

Με την παραδοχή της σύντομης προσέγγισης σε ισορροπία (rapid equilibrium) των αντιδράσεων συμπλοκοποίησης, να υπολογιστεί (α) ο ρυθμός παραγωγής προϊόντος συναρτήσει των κινητικών σταθερών και (β) οι σταθερές $r_{\max}$ και K_m .

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 8.2:

Ας θεωρήσουμε ότι για ένα ένζυμο που ακολουθεί την κινητική Michaelis-Menten, γνωρίζουμε πως η σταθερά K_m έχει τιμή 0.01 mol/L . Για τον υπολογισμό του $r_{\max}$ μετρήθηκε ο αρχικός ρυθμός της αντίδρασης και βρέθηκε ότι 10% του αρχικού υποστρώματος αντέδρασε στα πρώτα 4 min. Αν η αρχική συγκέντρωση του υποστρώματος είναι $3.4 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$.

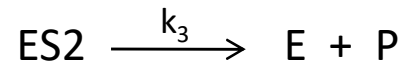
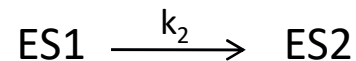
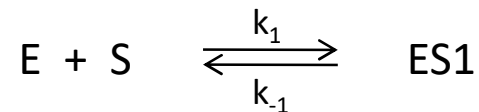
(α) Να υπολογισθεί η τιμή του $r_{\max}$.

(β) Πόσος χρόνος απαιτείται ώστε να μετατραπεί το 80% του αρχικού υποστρώματος;

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 8.3:

Ας θεωρήσουμε το παρακάτω σύστημα ενζυμικών αντιδράσεων, όπου έχουμε τον σχηματισμό δύο ενδιάμεσων συμπλόκων ES1 και ES2:



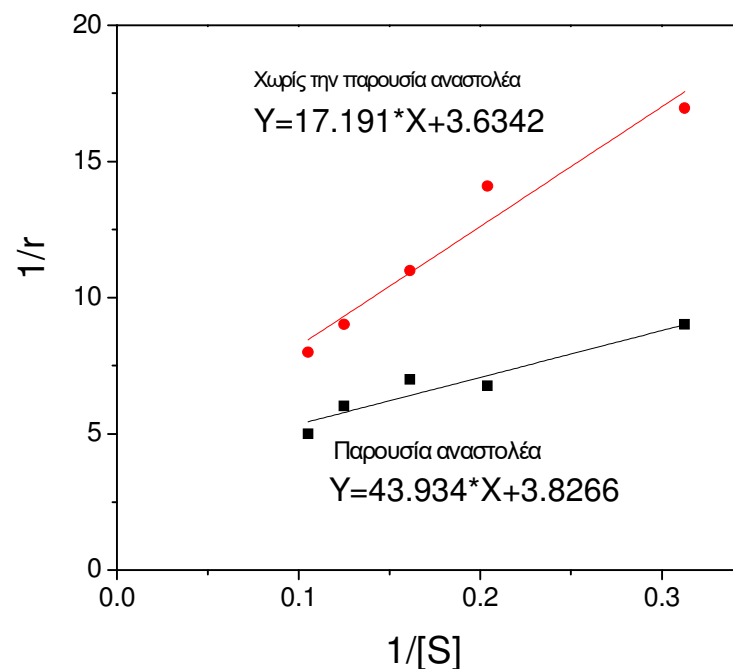
Θεωρώντας «ψευδομόνιμες συνθήκες» για τα σύμπλοκα ES1 και ES2, να υπολογιστεί (α) ο ρυθμός παραγωγής του προϊόντος P συναρτήσει των κινητικών σταθερών και των αρχικών συγκεντρώσεων του υποστρώματος (S_0) και του ενζύμου (E_0) και (β) οι σταθερές $r_{\max}$ και K_m .

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 8.4:

Ας θεωρήσουμε την ενζυμική υδρόλυση του υποστρώματος S χωρίς και με την παρουσία αναστολέα. Τα πειραματικά δεδομένα δίδονται στο πίνακα και τα αντίστοιχα διαγράμματα L-B στο παρακάτω γράφημα (μαζί με τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης). Απαντήστε στις ερωτήσεις:

S (mmol/L)	r (mmol/Lmin)	
	Χωρίς αναστολέα	Με αναστολέα
3.2	0.111	0.059
4.9	0.148	0.071
6.2	0.143	0.091
8.0	0.166	0.111
9.5	0.200	0.125

