

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ



ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΗΝ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΥΓΡΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

ΑΘΑΝΑΣΙΑΣ ΜΠΟΥΝΤΡΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ :

Φ. ΜΠΑΤΖΙΑΣ, Δ. ΣΙΔΗΡΑΣ

ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2009

Alternating Adsorption
Desorption Towers

5. Low BTU dehydrated Feed

6. Valves controlling feed into
towers

7. Instrument-
gas Scrubber

PAUSE STEP

FEED
CH. 72%
N. 28%

Initial Separator
& Meter



GALESDAS

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	1
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	4
1.1 Προσρόφηση – Προσροφητικά υλικά.....	4
1.2 Διεργασίες – εφαρμογές προσρόφησης.....	5
1.3 Προσροφητικά υλικά βιομηχανικής χρήσης – ενεργός άνθρακας.....	7
1.4 Ισορροπία – μοντέλα ισόθερμων προσρόφησης.....	9
1.4.1 Ισόθερμη Freundlich	9
1.4.2 Ισόθερμη Langmuir.....	9
1.4.3 Ισόθερμη Sips (Langmuir-Freundlich).....	10
1.4.4 Ισόθερμες Fritz-Schluender και Redlich-Peterson.....	10
1.4.5 Ισόθερμη Radke-Prausnitz	10
1.4.6 Ισόθερμη Τόθ.....	11
1.4.7 Ισόθερμη UNILAN	11
1.5 Είδη ισόθερμων.....	11
1.6 Αρχές της προσρόφησης – Διαγράμματα συγκέντρωσης σε σταθεροποιημένες κλίνες.....	14
1.7 Καμπύλες διάσπασης (breakthrough curves).....	15
1.8 Προσδιορισμός της βέλτιστης συγκέντρωσης χρωστικής σε επεξεργασμένα απόβλητα βαφείου.....	16
2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ.....	18
3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	20
3.1. Ισόθερμες	20
3.2. Κινητική.....	20
4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	22
4.1. Ισόθερμες	22
4.2. Κινητική.....	22
5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	24
5.1 Συνθήκες προκατεργασίας προσροφητικών υλικών	24
5.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων ισόθερμων	24
5.2.1. Αναλυτικοί Πίνακες Ισόθερμων.....	26
5.2.2. Συγκεντρωτικοί Πίνακες Ισοθέρμων	63

5.2.3 Συζήτηση αποτελεσμάτων ισόθερμων	69
5.4. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Κινητικής.....	70
5.3.1. Αναλυτικοί Πίνακες Κινητικής.....	71
5.3.2. Συγκεντρωτικοί Πίνακες Κινητικής.....	147
5.3.3 Συζήτηση αποτελεσμάτων κινητικής.....	149
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	150
7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	152
8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	159
8.1 Προσδιορισμός συγκέντρωσης διαλύματος με τη βοήθεια φασματοφωτόμετρου	159
8.2. Καμπύλη αναφοράς χρωστικής ουσίας Μπλε του Μεθυλενίου.....	162
8.3 Βάση Δεδομένων Προσρόφησης	163

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί συμβολή στην έρευνα και ανάπτυξη βιομηχανικών προϊόντων που προέρχονται από την επεξεργασία στερεών απορριμμάτων. Όταν τα προϊόντα αυτά χρησιμοποιούνται σε διεργασίες απομάκρυνσης/εξουδετέρωσης ρύπων, επιτυγχάνεται μία διπλή περιβαλλοντική παρέμβαση και δημιουργούνται εξωτερικές οικονομίες (external economies) που αποτελούν τη βάση ανάπτυξης μιας ενδιαφέρουσας επιστημονικής/τεχνολογικής περιοχής που έχει γίνει γνωστή με το όνομα Βιομηχανική Οικολογία (Industrial Ecology).

Πέραν των Καθηγητών που επέβλεψαν/καθοδήγησαν την ερευνητική προσπάθειά μου και στους οποίους οφείλω τη μύησή μου στις μεθόδους της επιστημονικής διερεύνησης των ιδιοτήτων καινοτομιών υλικών, ευχαριστώ το προσωπικό του Εργαστηρίου Προσομοίωσης Βιομηχανικών Διεργασιών που αφιέρωσε σημαντικό χρόνο στην εκπαίδευσή μου ώστε να είμαι σε θέση να χειρίζομαι τον κατάλληλο εξοπλισμό για την εκτέλεση των απαιτούμενων πειραματικών μετρήσεων. Επίσης, ευχαριστώ τον Αναλυτή Συστημάτων Δρα Α. Μπατζιά για την πολύτιμη συμβολή του στην πολυκριτηριακή επιλογή (κάτω από συνθήκες αβεβαιότητας) κινητικού υποδείγματος προσρόφησης.

Η αναγνώριση του έργου στο οποίο συμμετείχα, όπως φαίνεται από τις παρακάτω δύο δημοσιεύσεις σε Πρακτικά Διεθνών Συνεδρίων παγκοσμίου κύρους, μου δίνει την αναγκαία δύναμη να συνεχίσω και να ολοκληρώσω την προσπάθεια σε ανώτερο επίπεδο, με την υποστήριξη των γονιών μου που ήταν συνεχώς αλλά διακριτικά κοντά μου σε μία μακρά πορεία όπου επιστημονικές/επαγγελματικές/ προσωπικές εξελίξεις αλληλοεμπλέκονται.

- A.N. Bountri, F.A. Batzias (2008). Optimal choice of kinetic model for adsorption on modified lignocellulosics coming from agricultural/forestry residues. *Proc. 18th International Congress of Chemical and Process Engineering, CHISA 2008, Prague, Czech Republic.*
- D.K. Sidoras, D.F. Batzias, A.N. Bountri (2009). Acid hydrolysed beech sawdust as an activated carbon low-cost substitute. *Proc. 17th European Biomass Conference, Hamburg, Germany, in press.*

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Προσρόφηση – Προσροφητικά υλικά

Προσρόφηση είναι το φαινόμενο κατά το οποίο επιφάνειες στερεών ή υγρών σωμάτων συγκρατούν ξένες ουσίες από αέρια ή υγρά (μίγματα). Η επιφάνεια που συγκρατεί την ουσία λέγεται προσροφητικό μέσο (absorbent), ενώ η συγκρατούμενη ουσία λέγεται προσροφούμενη ουσία (absorbate). Η διαφορά του φαινομένου της προσρόφησης από αυτό της απορρόφησης συνίσταται στο γεγονός ότι, κατά την προσρόφηση η προσροφούμενη ουσία συσσωρεύεται στην επιφάνεια του προσροφητικού μέσου, ενώ αντίθετα κατά την απορρόφηση μόρια της ξένης ουσίας διεισδύουν ανάμεσα στα μόρια του απορροφητικού μέσου. Στην πραγματικότητα το φαινόμενο της προσρόφησης δε συμβαίνει αυτούσιο, αλλά συνοδεύεται πάντα από αυτό της απορρόφησης σε μικρά επίπεδα.

Το φαινόμενο της προσρόφησης παρατηρήθηκε αρχικά στις επιφάνειες στερεών ουσιών και αργότερα σε υγρές επιφάνειες. Στις υγρές επιφάνειες ωστόσο οι ξένες ουσίες συγκρατούνται με μικρότερη δύναμη σε σχέση με τις στερεές. Τα στερεά σώματα είναι πηγές ελκτικών δυνάμεων, γιατί τα άτομά τους συνορεύουν μονόπλευρα με τα ομοειδή άτομα του πλέγματος τους. Κατά αυτό τον τρόπο δημιουργούνται ελεύθερες μονάδες συγγένειας στην επιφάνεια των στερεών, η οποία μπορεί να συγκρατεί ξένα μόρια ή άτομα πολύ ισχυρά. Η προσρόφηση στην επιφάνεια στερεών σωμάτων χωρίζεται σε δύο κατηγορίες, τη φυσική ρόφηση και τη χημική ρόφηση (χημειορόφηση), η πρώτη εκ των οποίων αποδίδεται σε ασθενείς δυνάμεις van der Waals, ενώ η δεύτερη σε δυνάμεις χημικού δεσμού. (Στην ελληνική γλώσσα ο όρος ρόφηση χρησιμοποιείται για τη γενική έννοια του όλου φαινομένου προσρόφησης – εκρόφησης, καθώς και για την προσρόφηση μόνο).

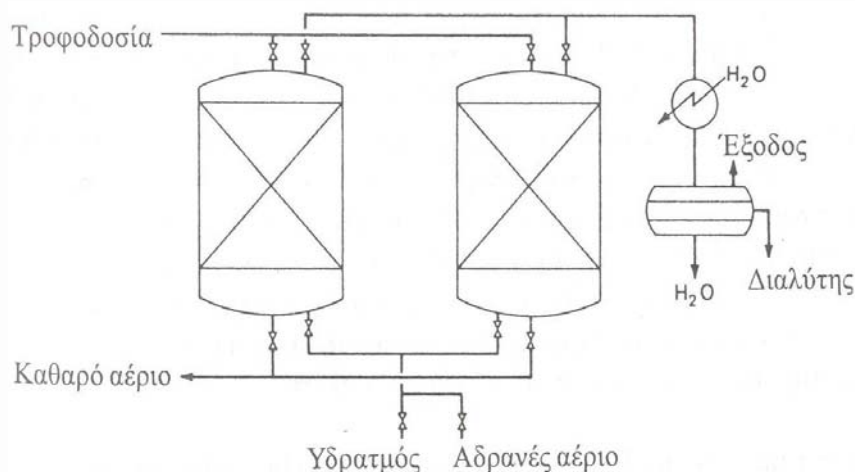
Οι εργασίες προσρόφησης βασίζονται στις ιδιότητες ορισμένων πορώδων στερεών σωμάτων, τα οποία προσροφούν φυσικά αέρια ή υγρά από αραιά διαλύματα. Τα περισσότερα προσροφητικά είναι υλικά με μεγάλο πορώδες, στα οποία η προσρόφηση λαμβάνει χώρα κυρίως στα τοιχώματα των πόρων ή σε συγκεκριμένες θέσεις μέσα στο σωματίδιο. Επειδή γενικά οι πόροι είναι πολύ μικροί, η εσωτερική ειδική επιφάνεια (επιφάνεια ανά μονάδα μάζας) είναι τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από την εξωτερική ειδική επιφάνεια και συχνά φτάνει τα 500-1000 m²/g. Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται επειδή οι διαφορές στο μοριακό βάρος, στο σχήμα ή την πολυπλοκότητα προκαλούν την ισχυρότερη συγκράτηση ορισμένων

μορίων στην επιφάνεια, σε σύγκριση με άλλα μόρια ή επειδή οι πόροι είναι πολύ μικροί και δεν επιτρέπουν την είσοδο των μεγαλύτερων μορίων. Σε πολλές περιπτώσεις η προσροφούμενη ουσία συγκρατείται πολύ ισχυρά, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατή η πλήρης απομάκρυνση της από το ρευστό, με πολύ μικρή προσρόφηση των άλλων συστατικών. Στη συνέχεια θα πρέπει να αναγεννηθεί το προσροφητικό, έτσι ώστε να ληφθεί η προσροφούμενη ουσία σε συμπυκνωμένη ή σχεδόν καθαρή μορφή. Μερικά από τα στερεά του ίδιου τύπου χρησιμοποιούνται για την προσρόφηση ατμών και υγρών, μολονότι για τα υγρά χρησιμοποιούνται συχνά προσροφητικά με μεγαλύτερους πόρους.

1.2 Διεργασίες – εφαρμογές προσρόφησης

Κάποιες από τις εφαρμογές της προσρόφησης ατμών είναι η ανάκτηση των οργανικών διαλυτών που χρησιμοποιούνται στα χρώματα, στις μελάνες εκτύπωσης και στα διαλύματα για τη μορφοποίηση φιλμ ή την επένδυση ινών. Ο αέρας που περιέχει διαλύτη θα πρέπει να σταλεί πρώτα σε ένα συμπυκνωτή που ψύχεται με νερό ή άλλο ψυκτικό μέσο για τη συλλογή μέρους του διαλύτη. Ωστόσο δεν είναι γενικά πρακτική η ψύξη του αερίου κάτω από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος για να μειωθούν οι απώλειες σε διαλύτη. Ο αέρας που περιέχει μια μικρή ποσότητα διαλύτη περνά μέσα από μια κλίνη σωματιδίων προσρόφησης από άνθρακα, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν τη συγκέντρωση του διαλύτη σε λιγότερο από 1 ppm (Σχήμα 1.1). Η προσρόφηση σε άνθρακα χρησιμοποιείται επίσης για την απομάκρυνση ρυπαντικών, όπως τα H_2S ή CS_2 και άλλων ενώσεων με έντονη οσμή, από τον αέρα που κυκλοφορεί σε συστήματα εξαερισμού. Επιπλέον ο άνθρακας χρησιμοποιείται στα περισσότερα καινούρια αυτοκίνητα για να εμποδίσει την έξοδο των ατμών της βενζίνης στον αέρα, ενώ βρίσκει εφαρμογή στις αντιασφυξιογόνες μάσκες, για την προστασία από τοξικά αέρια. Επίσης η αέρια χρωματογραφία αποτελεί μια σημαντική εφαρμογή της προσρόφησης ατμών.

Η ξήρανση των αερίων πραγματοποιείται συχνά με την προσρόφηση του νερού σε silica gel, σε αλουμίνα ή σε άλλα ανόργανα πορώδη στερεά. Οι ζεόλιθοι ή τα μοριακά κόσκινα (φυσικά ή συνθετικά αργιλοπυριτικά άλατα με κανονική δομή πόρων) είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικοί στην επεξεργασία αερίων χαμηλού σημείου δρόσου ($-75^{\circ}C$). Η προσρόφηση σε μοριακά κόσκινα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για το διαχωρισμό οξυγόνου και αζώτου, για τη συλλογή καθαρού υδρογόνου από το αέριο σύνθεσης και για το διαχωρισμό καθαρών παραφινών από διακλαδισμένες παραφίνες και αρωματικά.



Σχήμα 1.1. Σύστημα προσρόφησης ατμών.

Η προσρόφηση από την υγρή φάση βρίσκει εφαρμογή στην απομάκρυνση οργανικών συστατικών από πόσιμο νερό ή υδατικά απόβλητα, χρωματισμένων προσμίξεων από διαλύματα σακχάρων και φυτικά έλαια καθώς και νερού από οργανικά υγρά. Η προσρόφηση μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανάκτηση προϊόντων αντίδρασης τα οποία δε διαχωρίζονται με απόσταξη ή κρυστάλλωση, καθώς επίσης και στην υγρή χρωματογραφία.

Η χρήση ενεργοποιημένου άνθρακα για την απομάκρυνση ρυπαντικών ουσιών από υδατικά απόβλητα αποτελεί χαρακτηριστικό και πολύ σημαντικό παράδειγμα προσρόφησης. Τα προσροφητικά από άνθρακα χρησιμοποιούνται επίσης για την απομάκρυνση ιχθών οργανικών ουσιών από παροχές νερού ύδρευσης, με αποτέλεσμα τη βελτίωση της γεύσης και τη μείωση της πιθανότητας σχηματισμού τοξικών ενώσεων κατά τη χλωρίωση. Οι κλίνες του άνθρακα που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές αυτές έχουν διάμετρο πολλών ft και ύψος μέχρι 10 m (30 ft) και μπορούν να λειτουργούν πολλές κλίνες παράλληλα. Οι ψηλές κλίνες εξασφαλίζουν την επαρκή επεξεργασία, επειδή ο ρυθμός προσρόφησης από τα υγρά είναι πολύ μικρότερος απ' ό τι από τα αέρια. Επιπλέον, ο εξαντλημένος (χρησιμοποιημένος) άνθρακας πρέπει να απομακρυνθεί από την κλίνη για να αναγεννηθεί, επομένως ανάμεσα στις αναγεννήσεις παρεμβάλλονται σχετικά μεγάλα χρονικά διαστήματα.

