατικού A που έχει αντιδράσει,

$$P_A = P_A^0(1-f)$$

και συνεπώς η ταχύτητα θα δίνεται από την σχέση:

$$R = k(P_A^0)^\alpha(1-f)^\alpha$$

για την χρονική στιγμή στην οποία το ποσοστό διάσπασης $f_1 = 0.05$ (5%), ισχύει

$$R_1 = k(P_A^0)^\alpha(1-f_1)^\alpha$$

για την χρονική στιγμή στην οποία το ποσοστό διάσπασης $f_2 = 0.20$ (20%), ισχύει

$$R_2 = k(P_A^0)^\alpha(1-f_2)^\alpha$$

Διαιρούμε κατά μέλη, τις εξισώσεις για τις δύο ταχύτητες και

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{k(P_A^0)^\alpha(1-f_1)^\alpha}{k(P_A^0)^\alpha(1-f_2)^\alpha} = \left(\frac{1-f_1}{1-f_2}\right)^\alpha$$

και

$$\log\left(\frac{R_1}{R_2}\right) = \alpha * \log\left(\frac{1-f_1}{1-f_2}\right) \rightarrow \alpha = \frac{\log\left(\frac{R_1}{R_2}\right)}{\log\left(\frac{1-f_1}{1-f_2}\right)} \rightarrow \alpha = 1.99 \cong 2$$

Συνεπώς η αντίδραση είναι 2^{ης} τάξης ως προς το A.

ΑΣΚΗΣΗ 6. Στους 518 °C, κατά την διάσπαση της αέριας ακεταλδεΐδης σε αρχική πίεση 363 Torr, ο χρόνος ημιζωής είναι 410s. Όταν η αρχική πίεση είναι ίση με 169 Torr, τότε ο χρόνος ημιζωής είναι 880s. Να προσδιορίσετε την τάξη της αντίδρασης.

Θεωρούμε ότι η αντίδραση είναι n-τάξεως με ένα αντιδρών και εφόσον ο χρόνος υποδιπλασιασμού επηρεάζεται από την συγκέντρωση ενώ η θερμοκρασία παραμένει σταθερή η αντίδραση δεν είναι πρώτης τάξης. Σημειώνεται ότι η συγκέντρωση της αέριας ακεταλδεΐδης είναι ανάλογη της πίεσης της στην αέριο φάση.

Για τον χρόνο υποδιπλασιασμού σε μια αντίδραση n-τάξεως ισχύει ότι

$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)kC_0^{n-1}} \quad (1)$$

Η εξίσωση τροποποιείται στην ακόλουθη μορφή αντικαθιστώντας την συγκέντρωση με την αντίστοιχη πίεση μέσω της σχέσης

$$[A]_0 \sim P_0 \rightarrow [A]_0^{n-1} \sim P_0^{n-1}$$

$$t_{1/2} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)k'P_0^{n-1}}$$

όπου η νέα σταθερά k' περιλαμβάνει τόσο την σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης όσο και την σταθερά αναλογίας πίεσης και συγκέντρωσης.

Εφαρμόζουμε την εξίσωση για τον χρόνο υποδιπλασιασμού για κάθε μία από τις συγκεντρώσεις. Η σταθερά k' παραμένει ίδια και στις δύο περιπτώσεις, αφού εξαρτάται μόνο από την θερμοκρασία.

A) για πίεση ίση με 363 Torr, ο χρόνος υποδιπλασιασμού, $t_{1/2,1}$:

$$t_{1/2,1} = \frac{2^{n-1}-1}{(n-1)k'P_{0,1}^{n-1}} \quad (2)$$

B) για πίεση ίση με 169 Torr, ο χρόνος υποδιπλασιασμού, $t_{1/2,2}$:

$$t_{1/2,2} = \frac{2^{n-1} \cdot 1}{(n-1)k' P_{0,2}^{n-1}} \quad (3)$$

Διαιρούμε κατά μέλη τις εξισώσεις (2) και (3) οπότε έχουμε

$$\frac{t_{1/2,1}}{t_{1/2,2}} = \frac{P_{0,2}^{n-1}}{P_{0,1}^{n-1}} = \left(\frac{P_{0,2}}{P_{0,1}}\right)^{n-1} \rightarrow \log\left(\frac{t_{1/2,1}}{t_{1/2,2}}\right) = (n-1)\log\left(\frac{P_{0,2}}{P_{0,1}}\right)$$

$$n-1 = \frac{\log\left(\frac{t_{1/2,1}}{t_{1/2,2}}\right)}{\log\left(\frac{P_{0,2}}{P_{0,1}}\right)} \cong 1 \rightarrow n = 2$$

ΑΣΚΗΣΗ 7. Η σταθερά της ταχύτητας μιας αντίδρασης στους 30 °C είναι διπλάσια της αντίστοιχης σε θερμοκρασία 20 °C. Να υπολογισθεί η ενέργεια ενεργοποίησης της αντίδρασης.