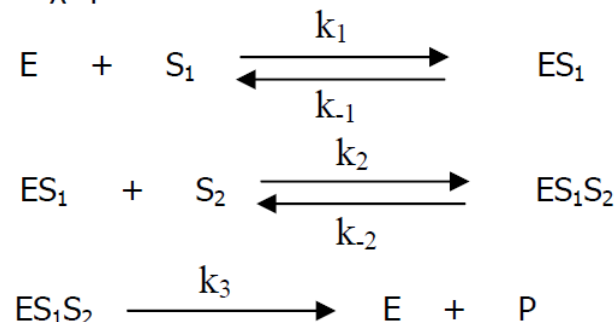


- (α) Να υπολογιστούν οι παράμετροι $r_{\max}$ & K_m και για τις δύο περιπτώσεις.
- (β) Τι είδους παρεμπόδιση έχουμε και γιατί;
- (γ) Να υπολογιστεί η τιμή της παραμέτρου K_i για το κινητικό μοντέλο που ισχύει εάν η συγκέντρωση του αναστολέα ήταν 1.2×10^{-5} mmol/L.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 8.5:

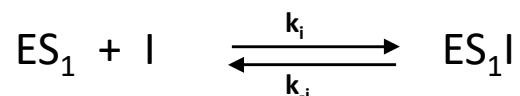
Ας θεωρήσουμε το παρακάτω σύστημα ενζυμικών αντιδράσεων με δύο υποστρώματα και με αρχικές συνθήκες E_0 , $S_{1,0}$ και $S_{2,0}$ (θεωρήστε ότι $P_0=0$). Οι στοιχειώδεις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι:



(α) Μπορείτε να θεωρήσετε ότι οι δύο πρώτες αντιδράσεις φτάνουν σε ισορροπία πολύ γρήγορα. Να υπολογιστεί ο ρυθμός παραγωγής του προϊόντος (r_p) συναρτήσει των κινητικών σταθερών, του E_0 και της συγκέντρωσης των υποστρωμάτων S_1 και S_2 .

(β) Αν η αρχική συγκέντρωση του S_2 είναι πολύ μεγαλύτερη του S_1 , πως μπορεί να απλοποιηθεί η κινητική έκφραση που προέκυψε απαντώντας την προηγούμενη ερώτηση;

(γ) Ας υποθέσουμε τώρα ότι έχουμε και την επίδραση ενός αναστολέα που δρα μόνο επί του ES_1 με την στοιχειώδη αντίδραση



Να υπολογιστεί ο ρυθμός παραγωγής του προϊόντος (r_p) συναρτήσει των κινητικών σταθερών, της συγκέντρωσης των υποστρωμάτων S_1 και S_2 και του αναστολέα I , θεωρώντας ότι ισχύει η προσέγγιση της γρήγορης ισορροπίας.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 8.6:

Ας θεωρήσουμε ότι ένα ένζυμο είναι επιφανειακά ακινητοποιημένο σε ένα μη πορώδες υλικό υποστήριξης. Ο μέγιστος ρυθμός της αντίδρασης του ενζύμου ανά μονάδα μάζας ενζύμου είναι $6 \cdot 10^{-6} \text{ mol}/(\text{s} \cdot \text{mg}_{\text{enzyme}})$. Η ποσότητα του ενζύμου που είναι ακινητοποιημένη στην επιφάνεια του υλικού υποστήριξης είναι $1 \cdot 10^{-4} \text{ mg}_{\text{enzyme}}/\text{cm}^2_{\text{support}}$. Η σταθερά κορεσμού στο διάλυμα υπολογίσθηκε ίση με $K_m = 2 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$ και ο συντελεστής μεταφοράς μάζας ίσος με $ks = 4.3 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s}$. Να υπολογισθεί ο ρυθμός της αντίδρασης αν η συγκέντρωση του υποστρώματος στο διάλυμα είναι ίση με $7 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 9.1:

Ο σχηματισμός αιθανόλης από γλυκόζη πραγματοποιήθηκε στο κύτταρο *Saccharomyces cerevisiae* και ελήφθησαν οι παρακάτω μετρήσεις:

Time (h)	Glucose (S), g/L	Biomass (X), g/L	Ethanol (P), g/L
0	100	0.5	0.0
2	95	1.0	2.5
5	85	2.1	7.5
10	58	4.8	20.0
15	30	7.7	34.0
20	12	9.6	43.0
25	5	10.4	47.5
30	2	10.7	49.0