Μια εναλλακτική μέθοδος επεξεργασίας υδατικών αποβλήτων είναι η προσθήκη άνθρακα σε σκόνη σε μια δεξαμενή διαλύματος χρησιμοποιώντας μηχανικούς αναδευτήρες ή

σκεδαστήρες αέρα για να διατηρηθούν σε αιώρηση τα σωματίδια. Όταν τα σωματίδια είναι λεπτόκοκκα, η προσρόφηση είναι πολύ πιο γρήγορη απ' ό,τι με κοκκώδη άνθρακα, όμως στην περίπτωση αυτή χρειάζονται μεγάλα μηχανήματα για την απομάκρυνση του εξαντλημένου άνθρακα με κατακάθιση ή διήθηση. Η επεξεργασία με άνθρακα σε σκόνη μπορεί να γίνει με ασυνεχή ή συνεχή τρόπο, με ελεγχόμενη προσθήκη άνθρακα στο ρεύμα των αποβλήτων και συνεχή απομάκρυνση του εξαντλημένου άνθρακα.

1.3 Προσροφητικά υλικά βιομηχανικής χρήσης – ενεργός άνθρακας

Κάποιες από τις ουσίες που χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιομηχανία είναι ο ενεργός άνθρακας, η αλουμίνα, το silica gel και τα μοριακά κόσκινα. Στον Πίνακα 1.1 παρουσιάζονται οι φυσικές ιδιότητες των ουσιών αυτών. Μετά την διαδικασία της προσρόφησης το προσροφητικό μέσο είναι δυνατό να απορριφθεί ύστερα από μια χρήση, πρακτικά όμως τα οικονομικά της διαδικασίας καθιστούν απαραίτητη την αναγέννηση του προσροφητικού με απώτερο σκοπό την επαναχρησιμοποίησή του. Ο ενεργός άνθρακας, που χρησιμοποιείται κατά κανόνα (Σχήμα 1.2), μπορεί να αναγεννηθεί είτε χημικά είτε θερμικά.

(α) Στη χημική αναγέννηση, ο ενεργός άνθρακας έρχεται σε επαφή με χημικά που αποσυνθέτουν ή οξειδώνουν τα ξένα σώματα που προσροφήθηκαν. Η χημική αναγέννηση είναι μόνο μερικώς δραστική στο να ξαναδίνει την ικανότητα της προσρόφησης στον ενεργό άνθρακα και επομένως χρησιμοποιείται ελάχιστα.

(β) Η θερμική διαδικασία αναγέννησης του ενεργού άνθρακα έχει τρία κύρια βήματα:

- ο Την εξάτμιση του νερού κοντά στους 100 °C
- ο Το ψήσιμο του ενεργού άνθρακα σε θερμοκρασίες έως 800 °C
- ο Την ενεργοποίησή του μεταξύ 800 °C και 950 °C.

Οι απώλειες του άνθρακα, κατά την διάρκεια της θερμικής αναγέννησης κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 5-10% της ποσότητάς του. Επομένως με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται μείωση των εξόδων της διαδικασίας προσρόφησης.

Πίνακας 1.1. Φυσικές ιδιότητες τυπικών προσροφητικών υλικών.

Τύπος	mesh	ρ_b	d	ϵ	α
Ενεργός Άνθρακας	4/6"	480	3,9	0,34	1000
	6/8		2,8	0,34	1500
	8/10		1,9	0,34	2150
Silica gel	3/8"	720	3,9	0,35	800
	6/16		1,8	0,35	2400
Αλουμίνα	4/8"	830	3,9	0,25	1200
	8/14		1,8	0,25	1600
	14/28		0,8	0,30	3200
Μοριακά Κόσκινα	1/16"	720	1,8	0,34	2150
	1/8		3,1	0,34	1300
	8/12		2,0	0,37	1900

όπου: ρ_b = φαινόμενη πυκνότητα, kg/m^3

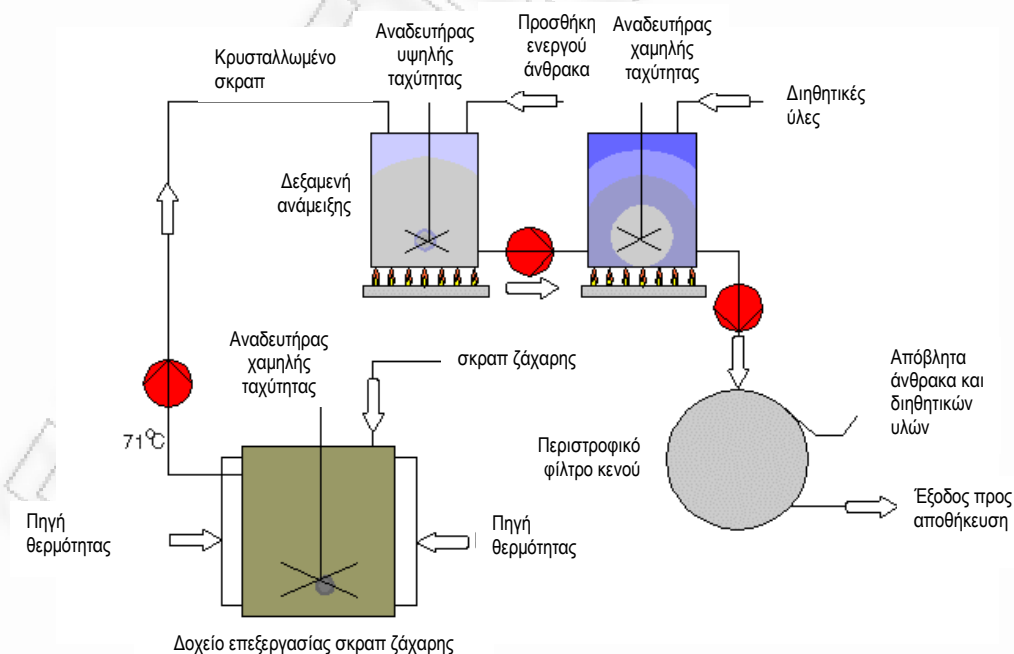
d = φαινόμενη διάμετρος, mm

ϵ = πορώδες κλίνης

α = ειδική εσωτερική επιφάνεια m^2/m^3

Ειδική θερμότητα $C_p = 0,22 - 0,25 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$

Θερμοκρασία αναγέννησης : $100 - 500 \text{ }^\circ\text{C}$



Σχήμα 1.2. Τυπικό διάγραμμα διεργασιών για την επεξεργασία σκραπ (καταλοίπων) ζάχαρης.

1.4 Ισορροπία – μοντέλα ισόθερμων προσρόφησης

Η ισόθερμη προσρόφησης αντιπροσωπεύει τη σχέση ισορροπίας ανάμεσα στη συγκέντρωση της προσροφούμενης ουσίας στη ρευστή φάση και στη συγκέντρωση στα σωματίδια του προσροφητικού υλικού σε δεδομένη θερμοκρασία. Στην περίπτωση των αερίων η συγκέντρωση εκφράζεται συνήθως ως ποσοστό moles ή ως μερική πίεση, ενώ στα υγρά η συγκέντρωση μετριέται συχνά σε μονάδες μάζας ανά όγκο, όπως mg/L (ppm) ή μg/L (ppb). Η συγκέντρωση της προσροφούμενης ουσίας στο στερεό εκφράζεται συνήθως ως μάζα που προσροφάται ανά μονάδα μάζας του προσροφητικού. Επειδή δεν έχει βρεθεί μέχρι τώρα μια εξίσωση για την περιγραφή όλων των μηχανισμών και των σχημάτων της ισόθερμης προσρόφησης, έχουν αναπτυχθεί διάφορα μοντέλα που περιγράφουν το φαινόμενο.

1.4.1 Ισόθερμη Freundlich

Η ισόθερμη Freundlich δίνεται από την εξίσωση: $q = K_F C_e^{1/n}$ (1) όπου q είναι η ποσότητα που προσροφάται ανά μονάδα μάζας του προσροφητικού (mg/g), C_e η συγκέντρωση της προσροφούμενης ουσίας στην ισορροπία (mg/L) και K_F και n οι σταθερές Freundlich που σχετίζονται με την χωρητικότητα και την ένταση της προσρόφησης αντίστοιχα. Μετασχηματίζοντας τη σχέση (1) στη λογαριθμική της μορφή προκύπτει η σχέση: $\log q = \log K_F + 1/n \log C_e$ (2). Οι σταθερές Freundlich K_F και n μπορούν να υπολογιστούν με γραμμική παλινδρόμηση βάσει πειραματικών δεδομένων προσρόφησης. Βασιζόμενοι σε πειραματικά δεδομένα για τη χρωστική Methylene Blue σε θερμοκρασία 23°C, σε όξινες και βασικές συνθήκες [46] έγιναν υπολογισμοί των τιμών των σταθερών με τη βοήθεια γραμμικής και μη γραμμικής παλινδρόμησης. Οι τιμές που προέκυψαν δε διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά, ωστόσο υιοθετήθηκε η ανάλυση γραμμικής παλινδρόμησης λόγω της συμβατότητας της με διαθέσιμα πειραματικά δεδομένα πολυάριθμων ερευνητών. Η δυνατότητα εφαρμογής της εξίσωσης Freundlich σε πειραματικά δεδομένα αποδεικνύει ότι η επιφάνεια του προσροφητικού είναι πιθανότατα ετερογενής.

1.4.2 Ισόθερμη Langmuir

Η εξίσωση της ισόθερμης Langmuir βασίζεται στο ακόλουθο 'ψευδο-μονοστρωματικό' μοντέλο προσρόφησης: $q = (K_L q_m C_e)/(1 + K_L C_e)$ (3) ή μετασχηματισμένο σε γραμμική μορφή: $1/q = 1/q_m + (1/K_L q_m)(1/C_e)$ (4) όπου K_L είναι η σταθερά Langmuir που σχετίζεται με την ενέργεια της προσρόφησης (L/mg) και q_m είναι το ποσό της χρωστικής που έχει προσροφηθεί σε συνθήκες κορεσμού (mg/g). Στην περίπτωση που τα πειραματικά δεδομένα ισόθερμης προσεγγίζουν την εξίσωση Langmuir, οι παράμετροι K_L και q_m προκύπτουν αν παρασταθεί γραφικά ο όρος $1/q$ συναρτήσει του όρου $1/C_e$.

1.4.3 Ισόθερμη Sips (Langmuir-Freundlich)

Η ισόθερμη Sips δίνεται από την εξίσωση: $q = \{q_m(K_L C_e)^{1/n}\}/\{1+(K_L C_e)^{1/n}\}$ (5) όπου K_L είναι η σταθερά Langmuir (L/mg), q_m είναι η ποσότητα της χρωστικής που έχει προσροφηθεί σε συνθήκες κορεσμού (mg/g) και n είναι η σταθερά Freundlich. Όταν τα πειραματικά δεδομένα προσεγγίζουν την ισόθερμη Sips, οι παράμετροι K_L , q_m και n λαμβάνονται με μη γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης.

1.4.4 Ισόθερμες Fritz-Schluender και Redlich-Peterson

Η εξίσωση της ισόθερμης Fritz-Schluender βασίζεται στο επόμενο μοντέλο προσρόφησης: $q = (K_L q_m C_e)/(1 + K_L C_e^{1/n})$ (6) όπου K_L είναι η σταθερά Langmuir (L/mg), q_m η ποσότητα της χρωστικής που έχει προσροφηθεί σε συνθήκες κορεσμού (mg/g) και n είναι η σταθερά Freundlich. Η εξίσωση της ισόθερμης Redlich-Peterson: $q = K_R C_e/(1 + \alpha_R C_e^\beta)$ (7) μπορεί να μετασχηματιστεί στην ισόθερμη Fritz-Schluender με αντικατάσταση των όρων $K_R = K_L q_m$, $\alpha_R = K_L$ και $\beta = 1/n$. Αν τα πειραματικά δεδομένα ισόθερμης πλησιάζουν την εξίσωση Fritz-Schluender οι παράμετροι K_L , q_m και n μπορούν να προκύψουν με μη γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης.

1.4.5 Ισόθερμη Radke-Prausnitz

Η ισόθερμη Radke-Prausnitz περιγράφεται από τη σχέση: $q = (K_L q_m C_e)/(1 + K_L C_e)^{1/n}$ (8) όπου K_L είναι η σταθερά Langmuir (L/mg), q_m είναι η ποσότητα της χρωστικής που έχει προσροφηθεί σε συνθήκες κορεσμού (mg/g) και n είναι η σταθερά Freundlich. Στην

περίπτωση που τα πειραματικά δεδομένα προσεγγίζουν την εξίσωση Radke-Prausnitz, ανάλυση μη γραμμικής παλινδρόμησης δίνει τις τιμές των παραμέτρων K_L , q_m και n .

1.4.6 Ισόθερμη Τόθ

Η εξίσωση της ισόθερμης Τόθ βασίζεται στο μοντέλο προσρόφησης: $q = q_m C_e / (1/K_L + C_e^{1/n})^n$ (9) όπου K_L είναι η σταθερά Langmuir (L/mg), q_m είναι η ποσότητα της χρωστικής που έχει προσροφηθεί σε συνθήκες κορεσμού (mg/g) και n είναι η σταθερά Freundlich. Όταν τα πειραματικά δεδομένα πλησιάζουν την εξίσωση Τόθ, οι τιμές των παραμέτρων K_L , q_m και n εξάγονται με μη γραμμική παλινδρόμηση.

1.4.7 Ισόθερμη UNILAN

Η εξίσωση που δίνει την ισόθερμη UNILAN είναι η ακόλουθη: $q = (q_m/2s) \ln\{(1+K_L C_e^s)/(1+K_L C_e^{-s})\}$ (10) όπου K_L είναι η σταθερά Langmuir (L/mg), q_m είναι η ποσότητα της χρωστικής που έχει προσροφηθεί σε συνθήκες κορεσμού (mg/g) και s είναι μία σταθερά. Αν τα πειραματικά δεδομένα περιγράφονται από την ισόθερμη UNILAN, οι παράμετροι K_L , q_m και s λαμβάνονται με ανάλυση μη γραμμικής παλινδρόμησης.

1.5 Είδη ισόθερμων

Στο Σχήμα 1.3 παρουσιάζονται μερικές τυπικές ισόθερμες. Η γραμμική ισόθερμη ξεκινά από την αρχή των αξόνων και η ποσότητα που προσροφάται είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του ρευστού. Οι ισόθερμες που είναι κυρτές προς τα επάνω είναι οι “προτιμώμενες”, επειδή μπορεί να επιτευχθεί ένα σχετικά υψηλό φορτίο στερεού όταν η συγκέντρωση στο ρευστό είναι μικρή. Η ισόθερμη Langmuir κατατάσσεται στις προτιμώμενες: όταν η σταθερά της προσρόφησης είναι μεγάλη και το γινόμενο της σταθεράς επί την αρχική συγκέντρωση του ρευστού είναι πολύ μεγαλύτερο της μονάδας η ισόθερμη είναι ισχυρά προτιμώμενη, ενώ όταν το γινόμενο της σταθεράς επί την αρχική συγκέντρωση του ρευστού είναι μικρότερο της μονάδας η ισόθερμη είναι σχεδόν γραμμική. Η ισόθερμη Langmuir βασίζεται στην παραδοχή της ομοιόμορφης επιφάνειας, η οποία δεν ισχύει, όμως η σχέση που την περιγράφει ισχύει με καλή ακρίβεια για τα αέρια τα οποία προσροφώνται

ασθενώς. Για ισχυρά προτιμώμενες ισόθερμες η εμπειρική εξίσωση Freundlich δίνει καλύτερη προσομοίωση, ιδιαίτερα για την προσρόφηση από υγρά. Η οριακή περίπτωση μιας πολύ προτιμώμενης ισόθερμης είναι η μη αντιστρεπτή προσρόφηση, όπου η ποσότητα που προσροφάται είναι ανεξάρτητη της συγκέντρωσης μέχρι πολύ χαμηλές τιμές. Σε όλα τα συστήματα η ποσότητα που προσροφάται μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, ακόμα και σε περιπτώσεις που χαρακτηρίζονται μη αντιστρεπτές. Ωστόσο για την εκρόφηση απαιτείται πολύ υψηλότερη θερμοκρασία, όταν η προσρόφηση είναι ισχυρά προτιμώμενη ή μη αντιστρεπτή παρά όταν οι ισόθερμες είναι γραμμικές.