Χρησιμοποιούμε την εξίσωση Arrhenius για κάθε θερμοκρασία.

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \rightarrow \ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (1)$$

$$\text{Για τους } 20^\circ\text{C } (T_1 = 293.15\text{K}), \text{ έχουμε } \ln k_1 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1} \quad (2)$$

$$\text{Για τους } 30^\circ\text{C } (T_2 = 303.15\text{K}), \text{ έχουμε } \ln k_2 = \ln A - \frac{E_a}{RT_2} \quad (3)$$

Αφαιρούμε κατά μέλη την εξίσωση (2) από την (3), οπότε

$$\ln k_2 - \ln k_1 = \ln\left(\frac{2k_1}{k_1}\right) = \ln 2 = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2}\right)$$

και

$$E_a = \frac{T_1 T_2 R \ln 2}{(T_2 - T_1)} = 51,2 \text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

ΑΣΚΗΣΗ 8. Πόσο μεγαλύτερη θα γίνει η σταθερά ταχύτητας μιας αντίδρασης στην οποία η ενέργεια ενεργοποίησης είναι ίση με $159 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, όταν η θερμοκρασία αυξηθεί από τους 25 στους 35 °C;

Χρησιμοποιούμε την εξίσωση Arrhenius για κάθε θερμοκρασία.

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \rightarrow \ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (1)$$

Για τους 25°C ($T_1 = 298.15\text{K}$), έχουμε $\ln k_1 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1}$ (2)

Για τους 35°C ($T_2 = 308.15\text{K}$), έχουμε $\ln k_2 = \ln A - \frac{E_a}{RT_2}$ (3)

Αφαιρούμε κατά μέλη την εξίσωση (2) από την (3), οπότε

$$\ln k_2 - \ln k_1 = \ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2}\right)$$

Μετά την αντικατάσταση και τις αριθμητικές πράξεις έχουμε

$$\ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = 2,08 \rightarrow k_2 = 8k_1$$

ΑΣΚΗΣΗ 9. Η ενέργεια ενεργοποίησης για την διάσπαση της ένωσης benzene diazonium chloride είναι 99.1 kJ/mol. Σε ποια θερμοκρασία η ταχύτητα διάσπασης θα είναι κατά 50% μεγαλύτερη από την αντίστοιχη ταχύτητα διάσπασης της στους 25 °C.

Η αύξηση στην ταχύτητα διάσπασης είναι η ίδια με την αύξηση της σταθεράς ταχύτητας διάσπασης.

Χρησιμοποιούμε την εξίσωση Arrhenius για κάθε θερμοκρασία.

$$k = Ae^{-\frac{E_a}{RT}} \rightarrow \ln k = \ln A - \frac{E_a}{RT} \quad (1)$$

Για τους 25°C ($T_1 = 298.15\text{K}$), έχουμε $\ln k_1 = \ln A - \frac{E_a}{RT_1}$ (2)

Για τους $\theta_2^\circ\text{C}$ (T_2), έχουμε $\ln k_2 = \ln A - \frac{E_a}{RT_2}$ (3)

Αφαιρούμε κατά μέλη την εξίσωση (2) από την (3), οπότε

$$\begin{aligned} \ln k_2 - \ln k_1 &= \ln\left(\frac{k_2}{k_1}\right) = \ln(1.5) = -\frac{E_a}{R}\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) \rightarrow \\ \ln(1.5) * \frac{R}{E_a} &= -\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}\right) = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \rightarrow \frac{1}{T_2} = \frac{1}{T_1} - \ln(1.5) * \frac{R}{E_a} \end{aligned}$$

$$\frac{1}{T_2} = 3.32 * 10^{-3} \text{ K}^{-1} \rightarrow T_2 = 301.2 \text{ K}$$

ΑΣΚΗΣΗ 10. Ο χρόνος ημιζωής για την ραδιενεργό διάσπαση του ^{14}C είναι 5730 έτη. Ένα αρχαιολογικό δείγμα περιέχει το 72% της ποσότητας του ραδιενεργού άνθρακα όταν ο οργανισμός είναι ζωντανός. Ποια είναι η ηλικία του δείγματος;

Η διάσπαση των ραδιενεργών ισοτόπων ακολουθεί κινητική διάσπασης με ένα αντιδρών. Στην δεδομένη χρονική στιγμή ισχύει ότι $C_A = 0.72(C_A)_0$

$$\frac{C_A}{(C_A)_0} = e^{-kt} \rightarrow t = \frac{1}{k} * \ln \frac{(C_A)_0}{C_A}$$