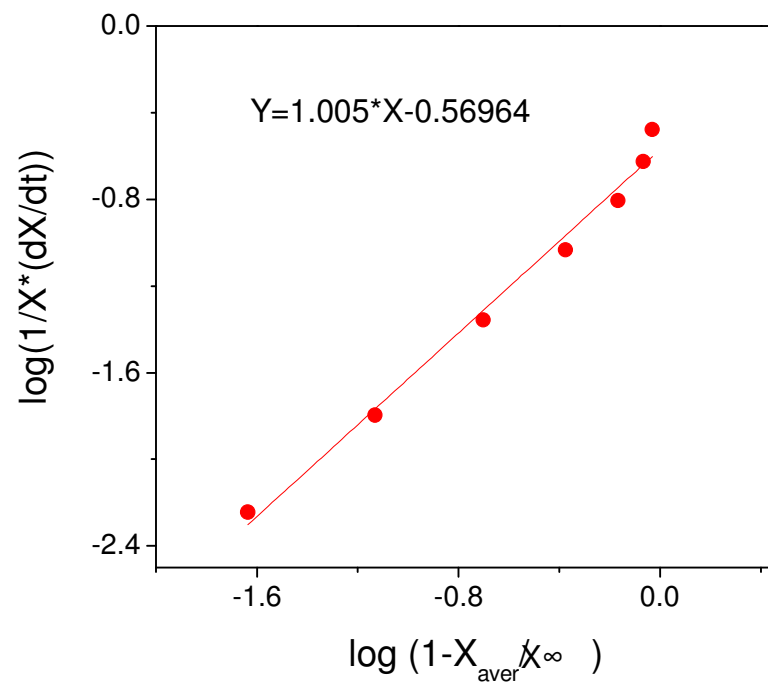
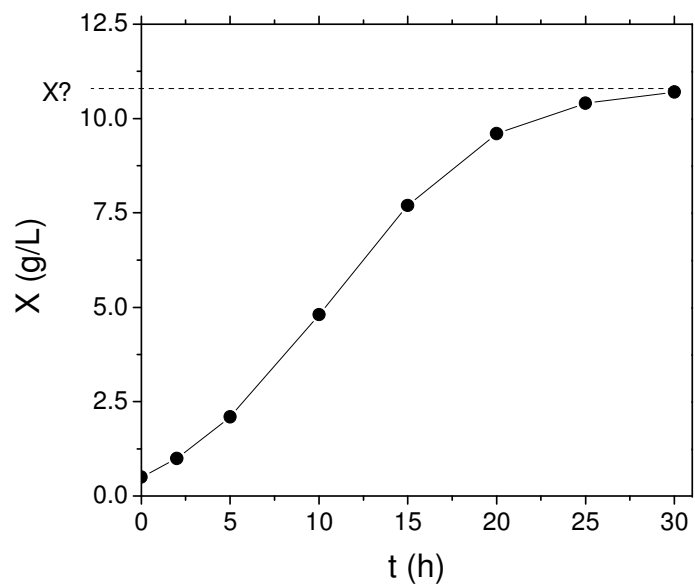
(α) Προσαρμόζοντας τις μετρήσεις συγκέντρωσης της βιομάζας στην λογιστική εξίσωση να υπολογίσετε τον συντελεστή χωρητικότητας. Να θεωρήσετε ότι η μέγιστη ικανότητα είναι ίση με 10.8 g/L.

(β) Να υπολογίσετε τους συντελεστές απόδοσης $Y_{P/S}$ και $Y_{X/S}$.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 9.1:

Δt (h)	$\bar{X}$ (g/L)	$\frac{1}{\bar{X}} \Delta X / \Delta t$ (h ⁻¹)	$\left(1 - \frac{\bar{X}}{X_{\infty}}\right)$	k (h ⁻¹)
2	0.75	0.333	0.931	0.36
3	1.55	0.236	0.856	0.28
5	3.45	0.156	0.681	0.23
5	6.25	0.093	0.416	0.22
5	8.65	0.044	0.200	0.22
5	10.00	0.016	0.074	0.22
5	10.55	0.0057	0.023	0.25



ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 10.1:

Σε έναν αντιδραστήρα ημιδιαλείποντος έργου, ο οποίος λειτουργεί με προσθήκη γλυκόζης ως πηγή άνθρακα με συγκέντρωση τροφοδοσίας ίση με $S_F=100$ g/L, μετρήθηκαν οι τιμές των παρακάτω παραμέτρων τη χρονική στιγμή $t=2$ h:

$$V=1000 \text{ ml}, \quad F=200 \text{ ml/h}, \quad \mu_{\max}=0.3 \text{ h}^{-1}, \quad K_s=0.1 \text{ g/L}, \quad Y_{X/S}^{\text{app}}=0.5$$

Θεωρώντας ότι το σύστημα λειτουργεί σε ψευδομόνιμη κατάσταση να υπολογίσετε:

- (α) Τον αρχικό όγκο V_0 .
- (β) Την συγκέντρωση του υποστρώματος στον αντιδραστήρα τη χρονική στιγμή $t=2$ h.
- (γ) Την συγκέντρωση της βιομάζας στον αντιδραστήρα τη χρονική στιγμή $t=2$ h.
- (δ) Αν ο ειδικός ρυθμός παραγωγής προϊόντος είναι $q_P=0.3 \text{ h}^{-1}$ να υπολογίσετε την συγκέντρωση του προϊόντος στον αντιδραστήρα τη χρονική στιγμή $t=2$ h θεωρώντας ότι αρχικά $P_0=0$.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 10.2:

Ας θεωρήσουμε την παραγωγή βιομάζας σε ένα βιοαντιδραστήρα (CSTR) συνεχούς λειτουργίας. Η συγκέντρωση του περιοριστικού υποστρώματος στην τροφοδοσία είναι $S_F=45$ g/L και της βιομάζας $X_F=0$. Ο φαινομενικός συντελεστής απόδοσης είναι 0.52. Ο μέγιστος ειδικός ρυθμός ανάπτυξης (μ_{max}) είναι 0.30 h⁻¹. Η κινητική ανάπτυξης ακολουθεί την σχέση του Monod με σταθερά κορεσμού $K_S=1.1$ g/L. Δεδομένου ότι ο όγκος (λειτουργίας) του βιοαντιδραστήρα είναι 80 L, να υπολογιστεί η τροφοδοσία F (L/h) έτσι ώστε:

- (α) Η συγκέντρωση της βιομάζας στην έξοδο να είναι 12 g/L.
- (β) Η συνολική ποσότητα παραγωγής βιομάζας στην μονάδα του χρόνου (g/hL) να είναι μεγίστη.
- (γ) Ποια πρέπει να είναι η τιμή του F ώστε να επιτευχθεί μέγιστη συγκέντρωση βιομάζας;

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 11.1:

Ας θεωρήσουμε ένα βιοαντιδραστήρα (όγκου λειτουργίας 5 L) που χρησιμοποιείται για την αερόβια επεξεργασία ενός τοξικού ρυπαντή. Ο βιοαντιδραστήρας είναι εξοπλισμένος με ρυθμιζόμενο αναδευτήρα και σύστημα παροχής αέρα υπό μορφή φυσαλίδων (κάτω από τον αναδευτήρα). Μπορείτε να θεωρήσετε ότι επικρατούν συνθήκες τυρβώδους ροής εντός του βιοαντιδραστήρα. Να απαντηθούν οι παρακάτω τρεις ερωτήσεις:

- (α) Εάν διπλασιάσουμε την παροχή του αέρα στον βιοαντιδραστήρα ποια είναι η αναμενόμενη αλλαγή (%) στην τιμή του $k_L a$?
- (b) Εάν διπλασιάσουμε τον ρυθμό ανάδευσης (RPM) στον βιοαντιδραστήρα ποια είναι η αναμενόμενη αλλαγή (%) στην τιμή του $k_L a$?
- (γ) Εάν διπλασιάσουμε την παροχή του αέρα και τον ρυθμό ανάδευσης (RPM) στον βιοαντιδραστήρα ποια είναι η αναμενόμενη αλλαγή (%) στην τιμή του $k_L a$?
- (δ) Ανάφερε τουλάχιστον δύο άλλους τρόπους για να αυξηθεί ο ρυθμός μεταφοράς του οξυγόνου από την αέρια στην υγρή φάση.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΧΗΜΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ

Άσκηση 11.2:

Ας θεωρήσουμε ένα βιοαντιδραστήρα (όγκου λειτουργίας 5 L) που χρησιμοποιείται για την αερόβια επεξεργασία ενός ρυπαντή. Ο συνεχούς λειτουργίας βιοαντιδραστήρας λειτουργεί σε μόνιμες συνθήκες και είναι εξοπλισμένος με ρυθμιζόμενο αναδευτήρα και σύστημα παροχής αέρα υπό μορφή φυσαλίδων (κάτω από τον αναδευτήρα). Μπορείτε να θεωρήσετε ότι επικρατούν συνθήκες τυρβώδους ροής εντός του βιοαντιδραστήρα. Να απαντηθούν οι παρακάτω ερωτήσεις:

- (α) Εάν τριπλασιάσουμε την παροχή του αέρα στον βιοαντιδραστήρα ποια είναι η αναμενόμενη αλλαγή (%) στην τιμή του $k_L a$?
- (b) Εάν τριπλασιάσουμε τον ρυθμό ανάδευσης (RPM) στον βιοαντιδραστήρα ποια είναι η αναμενόμενη αλλαγή (%) στην τιμή του $k_L a$?
- (γ) Εάν υποθέσουμε ότι η συγκέντρωση της βιομάζας είναι 30 g/L, η μέγιστη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου είναι $C^*=6.8$ mg/L, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (DO %) κατά την λειτουργία του αντιδραστήρα είναι 25% και ο ειδικός ρυθμός κατανάλωσης οξυγόνου είναι $q_{O_2}= 295$ mg- O_2 /(g-cells*h), να υπολογιστεί η τιμή του $k_L a$ σε h^{-1} .