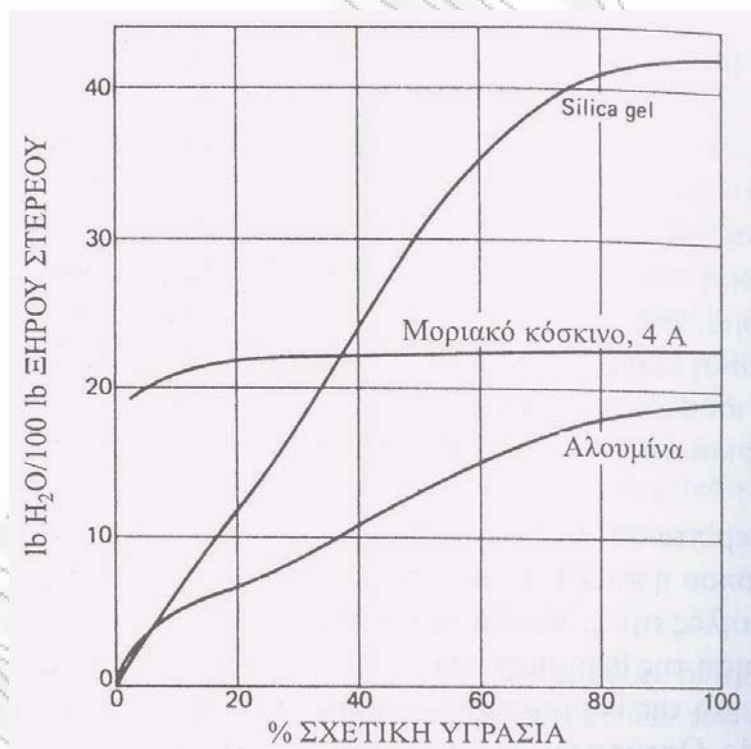
Μια ισόθερμη που είναι κοίλη προς τα επάνω χαρακτηρίζεται “μη προτιμώμενη” επειδή επιτυγχάνονται σχετικά χαμηλά φορτία στερεού και επειδή δημιουργεί μέσα στην κλίνη ζώνες μεταφοράς μάζας με μεγάλο μήκος. Οι ισόθερμες αυτού του τύπου είναι σπάνιες, αξίζει όμως τον κόπο να μελετηθούν γιατί βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση της διαδικασίας αναγέννησης του προσροφητικού μέσου.



Σχήμα 1.3. Ισόθερμες προσρόφησης.

Για να φανεί η ποικιλία των σχημάτων των ισόθερμων για ένα μόνο προσροφητικό, παρουσιάζονται δεδομένα προσρόφησης του νερού από τον αέρα σε τρία ξηραντικά μέσα, Σχήμα 1.4. Το silica gel έχει μια σχεδόν γραμμική ισόθερμη για σχετική υγρασία μέχρι 50 % και η τελική δυναμικότητά του είναι περίπου διπλάσια των άλλων στερεών. Σε υψηλά

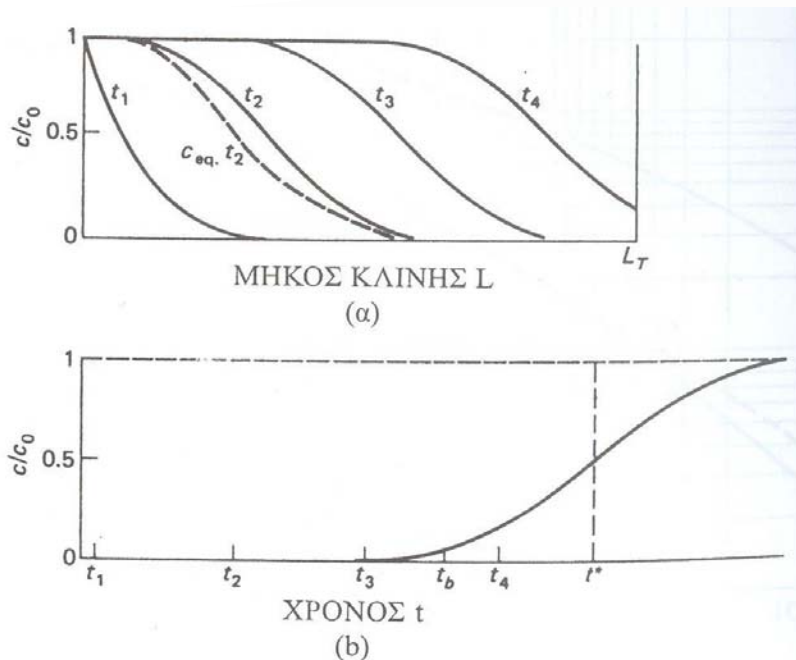
ποσοστά υγρασίας οι μικροί πόροι γεμίζουν με υγρό με τριχοειδή συμπίκνωση και η ολική ποσότητα που προσροφάται εξαρτάται από τον όγκο των μικρών πόρων και όχι μόνο από την ειδική επιφάνεια. Το νερό συγκρατείται πολύ ισχυρά από τα μοριακά κόσκινα και η προσρόφηση του είναι σχεδόν μη αντιστρεπτή, όμως ο όγκος των πόρων δεν είναι τόσο μεγάλος όσο του silica gel. Οι καμπύλες του σχήματος βασίζονται στη σχετική υγρασία, με αποτέλεσμα οι ισόθερμες να πέφτουν πάνω σε μια μόνο καμπύλη για μια περιοχή θερμοκρασιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι, με εξαίρεση τα μοριακά κόσκινα, η ποσότητα που προσροφάται σε μια δεδομένη μερική πίεση μειώνεται κατά πολύ με την αύξηση της θερμοκρασίας. Για τον αέρα που περιέχει 1 % H₂O στους 20oC ισχύει $H_R = 7,6 \text{ mm Hg} / 17,52 * 100 = 43,4\%$ και η ποσότητα που προσροφάται στο silica gel είναι $W = 0,26 \text{ lb/lb}$. Για την ίδια συγκέντρωση στους 40oC, $H_R = 7,6 \text{ mm Hg} / 55,28 * 100 = 13,7\%$ και $W = 0,082 \text{ lb/lb}$.



Σχήμα 1.4. Ισόθερμες προσρόφησης για νερό σε αέρα από 20 έως 50°C.

1.6 Αρχές της προσρόφησης – Διαγράμματα συγκέντρωσης σε σταθεροποιημένες κλίνες

Κατά την προσρόφηση σε μια σταθεροποιημένη κλίνη οι συγκεντρώσεις στο ρευστό και στο στερεό μεταβάλλονται με το χρόνο και με τη θέση στην κλίνη. Αρχικά η μεταφορά μάζας λαμβάνει χώρα κυρίως κοντά στην είσοδο της κλίνης, όπου το ρευστό έρχεται για πρώτη φορά σε επαφή με το προσροφητικό. Αν το στερεό δεν περιέχει αρχικά προσροφούμενη ουσία, η συγκέντρωση στο ρευστό μειώνεται εκθετικά με την απόσταση και γίνεται ουσιαστικά ίση με το μηδέν πριν το τέλος της κλίνης. Αυτό το προφίλ της συγκέντρωσης παρουσιάζεται ως καμπύλη t_1 στο Σχήμα 1.5 (α), όπου c/c_0 είναι ο λόγος της συγκέντρωσης του ρευστού προς την αρχική συγκέντρωση της τροφοδοσίας. Μετά από μερικά λεπτά το στερεό κοντά στην είσοδο γίνεται σχεδόν κορεσμένο και το μεγαλύτερο μέρος της μεταφοράς μάζας λαμβάνει χώρα μακριά από την είσοδο. Το προφίλ της συγκέντρωσης αποκτά σχήμα S, όπως φαίνεται από την καμπύλη t_2 . Η περιοχή όπου πραγματοποιείται το μεγαλύτερο μέρος της μεταβολής συγκέντρωσης ονομάζεται ζώνη μεταφοράς μάζας και τα όρια που συνήθως λαμβάνονται είναι οι τιμές του λόγου c/c_0 από 0,95 έως 0,05. Με την πάροδο του χρόνου η ζώνη μεταφοράς μετακινείται προς τα κάτω στην κλίνη, όπως φαίνεται από τα προφίλ t_3 και t_4 . Παρόμοια προφίλ μπορούν να σχεδιαστούν και για τη μέση συγκέντρωση της προσροφούμενης ουσίας στο στερεό. Όπως φαίνεται από το σχήμα των προφίλ αυτών στην είσοδο το στερεό είναι σχεδόν κορεσμένο, στη ζώνη μεταφοράς μάζας εμφανίζεται μια μεγάλη μεταβολή, ενώ στο τέλος της κλίνης η συγκέντρωση είναι ίση με μηδέν. Αντί να σχεδιαστεί η πραγματική συγκέντρωση στο στερεό, στο διάγραμμα παρουσιάζεται (με τη μορφή διακεκομμένης γραμμής) η συγκέντρωση στο ρευστό σε ισορροπία με το στερεό σε χρόνο t_2 . Η συγκέντρωση αυτή θα πρέπει να είναι πάντα μικρότερη από την πραγματική συγκέντρωση του ρευστού. Η διαφορά των συγκεντρώσεων (ή κινητήρια δύναμη) είναι μεγάλη στα σημεία όπου το προφίλ της συγκέντρωσης είναι απότομο και η μεταφορά μάζας είναι ταχύτερη.



Σχήμα 1.5. (α) Προφίλ συγκέντρωσης και **(β)** καμπύλη διάσπασης για προσρόφηση σε σταθεροποιημένη κλίνη.

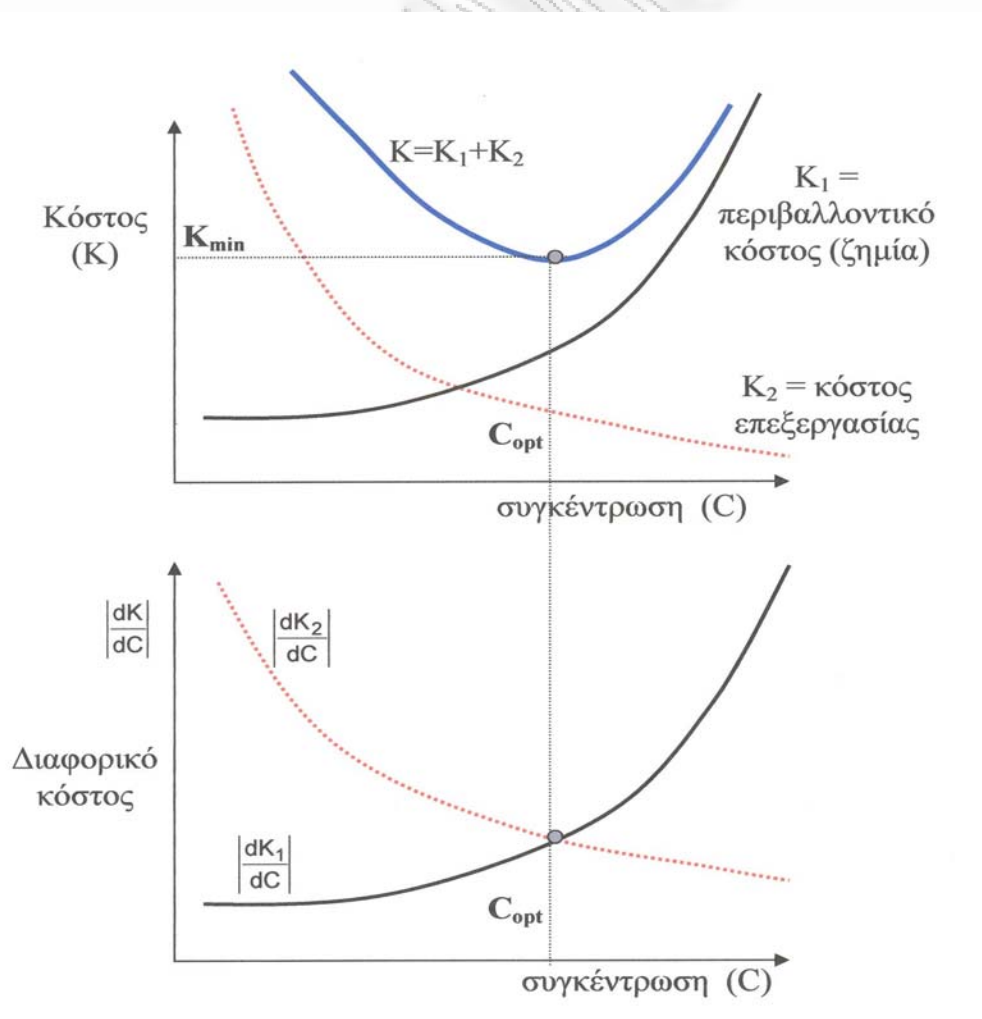
1.7 Καμπύλες διάσπασης (breakthrough curves)

Οι σταθεροποιημένες κλίνες οι οποίες περιλαμβάνουν εσωτερικές διατάξεις που θα επέτρεπαν τη μέτρηση των προφίλ της συγκέντρωσης είναι πολύ λίγες. Ωστόσο αυτά τα προφίλ μπορούν να προβλεφθούν και να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό της γραφικής παράστασης της συγκέντρωσης του ρευστού που εξέρχεται από την κλίνη ως προς το χρόνο. Η καμπύλη του Σχήματος 1.5 (b) ονομάζεται καμπύλη διάσπασης. Σε χρόνους t_1 και t_2 η συγκέντρωση εξόδου πρακτικά είναι ίση με μηδέν, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 1.5 (α). Όταν η συγκέντρωση αποκτήσει κάποια οριακή επιτρεπτή τιμή, ή κάποιο σημείο διάσπασης η ροή διακόπτεται ή οδηγείται σε μια καινούρια κλίνη προσροφητικού. Το σημείο διάσπασης λαμβάνεται συχνά ως σχετική συγκέντρωση 0,05 ή 0,10 και αφού μια τέτοια υψηλή συγκέντρωση συναντάται μόνο στο τελευταίο κομμάτι του ρευστού, το μέσο κλάσμα της διαλυμένης ουσίας που απομακρύνεται από την αρχή έως το σημείο διάσπασης είναι συχνά ίσο με 0,99 ή και μεγαλύτερο.

Αν συνεχιστεί η προσρόφηση και μετά το σημείο διάσπασης, η συγκέντρωση αυξάνεται σε 0,5 περίπου και στη συνέχεια προσεγγίζει λίγο πιο αργά το 1.0, όπως φαίνεται

στο Σχήμα 1.5 (b). Αυτή η καμπύλη σχήματος S είναι παρόμοια με τα προφίλ της εσωτερικής συγκέντρωσης και πολλές φορές είναι συμμετρική. Με τη βοήθεια ισοζυγίων μάζας μπορεί να αποδειχθεί ότι το εμβαδόν της επιφάνειας ανάμεσα στην καμπύλη και σε μια γραμμή στο $c/c_0 = 1,0$ είναι ανάλογο με την ολική ποσότητα της διαλυμένης ουσίας που προσροφάται, αν όλη η κλίνη έρθει σε ισορροπία με την τροφοδοσία. Η ποσότητα που προσροφάται είναι επίσης ανάλογη με το εμβαδόν της ορθογωνικής επιφάνειας στα αριστερά της διακεκομμένης γραμμής στο t^* , που είναι ο ιδανικός χρόνος προσρόφησης για κατακόρυφη καμπύλη διάσπασης. Όταν η καμπύλη είναι συμμετρική, το t^* αντιπροσωπεύει επίσης το χρόνο στον οποίο ο λόγος c/c_0 προσεγγίζει το 0,5. η μετακίνηση του μετώπου της προσρόφησης μέσα στην κλίνη και η επίδραση των μεταβλητών της διεργασίας στο t^* μπορούν να προσδιοριστούν με ένα απλό ισοζύγιο μάζας.