Η σταθερά ταχύτητας, k , υπολογίζεται από τον χρόνο ημιζωής για τον ραδιενεργό ^{14}C . Συγκεκριμένα, από την εξίσωση του χρόνου υποδιπλασιασμού για κινητική πρώτης τάξης με ένα αντιδρών έχουμε :

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{k} \rightarrow k = \frac{0.693}{t_{1/2}} = 1.21 * 10^{-4} \text{ y}^{-1}$$

Αντικαθιστούμε την σταθερά ταχύτητας, k , στην πρώτη εξίσωση και υπολογίζουμε τον χρόνο

$$t = \frac{1}{k} * \ln \frac{(C_A)_0}{C_A} = \frac{1}{1.21 * 10^{-4} \text{ y}^{-1}} * \ln \left(\frac{(C_A)_0}{0.72 * (C_A)_0} \right) = 2715 \text{ y}$$

ΑΣΚΗΣΗ 11. Διάλυμα περιέχει 500 μονάδες/ml δραστικού συστατικού όταν παρασκευάζεται. Όταν αναλύθηκε μετά από 40 ημέρες βρέθηκε ότι περιείχε 300 μονάδες/ml δραστικού συστατικού. Υποθέτοντας ότι η διάσπαση ακολουθεί κινητική πρώτης τάξεως να προσδιορισθεί ο χρόνος στον οποίο έχει απομείνει το 25% της αρχικής συγκέντρωσης του.

Η αρχική συγκέντρωση του δραστικού συστατικού, $(C_A)_0$ είναι ίση με 500 μονάδες/ml και μετά την πάροδο 40 ημερών η συγκέντρωση του (C_A) είναι 300 μονάδες/ml.

Εφόσον ακολουθεί κινητική πρώτης τάξεως ισχύει ότι

$$C_A = (C_A)_0 e^{-kt}$$

και υπολογίζουμε την σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης, k .

$$\frac{C_A}{(C_A)_0} = e^{-kt} \rightarrow \ln \frac{C_A}{(C_A)_0} = -kt \rightarrow k = \frac{1}{t} * \ln \frac{(C_A)_0}{C_A} = 0.0128 \text{ d}^{-1}$$

Χρησιμοποιούμε πάλι την αναλυτική εξίσωση για την συγκέντρωση

$$\frac{C_A}{(C_A)_0} = e^{-kt} \rightarrow \ln \frac{C_A}{(C_A)_0} = -kt \rightarrow t = \frac{1}{k} * \ln \frac{(C_A)_0}{(C_A)_1} = 108.55 \text{ d}$$

όπου $(C_A)_1 = 125$ μονάδες/ml

ΑΣΚΗΣΗ 12. Η αρχική συγκέντρωση του φαρμακευτικού συστατικού σε ένα φαρμακευτικό αιώρημα είναι ίση με 5,0 mg/ml. Μετά την πάροδο 20 μηνών η ανάλυση έδειξε ότι η συγκέντρωση του ενεργού συστατικού είναι ίση με 4,2 mg/ml. Λαμβάνοντας υπόψη ότι το σκεύασμα καθίσταται ανενεργό όταν απομείνει το 75% της αρχικής συγκέντρωσης του ενεργού συστατικού και υποθέτοντας ότι η διάσπαση ακολουθεί κινητική πρώτης τάξεως να υπολογίσετε τον χρόνο λήξης του σκευάσματος.

Στο σκεύασμα έχουμε

$$(C_A)_0 = 5.0 \text{ mg/ml και}$$

μετά την πάροδο 20 μηνών η συγκέντρωση του $(C_A) = 4.20 \text{ mg/ml}$.

Από την μεταβολή της συγκέντρωσης του ενεργού συστατικού στο διάστημα αυτό και με την βοήθεια της αναλυτικής εξίσωσης για την συγκέντρωση στην κινητική πρώτης τάξης με ένα αντιδρών υπολογίζουμε την σταθερά ταχύτητας της αντίδρασης.

$$C_A = (C_A)_0 e^{-kt}$$

$$\frac{C_A}{(C_A)_0} = e^{-kt} \rightarrow \ln \frac{C_A}{(C_A)_0} = -kt \rightarrow k = \frac{1}{t} * \ln \frac{(C_A)_0}{C_A} = 8.72 * 10^{-3} \text{ months}^{-1}$$

Χρησιμοποιούμε πάλι την αναλυτική εξίσωση για την συγκέντρωση

$$\frac{C_A}{(C_A)_0} = e^{-kt} \rightarrow \ln \frac{C_A}{(C_A)_0} = -kt \rightarrow t = \frac{1}{k} * \ln \frac{(C_A)_0}{(C_A)_1} = 33 \text{ months}$$

όπου $(C_A)_1 = 3.75 \text{ mg/ml}$