1.8 Προσδιορισμός της βέλτιστης συγκέντρωσης χρωστικής σε επεξεργασμένα απόβλητα βαφείου



Το βέλτιστο (optimum) βρίσκεται στο σημείο τομής των καμπυλών του διαφορικού κόστους.

Η μαθηματική απόδειξη είναι η ακόλουθη:

$$\frac{dK_t}{dC} = \frac{d(K_1 + K_2)}{dC} = 0 \Rightarrow \frac{dK_1}{dC} + \frac{dK_2}{dC} = 0 \Rightarrow \frac{dK_1}{dC} - \left(-\frac{dK_2}{dC}\right) = 0$$

επειδή $dK_2 / dC < 0$ έχουμε :

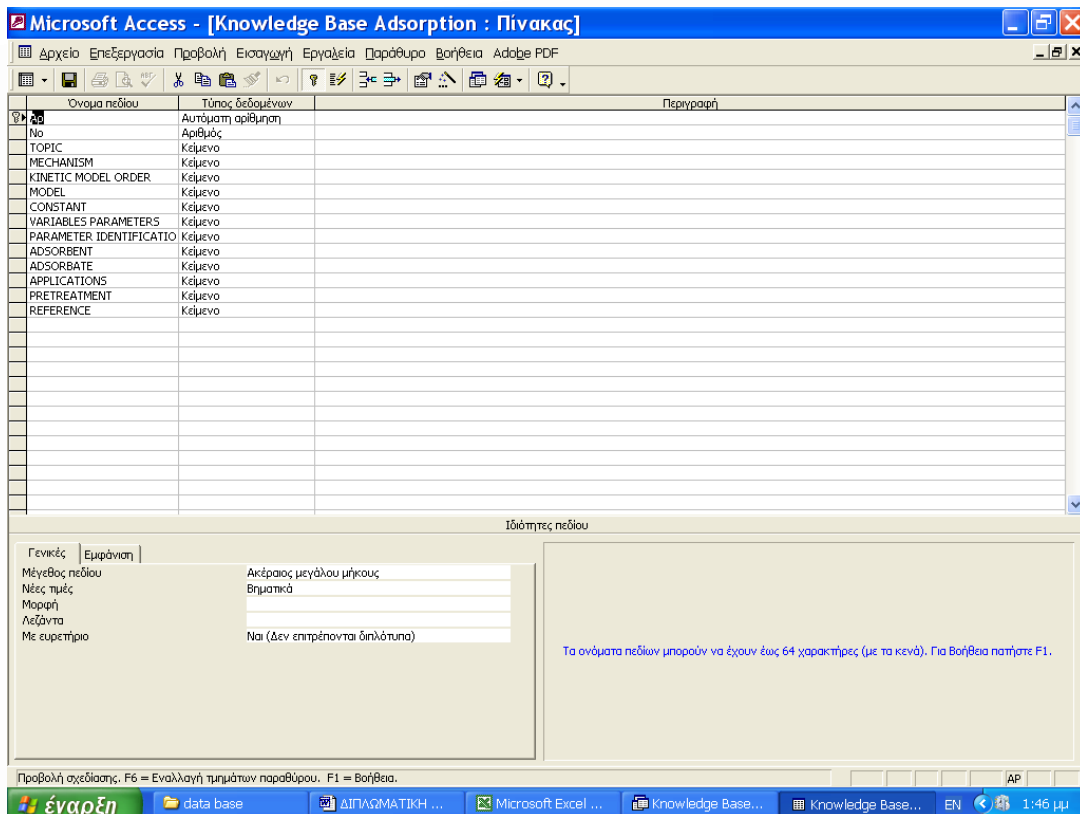
$$\left| \frac{dK_1}{dC} \right| - \left| \frac{dK_2}{dC} \right| = 0 \Rightarrow \left| \frac{dK_1}{dC} \right| = \left| \frac{dK_2}{dC} \right|$$

2. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΒΑΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗΣ

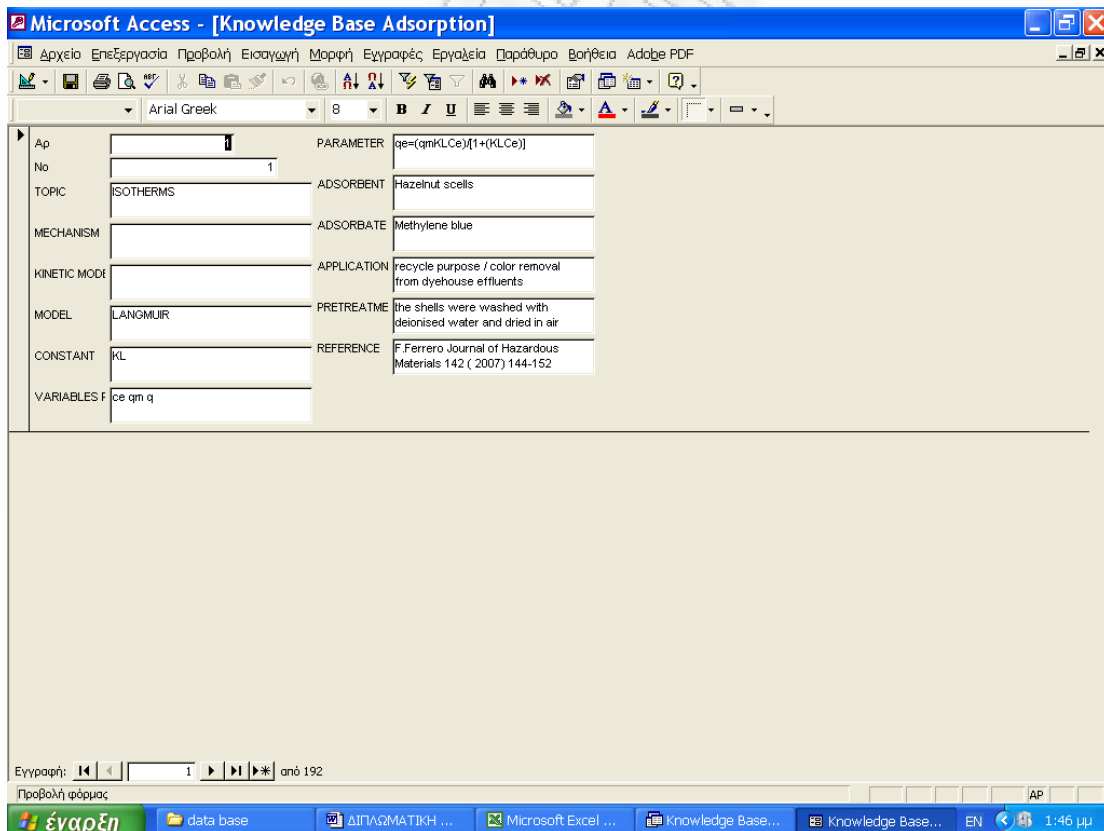
Ο μεγάλος αριθμός αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τον συνδυασμό πειραματικών μετρήσεων και υποδειγμάτων (ισόθερων και κινητικών) προσρόφησης δημιουργεί την ανάγκη χρησιμοποίησης μιας σχεσιακής βάσης δεδομένων (Relational Data Base – RDB), προκειμένου να αποθηκεύονται τα αποκτώμενα στοιχεία σε εύκολα ανακτήσιμη αλλά και αξιοποιήσιμη μορφή. Ως τέτοια RDB, χρησιμοποιήθηκε η Microsoft Access, ώστε η αναζήτηση των στοιχείων να μπορεί να γίνεται μέσω SQL (Structured Query Language) και η επεξεργασία αυτών να γίνεται στο ίδιο προγραμματιστικό περιβάλλον μέσω της ενσωματωμένης στο συγκεκριμένο λογισμικό γλώσσας VBA (Visual Basic for Applications). Στη συνέχεια, εμφανίζονται στιγμιότυπα (screenshots) (α) του Πίνακα των Δεδομένων στην Microsoft Access (Σχήμα 2-1), (β) της δομής του Πίνακα σε προβολή σχεδίασης (Σχήμα 2-2) και (γ) της Φόρμας εισαγωγής δεδομένων στον Πίνακα (Σχήμα 2-3).

Ap	No	TOPIC	MECHANISM	KINETIC MO	MODEL	CONST	VARIABLES	PARAMETER	ADSORBENT	ADSORBATE	APPLICATION	PRETREA
1	1	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	Hazelnut scells	Methylene blue	recycle purpose	the shells
2	2	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	Hazelnut scells	Acid blue 25	recycle purpose	the shells
3	3	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	kudzu	Basic Yellow 2	removal of cont:	air dried ar
4	4	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	kudzu	Basic Red 22	removal of cont:	air dried ar
5	5	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	peat	Basic Red 22	wastewater / te	milled, air
6	6	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	peat	Basic Blue 3	wastewater / te	milled, air
7	7	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	peat	Basic Yellow 2	wastewater / te	milled, air
8	8	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	neem trees	Brilliant Green	textile industry	washed, dri
9	9	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	date pits	Methylene blue	textile industry	washed, dri
10	10	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	almond	Methylene blue	wastewater	dried, mixe
11	11	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	walnut	Methylene blue	wastewater	dried, mixe
12	12	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	hazelnut scells	Methylene blue	wastewater	dried, mixe
13	13	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	apricot stones	Methylene blue	wastewater	dried, mixe
14	14	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	apricot stones	Phenol	wastewater	dried, mixe
15	15	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	almond	Phenol	wastewater	dried, mixe
16	16	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	walnut	Phenol	wastewater	dried, mixe
17	17	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	hazelnut scells	Phenol	wastewater	dried, mixe
18	18	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	apricot stones	iodine	wastewater	dried, mixe
19	19	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	almond	iodine	wastewater	dried, mixe
20	20	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	sawdust	congo Red	wastewater(text	cleaned, wc
21	21	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	walnut	iodine	wastewater	dried, mixe
22	22	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	hazelnut scells	iodine	wastewater	dried, mixe
23	23	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	coir bith	Acid Violet	wastewater / te	dried, sieve
24	24	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	coir bith	Brilliant Blue	wastewater / te	dried, sieve
25	25	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	coir bith	Rhodamine B	wastewater / te	dried, sieve
26	26	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	coir bith	Methylene blue	wastewater / te	dried, sieve
27	27	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	apricot stones	Methylene blue	wastewater	dried, mixe
28	28	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	bamboo dust	Methylene blue	textile industry	washed, dri
29	29	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	coconut shell	Methylene blue	textile industry	washed, dri
30	30	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	groundnut shell	Methylene blue	textile industry	washed, dri
31	31	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	rice husk	Methylene blue	textile industry	washed, dri
32	32	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	straw	Methylene blue	textile industry	washed, dri
33	33	ISOTHERMS			LANGMUIR	KL	ce qm q	qe=(qmKLCe)/	coir pith	Congo Red	textile industry(dried in sui

Σχήμα 2-1. Βάση Δεδομένων Προσρόφησης (Microsoft Access) – Στιγμιότυπο (screenshot) Πίνακα Δεδομένων.



Σχήμα 2-2. Βάση Δεδομένων Προσρόφησης – Στιγμιότυπο (screenshot) της δομής του Πίνακα σε προβολή σχεδίασης



Σχήμα 2-3. Βάση Δεδομένων Προσρόφησης – Στιγμιότυπο (screenshot) Φόρμας εισαγωγής δεδομένων στον Πίνακα.

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

3.1. Ισόθερμες

- i. Τοποθετούνται 500 mL δλμ συγκέντρωσης 60/1000, 40/1000, 28/1000, 20/1000, 16/1000 & 8/1000 σε Methylene Blue (Μπλε του Μεθυλενίου) διαδοχικά σε κωνικές φιάλες.
- ii. Για καθένα από τα διαλύματα λαμβάνεται ποσότητα υγρού 3,5 mL εντός 3 κυβετών που ακολούθως τοποθετούνται στο «καρουσέλ» για μέτρηση της απορρόφησης (Absorbance - ABS) για μήκος κύματος $\lambda = 664 \text{ nm}$, που αντιστοιχεί στη χρωστική Methylene Blue (Μπλε του Μεθυλενίου)
- iii. Την κάθε μέτρηση ακολουθεί αποθήκευση των τιμών.
- iv. Προστίθεται 0,5 g προσροφητικού υλικού (εκάστοτε προκατεργασίας) σε κάθε διάλυμα, γίνεται ανάδευση με ραβδί και τα έξι διαλύματα αποθηκεύονται για χρονικό διάστημα μίας εβδομάδας.
- v. Με το πέρας του διαστήματος λαμβάνεται από κάθε διάλυμα δείγμα το οποίο φιλτράρεται και τοποθετείται σε δοκιμαστικό σωλήνα.
- vi. Για καθένα από τα έξι δείγματα λαμβάνεται ποσότητα υγρού 3,5 mL εντός 3 κυβετών που ακολούθως τοποθετούνται στο «καρουσέλ» για μέτρηση της απορρόφησης.

3.2. Κινητική

- i. Τοποθετούνται 1000 mL δλμ συγκέντρωσης 60/1000, 40/1000, 28/1000, 20/1000, 16/1000 & 8/1000 σε Methylene Blue (Μπλε του Μεθυλενίου) διαδοχικά σε κωνικές φιάλες.
- ii. Τοποθετείται το ποτήρι ζέσεως στον μαγνητικό αναδευτήρα (500-600 rpm) και λαμβάνεται με σιφόνι αρχικό δείγμα ($\approx 11 \text{ ml}$) χρόνου μηδέν, προτού προστεθεί το προσροφητικό μέσο στο διάλυμα.
- iii. Προστίθεται 1 g πριονίδι στο διάλυμα, μετριέται χρόνος 5 min και λαμβάνεται επόμενο δείγμα. Το δείγμα φιλτράρεται αμέσως και αποθηκεύεται σε δοκιμαστικό σωλήνα.
- iv. Κάθε 5 min λαμβάνεται δείγμα από το διάλυμα, φιλτράρεται και αποθηκεύεται.
- v. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται μέχρι τη λήψη 20 συνολικά δειγμάτων.

- vi. Τοποθετείται κυβέτα με (απιονισμένο) νερό στη θέση 1 του «καρουσέλ» του φασματοφωτομέτρου.
- vii. Για καθένα από τα 20 δείγματα λαμβάνεται ποσότητα υγρού 3,5 mL εντός 2 κυβετών που ακολούθως τοποθετούνται στο «καρουσέλ» για μέτρηση της απορρόφησης (Absorbance - ABS) για μήκος κύματος $\lambda = 664 \text{ nm}$, που αντιστοιχεί στη χρωστική Methylene Blue (Μπλε του Μεθυλενίου)
- vii. Την κάθε μέτρηση ακολουθεί αποθήκευση των τιμών.

4. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1. Ισόθερμες

Οι μετρήσεις που προέκυψαν (απορρόφηση ABS, συγκέντρωση C) για τα διαλύματα πριν την προσθήκη του προσροφητικού υλικού και μετά το πέρας μίας εβδομάδας αφού προστέθηκε αυτό, καταγράφονται σε πίνακα αρχείου Excel. Βάσει αυτών γίνονται υπολογισμοί των q , $\log C_e$, $\log q$ της λογαριθμικής μορφής της ισόθερμης Freundlich, $\log q = \log K_F + (1/n)\log C_e$ και παριστάνονται γραφικά τα ζεύγη ($\log C_e$, $\log q$). Μέσω του προγράμματος Excel προκύπτει η βέλτιστη ευθεία της μορφής $y = a + bx$ που περιγράφει τα σημεία, καθώς και ο αντίστοιχος συντελεστής συσχέτισης. Στην προκειμένη περίπτωση $a = \log K_F$ και $b=1/n$. Έτσι είναι δυνατό να υπολογιστούν οι παράμετροι $K_F = 10^a$ και $n = 1/b$ της ισόθερμης, για κάθε προσροφητικό υλικό.

4.2. Κινητική

Οι μετρήσεις που προέκυψαν (απορρόφηση ABS, συγκέντρωση C) για κάθε 5λεπτο καταγράφονται σε πίνακα αρχείου excel. Βάσει της εξίσωσης Lagergren θα ισχύει:

$$\ln\left(\frac{C - C_\infty}{C_0 - C_\infty}\right) = -k \cdot t \Rightarrow \ln(C - C_\infty) = \ln(C_0 - C_\infty) - k \cdot t \quad (1)$$

όπου: C, C_0 , C_∞ , η τιμή της συγκέντρωσης της χρωστικής ουσίας στο διάλυμα τη χρονική στιγμή t, t_0 και t_∞ , αντίστοιχα, t ο χρόνος και k ο συντελεστής ρυθμού πρώτης τάξης.

Θεωρούνται τιμές για το C_∞ από το 0 ως την μικρότερη ακέραιη τιμή της C. Για κάθε τιμή που θεωρείται υπολογίζεται η τετμημένη $y = \ln(C - C_\infty)$ και κατασκευάζεται το διάγραμμά της τιμής y συναρτήσει του χρόνου t (min). Η εξίσωση που προκύπτει είναι της μορφής $y = a + b \cdot x$ όπου $y = \ln(C - C_\infty)$ και $x = t$. Σε αντιστοιχία με τη σχέση (1) έχουμε ότι $k = -b$ και $a = \ln(C_0 - C_\infty) \Rightarrow e^a = C_0 - C_\infty \Rightarrow C_0 = e^a + C_\infty$. Στη συνέχεια για τις τιμές των C_0 , k και C_∞ που προκύπτουν, υπολογίζεται η θεωρητική τιμή της συγκέντρωσης $C_{\text{θεωρητικό}} = C_\infty + (C_0 - C_\infty) \cdot e^{-k \cdot t}$. Τέλος υπολογίζεται το τυπικό σφάλμα απόκλισης

$$s = \sqrt{\frac{\sum(C - C_{\text{θεωρητικό}})^2}{n - p}} \quad \text{όπου } n \text{ ο αριθμός των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν (} n=20 \text{)}$$

και p το πλήθος των παραμέτρων ($p=3$, δηλ. a , b , C_{∞}). Για τις διάφορες τιμές C_{∞} που θεωρούνται υπολογίζονται οι αντίστοιχες αποκλίσεις s . Από τη μικρότερη τιμή του s που προκύπτει (αυτή που πλησιάζει περισσότερο το 0) λαμβάνεται η βέλτιστη τιμή των C_{∞} , C_0 και k . Για τις τιμές αυτές υπολογίζεται το $C_{\text{θεωρητικό}}$ και κατασκευάζεται η γραφική παράσταση της τιμής του συναρτήσει του χρόνου.

5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Συνθήκες προκατεργασίας προσροφητικών υλικών

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας μελετήθηκε η προσρόφηση από διάλυμα 500 mL χρωστικής ουσίας Μπλε του Μεθυλενίου (Methylene Blue) σε χρονικό διάστημα μίας εβδομάδας (ώστε να επέλθει ισορροπία). Ως προσροφητικό μέσο χρησιμοποιήθηκε πριονίδι πεύκου 0,5 g. Η προσρόφηση περιγράφεται από την εξίσωση της ισόθερμης Freundlich. Επίσης, μελετήθηκε η προσρόφηση από διάλυμα 1000 mL χρωστικής ουσίας Μπλε του Μεθυλενίου (Methylene Blue) σε διάφορα χρονικά διαστήματα (π.χ. 5 ή 10 min) ώστε να προσδιοριστούν οι κινητικές παράμετροι της προσρόφησης. Ως προσροφητικό μέσο χρησιμοποιήθηκε πριονίδι πεύκου 1 g. Η κινητική της προσρόφησης περιγράφεται από την εξίσωση Langergren.

Το πριονίδι πεύκου χρησιμοποιήθηκε στην απροκατέργαστη μορφή του (original) και προκατεργασμένο σε μία σειρά συνθηκών συγκέντρωσης H_2SO_4 (0,1125, 0,225, 0,45, 0,9, 1,8, 3,6 N) στους $100^\circ C$. Ο χρόνος προθέρμανσης ήταν 40 λεπτά.

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, από πειράματα κινητικής προσρόφησης σε διαλύματα χρωστικών ουσιών Methylene Blue και Red Basic 22 από πριονίδι πεύκου [44], βάσει των τιμών της σταθεράς 'χωρητικότητας' της προσρόφησης K_F του μοντέλου Freundlich και της χωρητικότητας q_m του μοντέλου Langmuir, προέκυψε αύξηση της ικανότητας του προσροφητικού μέσου, ως αποτέλεσμα της προκατεργασίας που υπέστη. Σε εντονότερες, δε, συνθήκες προκατεργασίας προέκυψε μεγαλύτερη βελτίωση της σταθεράς K_F . Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση της πιθανής βελτίωσης της ικανότητας των προσροφητικών υλικών στην προσρόφηση της χρωστικής Methylene Blue, κατόπιν προκατεργασίας στις προαναφερθείσες συνθήκες.

5.2 Παρουσίαση αποτελεσμάτων ισόθερμων

Για καθένα από τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ως προσροφητικά μέσα (ανάλογα με τις συνθήκες προκατεργασίας), παρατίθενται πίνακες με τα πειραματικά δεδομένα των συγκεντρώσεων κάθε διαλύματος: αρχικής συγκέντρωσης C_0 (σειρά έξι αραιώσεων) και συγκέντρωσης ισορροπίας C_e , καθώς και με τις τιμές των παραμέτρων q , $\log q$ και $\log C_e$, οι

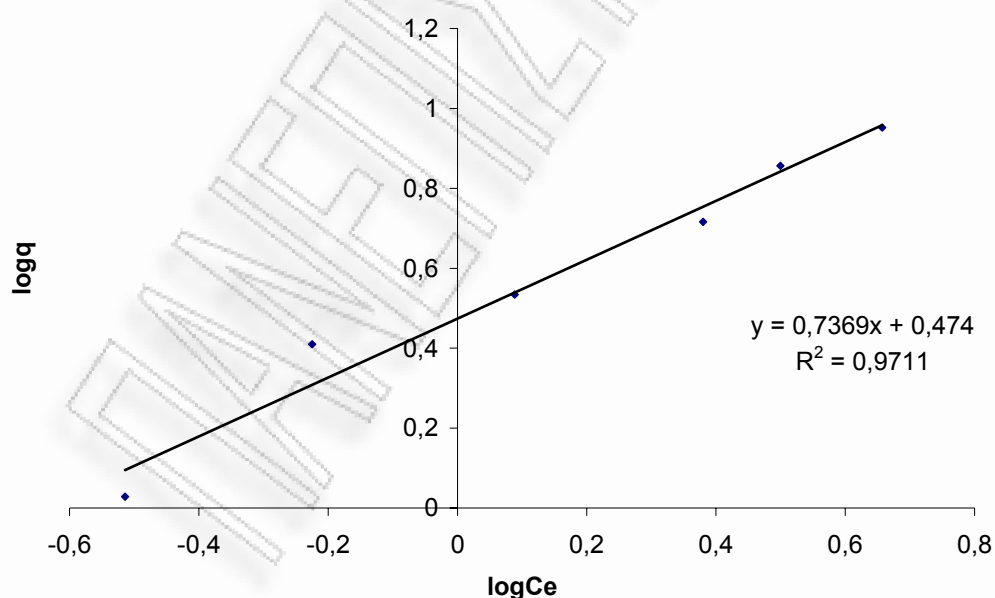
οποίες υπολογίζονται στο φύλλο Excel. Ακολουθούν πίνακες με τις τιμές των σταθερών K_F και n της ισόθερμης Freundlich, όπως προκύπτουν από τους υπολογισμούς, και γραφήματα του λογάριθμου της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα μάζας του προσροφητικού μέσου $\log q$, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία $\log C_e$. Στη συνέχεια για κάθε σειρά προκατεργασίας, οι τιμές των σταθερών αυτών τοποθετούνται σε συγκεντρωτικούς πίνακες και κατασκευάζονται διαγράμματα της παραμέτρου K_F , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας του υλικού, $t_{\text{pretreatment}}$.

5.2.1. Αναλυτικοί Πίνακες Ισόθερμων

Πίνακες 5.2.1-1 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου απροκατέργαστο.

πριονίδι πεύκου απροκατέργαστο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
$C_0(t=0)$	13,49	10,35	7,60	4,65	3,16	1,37
$C_e(t=168)$	4,54	3,16	2,40	1,23	0,60	0,31
C_e	4,54	3,16	2,40	1,23	0,60	0,31
q	8,96	7,19	5,20	3,42	2,57	1,07
$\log C_e$	0,6569	0,4995	0,38	0,088	-0,22	-0,51
$\log q$	0,9521	0,8566	0,716	0,534	0,41	0,028

πριονίδι πεύκου απρ/ργαστο	
$\log K_F$	0,474
$1/n$	0,7369
K_F	2,9782
n	1,3569
R^2	0,9711

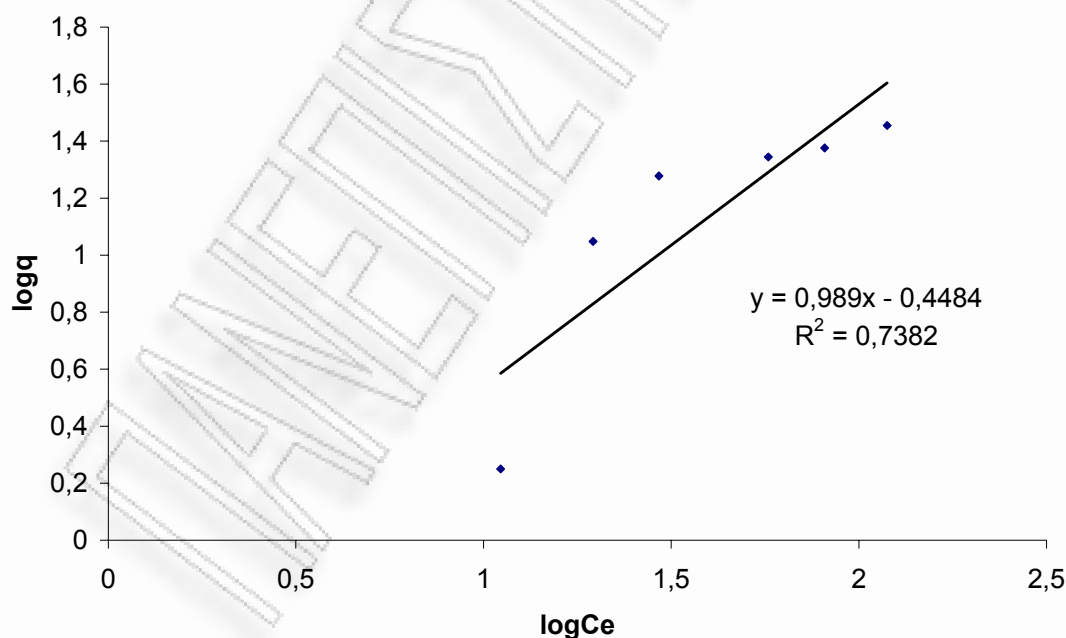


Σχήμα 5.2.1-1 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσε του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου απροκατέργαστο.

Πίνακες 5.2.1-2 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀(t=0)	147,48	104,75	79,44	48,29	30,75	12,88
Ce (t=168)	118,99	80,98	57,35	29,32	19,58	11,10
Ce	118,99	80,98	57,35	29,32	19,58	11,10
q	28,49	23,76	22,09	18,97	11,17	1,78
logCe	2,075508	1,908385	1,75852	1,467	1,292	1,045
logq	1,454633	1,375927	1,3442	1,278	1,048	0,25

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	-0,44841
1/n	0,988956
K_F	0,356115
n	1,011168
R	-0,44841
R²	0,738

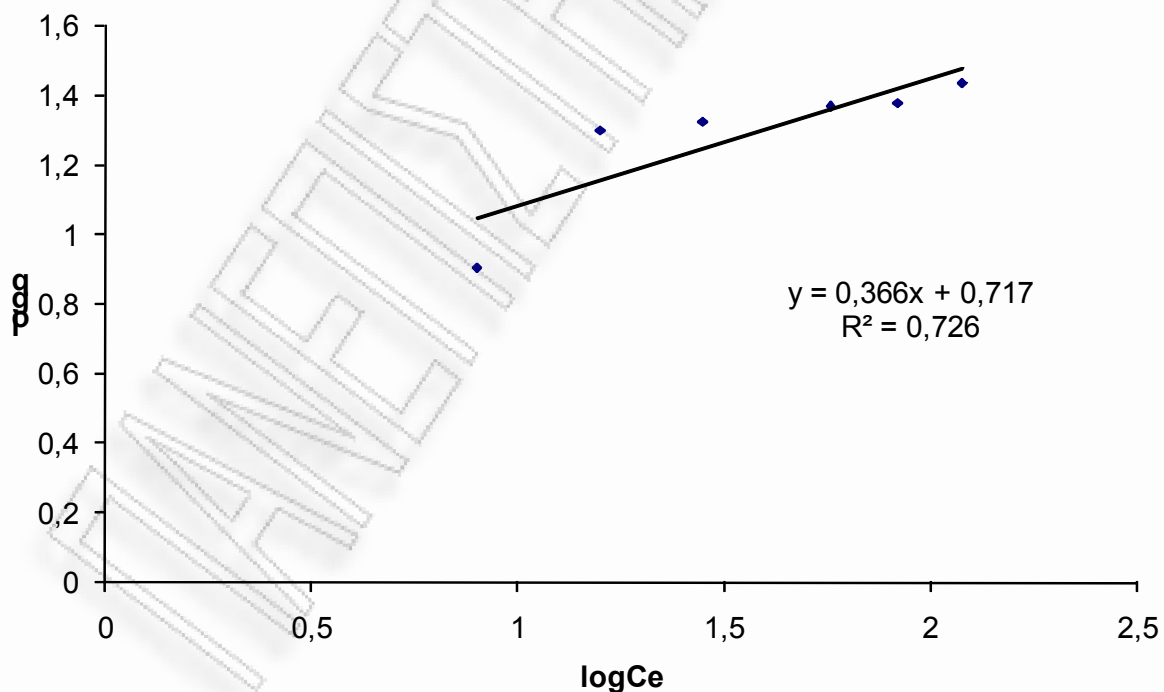


Σχήμα 5.2.1-2 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακας 5.2.1-3 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	146,57	107,08	80,71	49,22	35,86	16,00
C_e (t=168)	119,23	83,18	57,30	28,07	15,87	7,99
C_e	119,23	83,18	57,30	28,07	15,87	7,99
q	27,35	23,91	23,42	21,15	19,99	8,00
logC_e	2,076369	1,919995	1,75812	1,448	1,201	0,903
logq	1,436891	1,378558	1,36953	1,325	1,301	0,903

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,717372
1/n	0,366443
K_F	5,216416
n	2,728937
R²	0,726

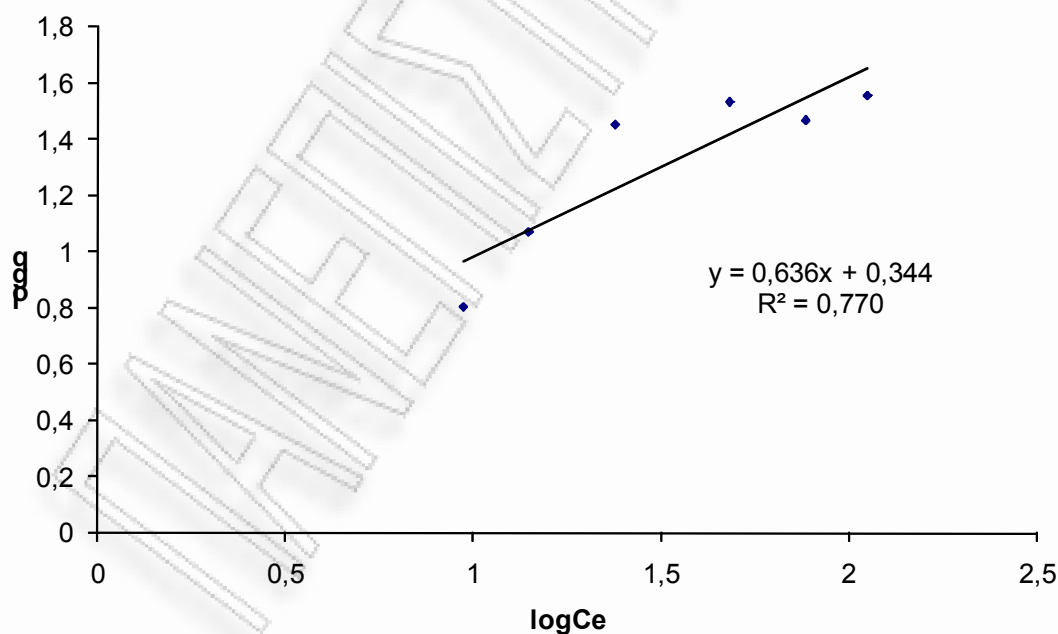


Σχήμα 5.2.1-3 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσε του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 1h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-4 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	147,97	106,08	82,32	52,20	25,80	15,77
C_e (t=168)	112,13	76,83	48,29	23,94	14,10	9,45
C_e	112,13	76,83	48,29	23,94	14,10	9,45
q	35,84	29,26	34,04	28,26	11,71	6,32
logC_e	2,049723	1,885505	1,68384	1,379	1,149	0,975
logq	1,554317	1,466241	1,53194	1,451	1,068	0,801

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,344205
1/n	0,636634
K_F	2,209046
n	1,570761
R²	0,770

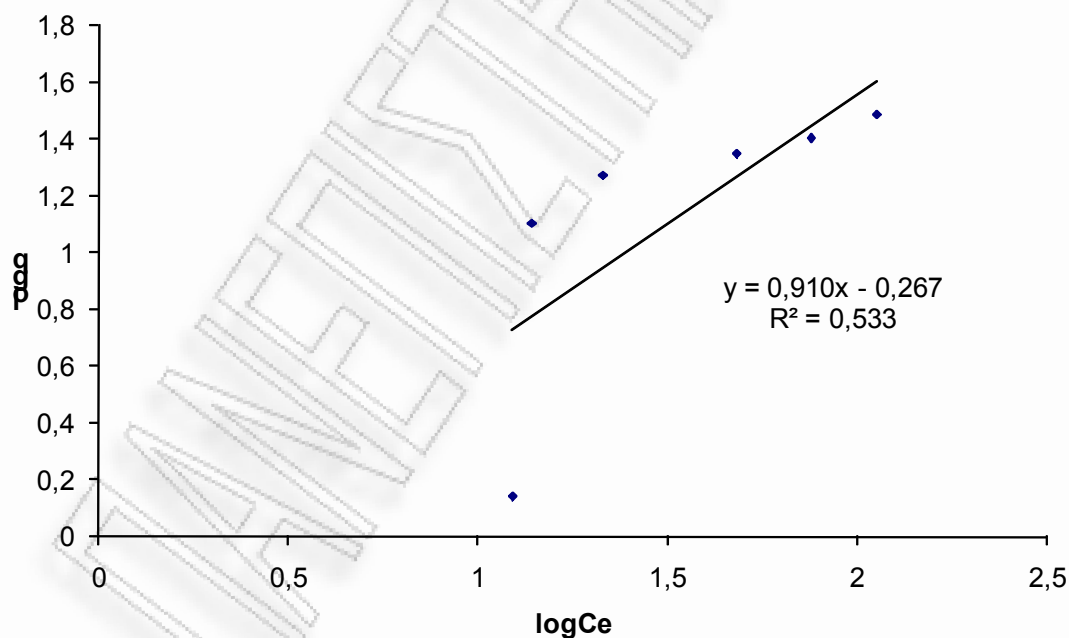


Σχήμα 5.2.1-4 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 2h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-5 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 3h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C ₀ (t=0)	143,38	100,88	70,35	39,97	26,46	13,70
Ce (t=168)	112,83	75,64	48,15	21,32	13,83	12,32
Ce	112,83	75,64	48,15	21,32	13,83	12,32
q	30,54	25,25	22,20	18,65	12,63	1,38
logCe	2,049723	1,885505	1,68384	1,379	1,149	0,975
logq	1,554317	1,466241	1,53194	1,451	1,068	0,801

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK _F	-0,26715
1/n	0,910114
K _F	0,540573
n	1,098764
R ²	0,553

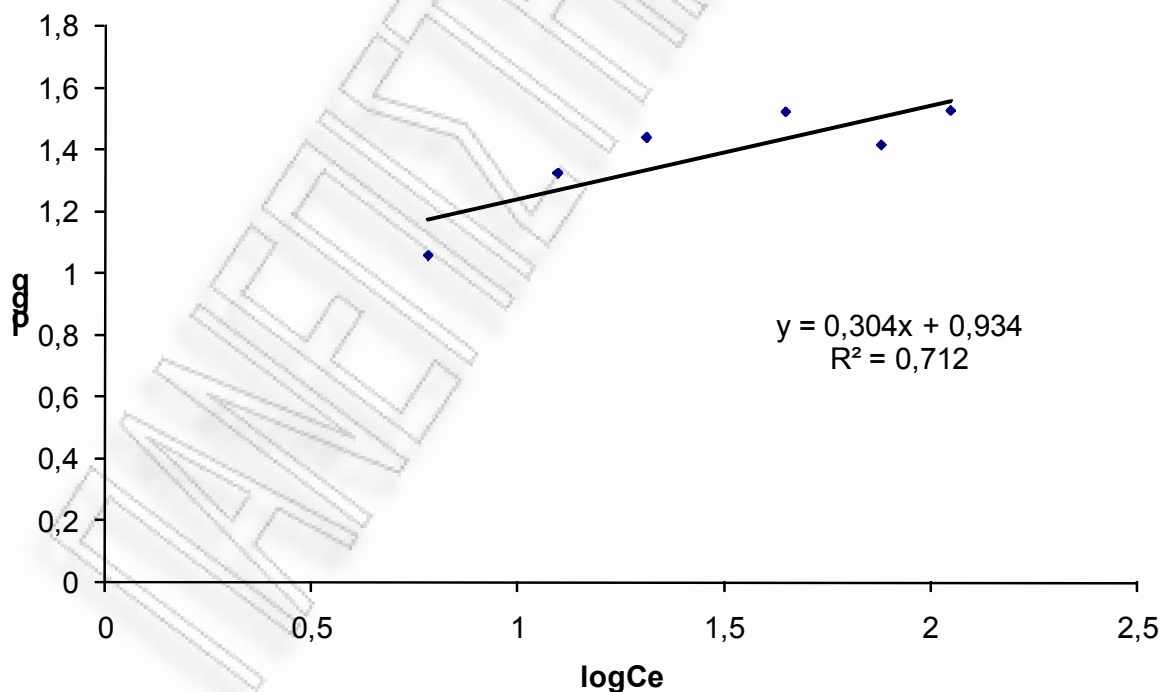


Σχήμα 5.2.1-5 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 3h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακας 5.2.1-6 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 4h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	145,74	101,94	77,91	47,94	33,53	17,48
C_e (t=168)	112,18	75,96	44,65	20,50	12,49	6,05
C_e	109,59	75,56	48,07	21,71	10,84	6,05
q	37,43	31,57	31,81	28,07	20,61	10,19
logC_e	2,03978	1,878299	1,68191	1,337	1,035	0,782
logq	1,57322	1,499301	1,5025	1,448	1,314	1,008

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,93461
1/n	0,304891
K_F	8,602205
n	3,279866
R²	0,712

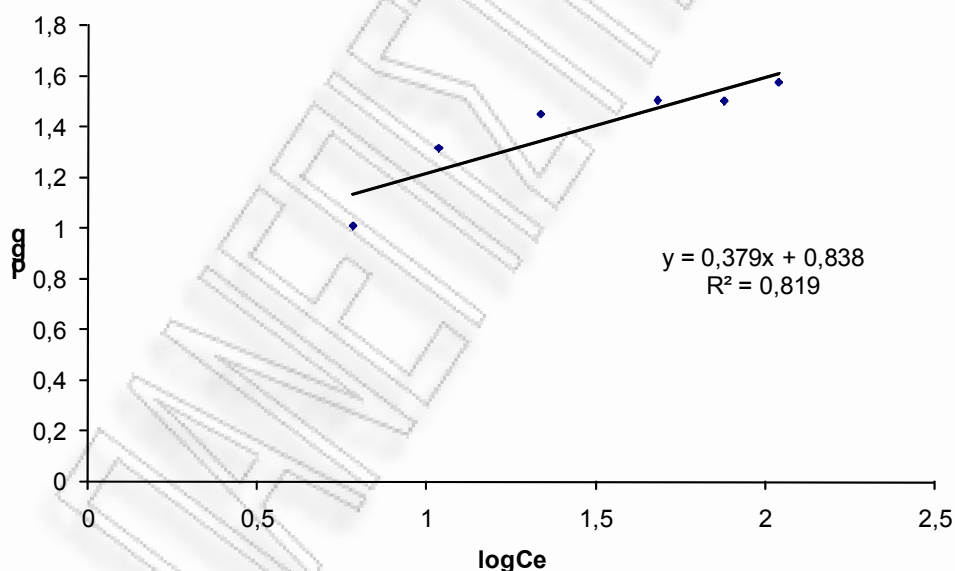


Σχήμα 5.2.1-6 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσε του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 4h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-7 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 5h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀(t=0)	147,02	107,13	79,88	49,78	31,45	16,25
Ce (t=168)	109,59	75,56	48,07	21,71	10,84	6,05
Ce	109,59	75,56	48,07	21,71	10,84	6,05
q	37,43	31,57	31,81	28,07	20,61	10,19
logCe	2,03978	1,878299	1,68191	1,337	1,035	0,782
logq	1,57322	1,499301	1,5025	1,448	1,314	1,008

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,838032
1/n	0,378979
K_F	6,887025
n	2,638668
R²	0,819

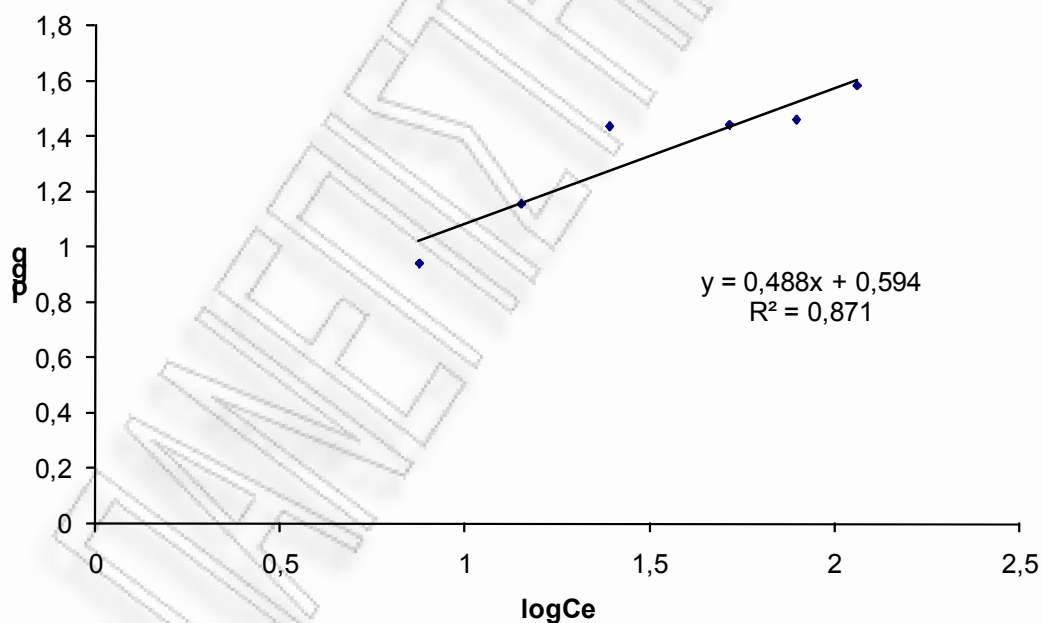


Σχήμα 5.2.1-7 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 5h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-8 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 0,5h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	153,17	107,43	79,46	51,72	28,49	16,22
C_e (t=168)	115,04	78,73	51,99	24,60	14,19	7,52
C_e	115,04	78,73	51,99	24,60	14,19	7,52
q	38,14	28,70	27,47	27,13	14,30	8,71
logC_e	2,060832	1,896114	1,71592	1,391	1,152	0,876
logq	1,58136	1,457909	1,43891	1,433	1,155	0,94

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,59412
1/n	0,488587
K_F	3,927532
n	2,046718
R²	0,871

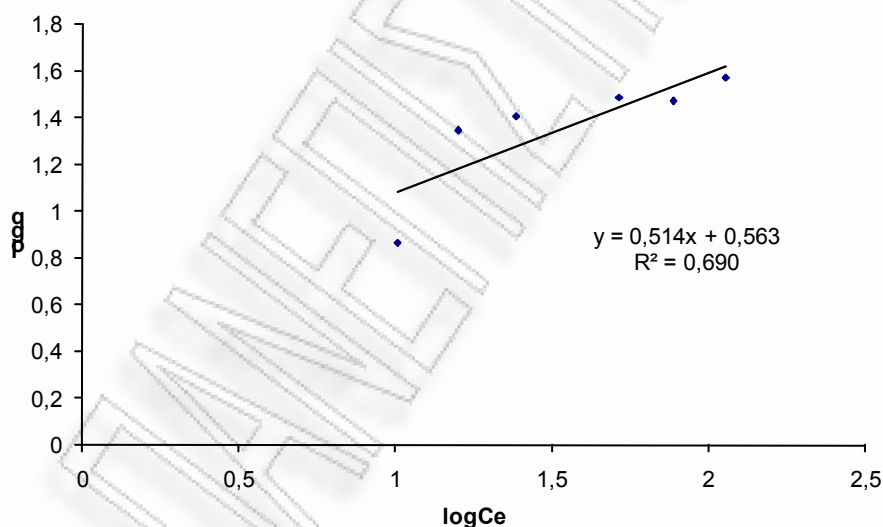


Σχήμα 5.2.1-8 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 0,5h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-9 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 1h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	150,82	107,08	82,52	49,81	38,09	17,50
Ce (t=168)	113,67	77,54	51,88	24,39	15,95	10,20
Ce	113,67	77,54	51,88	24,39	15,95	10,20
q	37,16	29,54	30,64	25,42	22,14	7,30
logCe	2,055627	1,889538	1,71503	1,387	1,203	1,009
logq	1,570041	1,470441	1,48622	1,405	1,345	0,863

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,563143
1/n	0,514291
K_F	3,657151
n	1,944426
R²	0,690

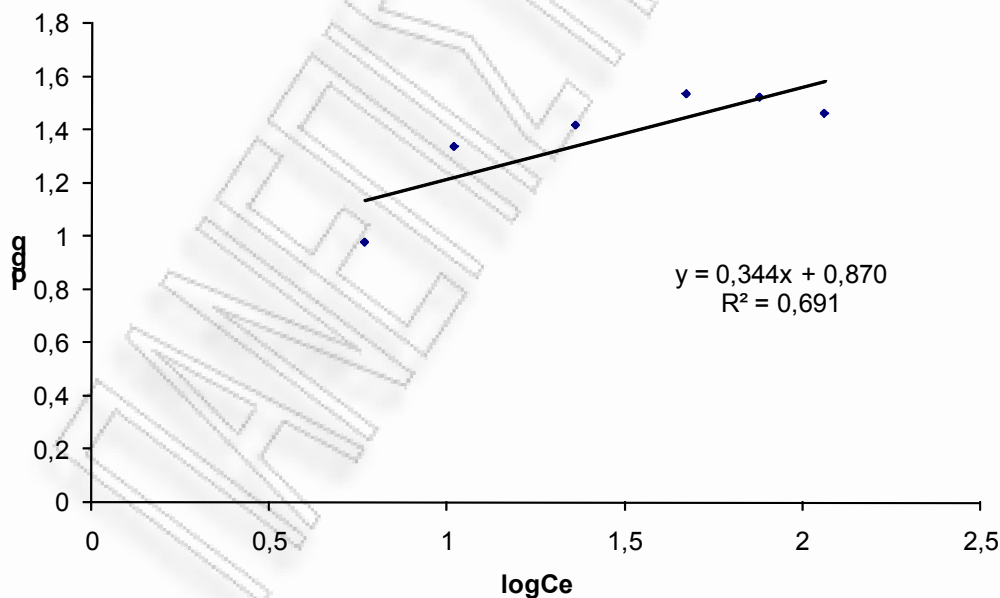


Σχήμα 5.2.1-9 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-10 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀(t=0)	144,55	109,27	81,52	49,22	32,27	15,33
Ce(t=168)	115,62	76,01	47,19	23,06	10,51	5,88
Ce	115,62	76,01	47,19	23,06	10,51	5,88
q	28,93	33,26	34,33	26,16	21,77	9,45
logCe	2,063045	1,88086	1,67387	1,363	1,021	0,769
logq	1,461346	1,521962	1,53564	1,418	1,338	0,975

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,87084
1/n	0,344868
K_F	7,427454
n	2,899658
R²	0,691

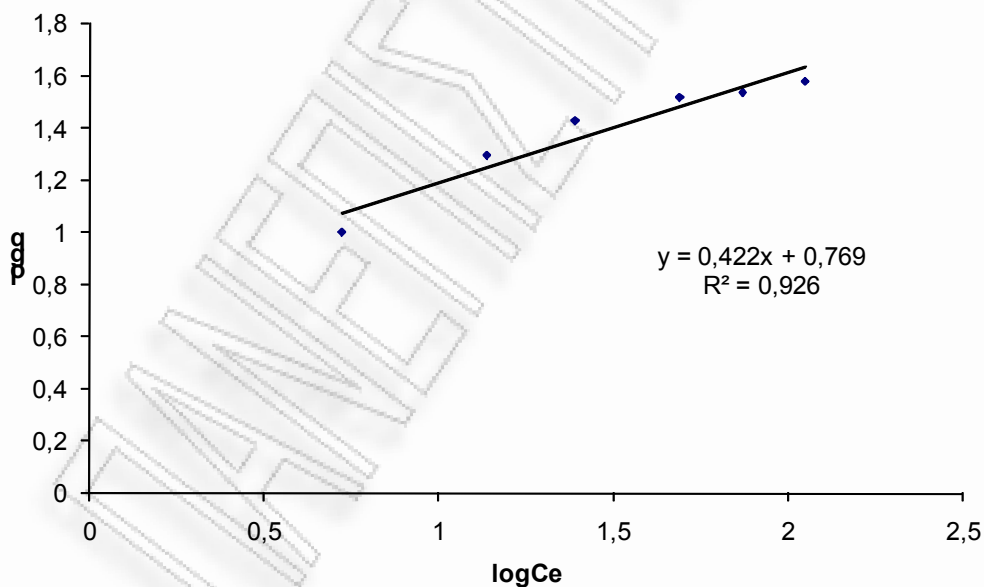


Σχήμα 5.2.1-10 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-11 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	149,63	108,31	81,74	51,35	33,48	15,33
C_e (t=168)	111,70	73,97	48,82	24,54	13,73	5,28
C_e	111,70	73,97	48,82	24,54	13,73	5,28
q	37,93	34,34	32,92	26,81	19,75	10,05
logC_e	2,048072	1,869043	1,68861	1,39	1,138	0,723
logq	1,578961	1,535832	1,51742	1,428	1,296	1,002

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,769942
1/n	0,422131
K_F	5,887646
n	2,368935
R²	0,926

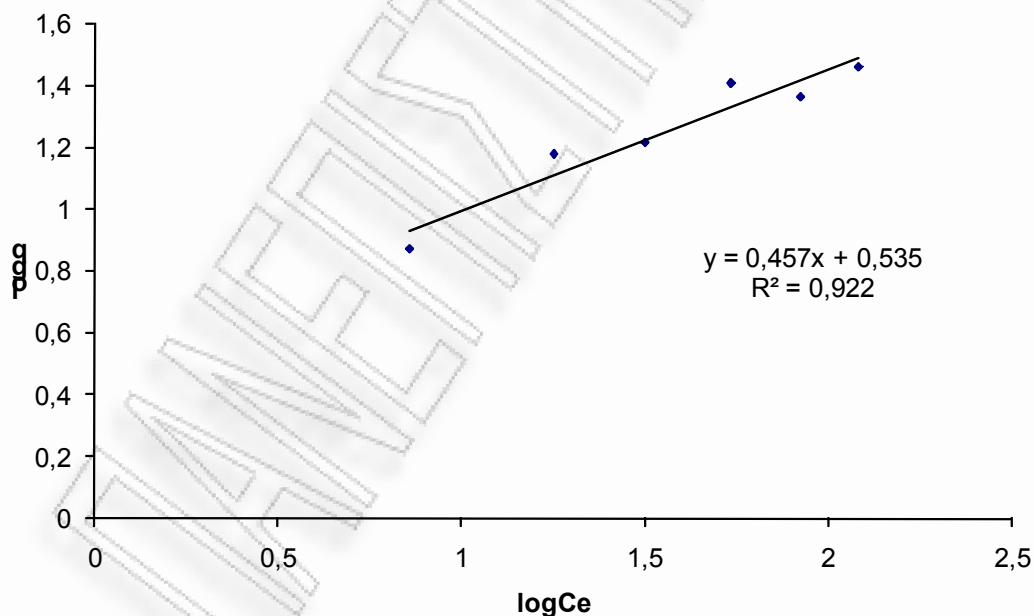


Σχήμα 5.2.1-11 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσεως του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-12 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	149,85	107,18	79,95	48,07	32,97	14,66
C_e (t=168)	120,97	84,10	54,35	31,66	17,90	7,24
C_e	120,97	84,10	54,35	31,66	17,90	7,24
q	28,88	23,08	25,61	16,41	15,06	7,42
logC_e	2,082681	1,924787	1,73517	1,501	1,253	0,86
logq	1,460552	1,363309	1,40835	1,215	1,178	0,87

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,535465
1/n	0,457766
K_F	3,431353
n	2,184522
R²	0,922

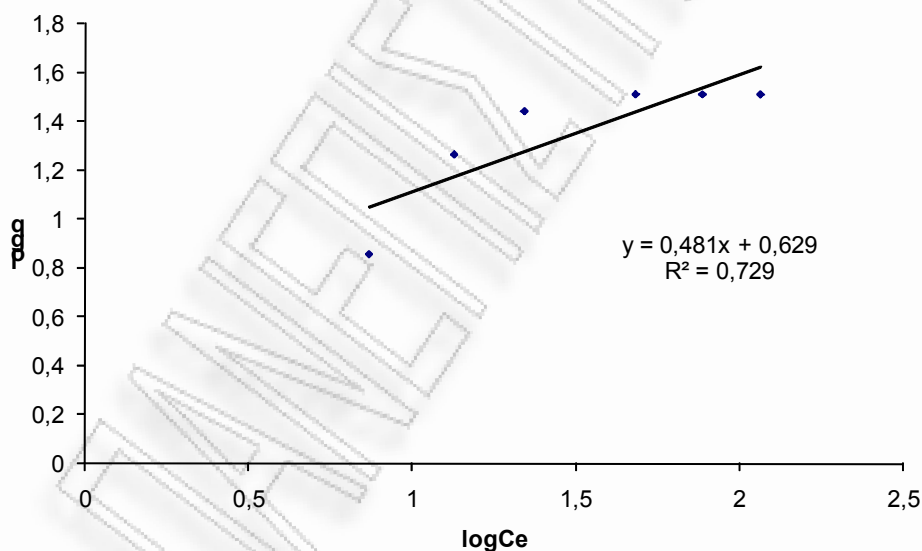


Σχήμα 5.2.1-12 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-13 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	148,21	109,32	80,69	49,68	31,90	14,59
C_e (t=168)	115,78	76,95	48,21	22,05	13,46	7,40
C_e	115,78	76,95	48,21	22,05	13,46	7,40
q	32,44	32,37	32,48	27,63	18,44	7,19
logC_e	2,063621	1,886204	1,68311	1,343	1,129	0,869
logq	1,511023	1,51016	1,51162	1,441	1,266	0,856

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,62925
1/n	0,481451
K_F	4,258431
n	2,077054
R²	0,729

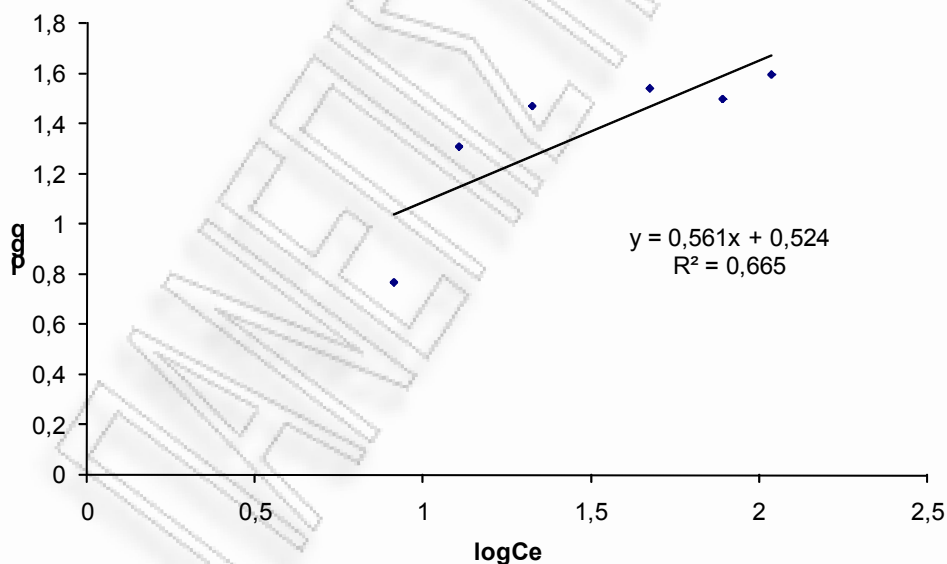


Σχήμα 5.2.1-13 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακας 5.2.1-14 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀(t=0)	148,46	109,52	81,96	50,53	33,10	14,00
Ce (t=168)	109,05	78,06	47,27	21,12	12,80	8,18
Ce	109,05	78,06	47,27	21,12	12,80	8,18
q	39,41	31,46	34,69	29,41	20,30	5,82
logCe	2,037622	1,89243	1,6746	1,325	1,107	0,913
logq	1,59561	1,497729	1,54016	1,468	1,307	0,765

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,524547
1/n	0,561732
K_F	3,346161
n	1,780208
R²	0,665

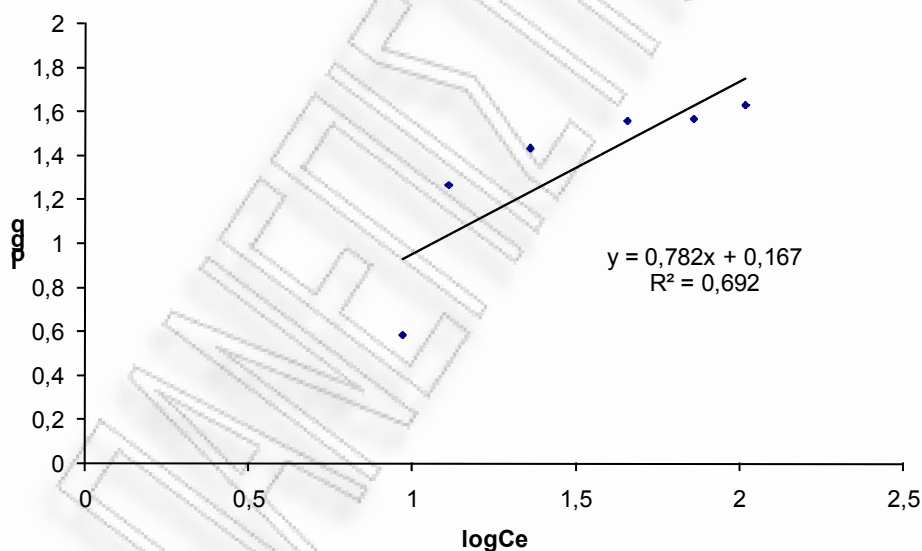


Σχήμα 5.2.1-14 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-15 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	147,48	109,59	81,74	50,15	31,37	13,17
Ce (t=168)	104,75	72,77	45,56	23,01	12,95	9,36
Ce	104,75	72,77	45,56	23,01	12,95	9,36
q	42,73	36,82	36,18	27,15	18,42	3,81
logCe	2,020137	1,861937	1,65857	1,362	1,112	0,971
logq	1,630729	1,566141	1,55847	1,434	1,265	0,581

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,167617
1/n	0,782301
K_F	1,471014
n	1,27828
R²	0,692

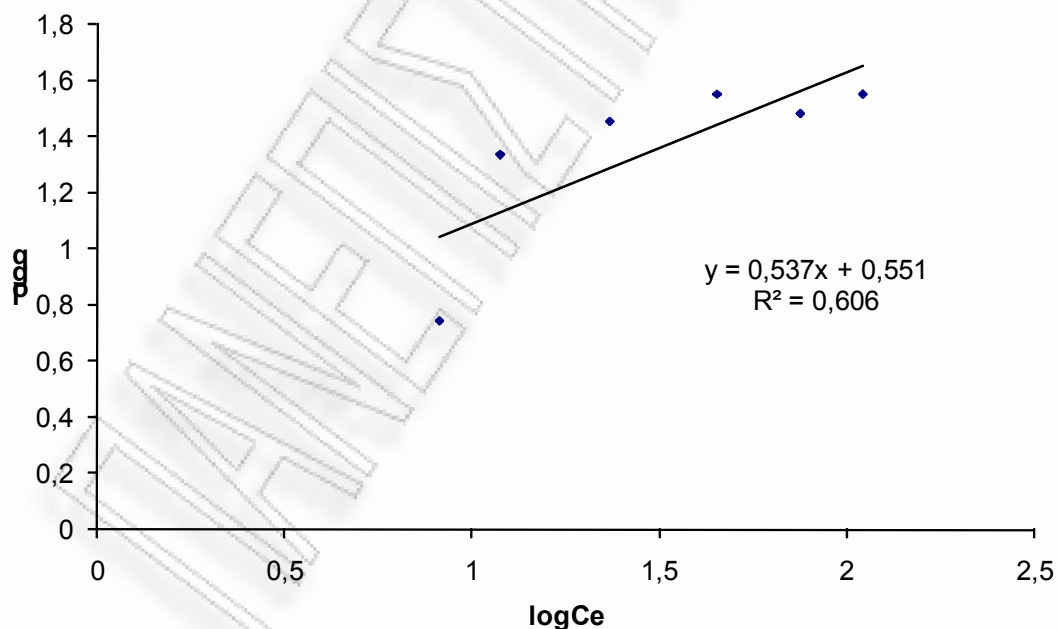


Σχήμα 5.2.1-15 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-16 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	146,09	105,45	80,64	51,75	33,53	13,73
C_e (t=168)	110,58	75,19	45,13	23,37	11,91	8,20
C_e	110,58	75,19	45,13	23,37	11,91	8,20
q	35,50	30,26	35,51	28,38	21,62	5,53
logC_e	2,043691	1,876152	1,65446	1,369	1,076	0,914
logq	1,550285	1,480894	1,55034	1,453	1,335	0,743

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,551427
1/n	0,537725
K_F	3,559814
n	1,859688
R²	0,606

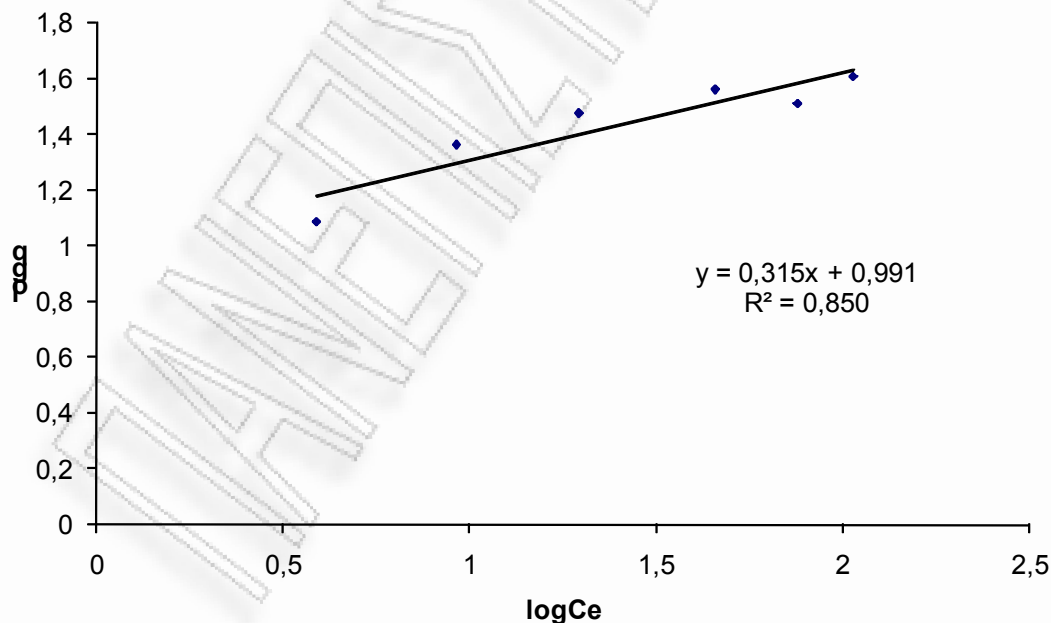


Σχήμα 5.2.1-16 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσε του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-17 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀(t=0)	147,23	108,09	82,01	49,62	32,30	16,07
Ce(t=168)	106,69	75,64	45,56	19,66	9,24	3,89
Ce	106,69	75,64	45,56	19,66	9,24	3,89
q	40,54	32,45	36,45	29,97	23,06	12,18
logCe	2,028137	1,878727	1,65857	1,294	0,966	0,59
logq	1,607862	1,51126	1,56168	1,477	1,363	1,086

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,991939
1/n	0,315418
K_F	9,816107
n	3,1704
R²	0,850

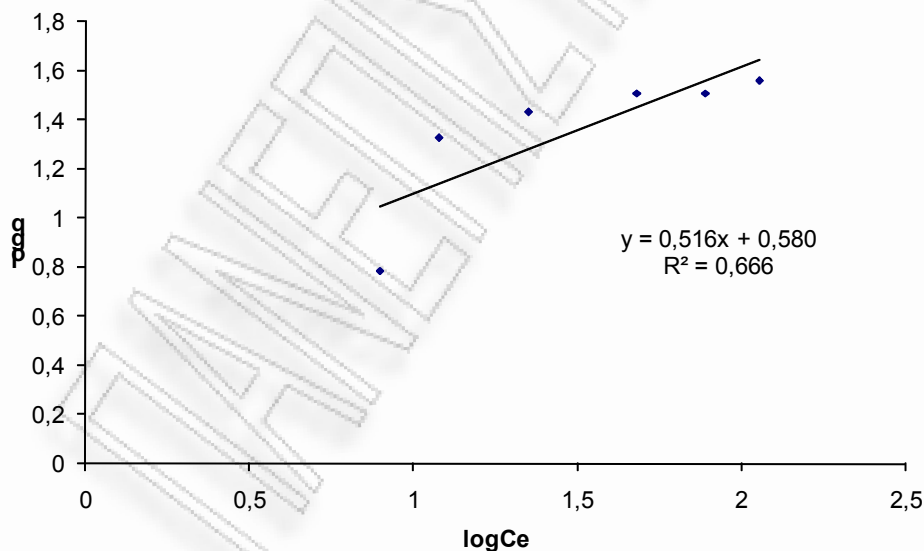


Σχήμα 5.2.1-17 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσεως του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-18 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	149,53	109,39	80,00	49,36	33,10	13,95
C_e (t=168)	113,41	77,42	47,94	22,41	11,96	7,90
C_e	113,41	77,42	47,94	22,41	11,96	7,90
q	36,11	31,98	32,06	26,95	21,14	6,05
logC_e	2,054661	1,888846	1,6807	1,35	1,078	0,898
logq	1,557666	1,504822	1,50599	1,43	1,325	0,781

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,580697
1/n	0,516349
K_F	3,808004
n	1,936673
R²	0,666

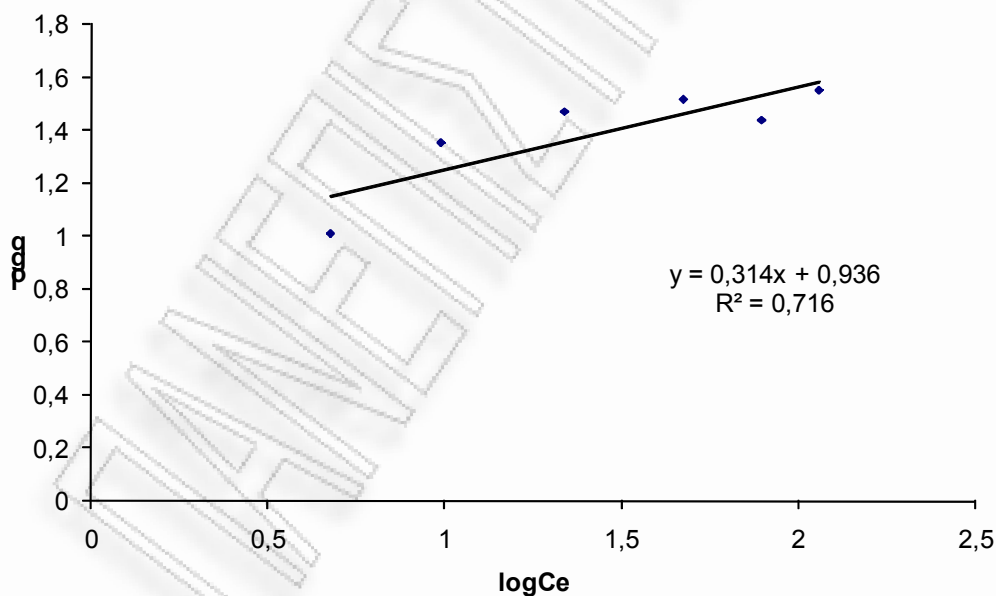


Σχήμα 5.2.1-18 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-19 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	150,24	106,28	80,27	51,25	32,25	14,91
C_e (t=168)	114,65	78,90	47,41	21,84	9,78	4,76
C_e	114,65	78,90	47,41	21,84	9,78	4,76
q	35,59	27,38	32,87	29,41	22,47	10,15
logC_e	2,059388	1,897062	1,67583	1,339	0,99	0,677
logq	1,551327	1,437448	1,51675	1,468	1,352	1,006

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,93607
1/n	0,314341
K_F	8,631177
n	3,181257
R²	0,716

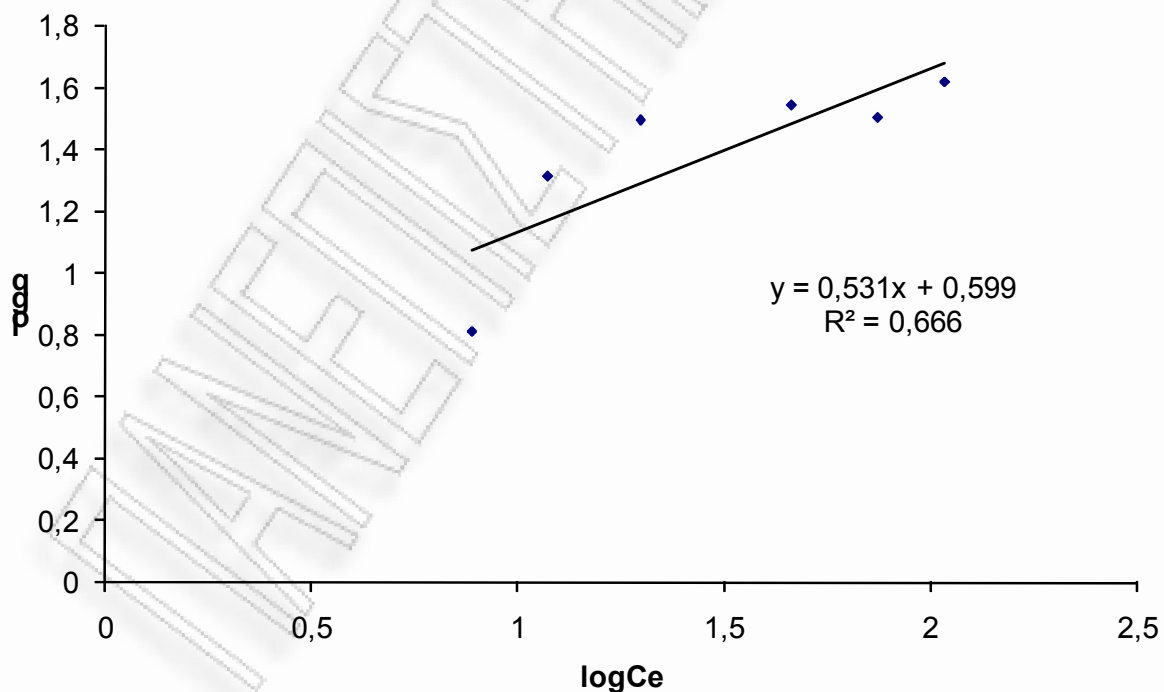


Σχήμα 5.2.1-19 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-20 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	149,88	106,30	81,10	51,22	32,46	14,24
C_e (t=168)	108,21	74,39	46,01	19,89	11,84	7,77
C_e	108,21	74,39	46,01	19,89	11,84	7,77
q	41,67	31,91	35,09	31,33	20,62	6,48
logC_e	2,034276	1,871525	1,66289	1,299	1,073	0,89
logq	1,619843	1,503938	1,54518	1,496	1,314	0,811

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,599229
1/n	0,531693
K_F	3,974013
n	1,880784
R²	0,666

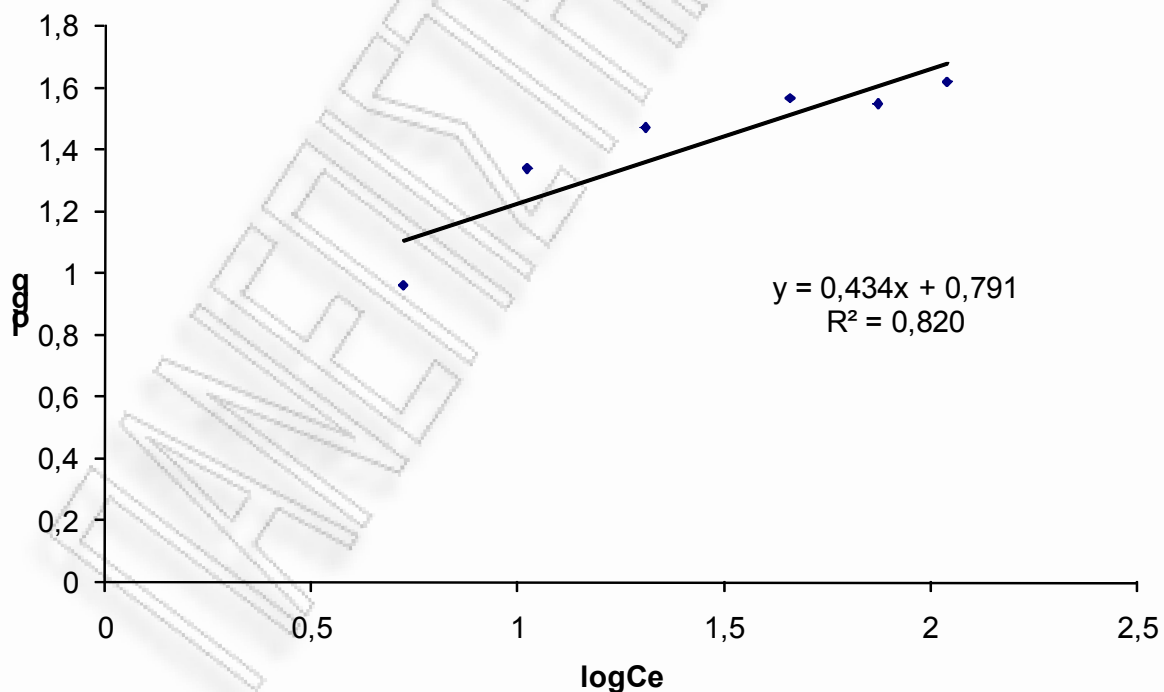


Σχήμα 5.2.1-20 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-21 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	151,08	109,67	82,37	49,94	32,33	14,37
C_e (t=168)	109,52	74,39	45,61	20,37	10,55	5,28
C_e	109,52	74,39	45,61	20,37	10,55	5,28
q	41,56	35,27	36,76	29,57	21,77	9,08
logC_e	2,039486	1,871525	1,65908	1,309	1,023	0,723
logq	1,618657	1,547463	1,56538	1,471	1,338	0,958

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,791484
1/n	0,434728
K_F	6,18706
n	2,300288
R²	0,820

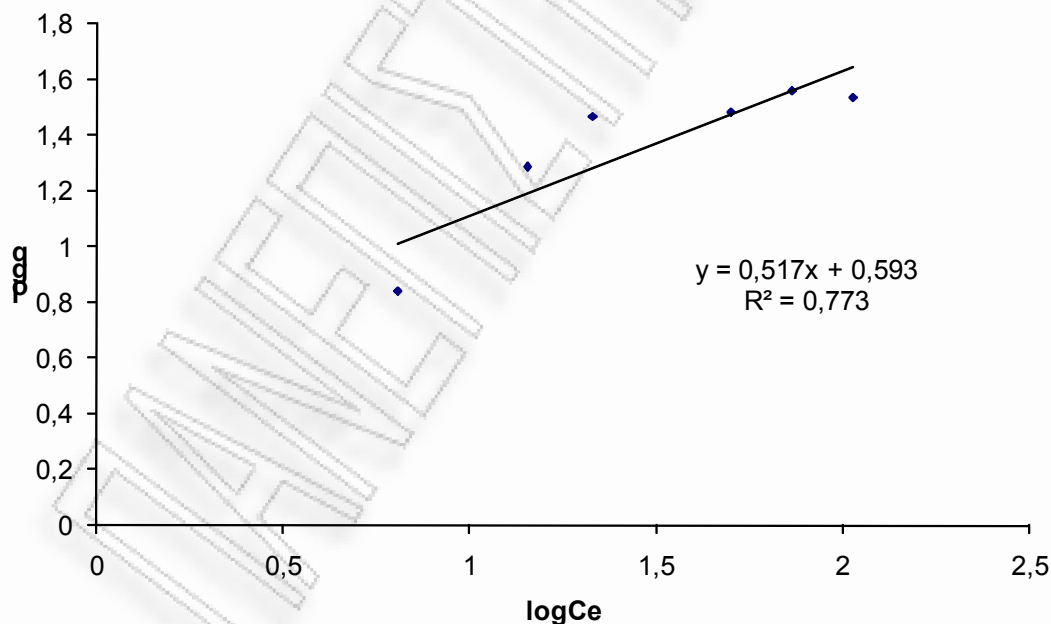


Σχήμα 5.2.1-21 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσε του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-22 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C ₀ (t=0)	141,23	109,47	80,61	50,66	33,58	13,29
Ce (t=168)	106,99	73,29	50,37	21,40	14,32	6,41
Ce	106,99	73,29	50,37	21,40	14,32	6,41
q	34,25	36,18	30,25	29,26	19,27	6,88
logCe	2,029329	1,865063	1,70215	1,33	1,156	0,807
logq	1,534603	1,558415	1,48068	1,466	1,285	0,838

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK _F	0,593065
1/n	0,517895
K _F	3,918008
n	1,930892
R ²	0,773

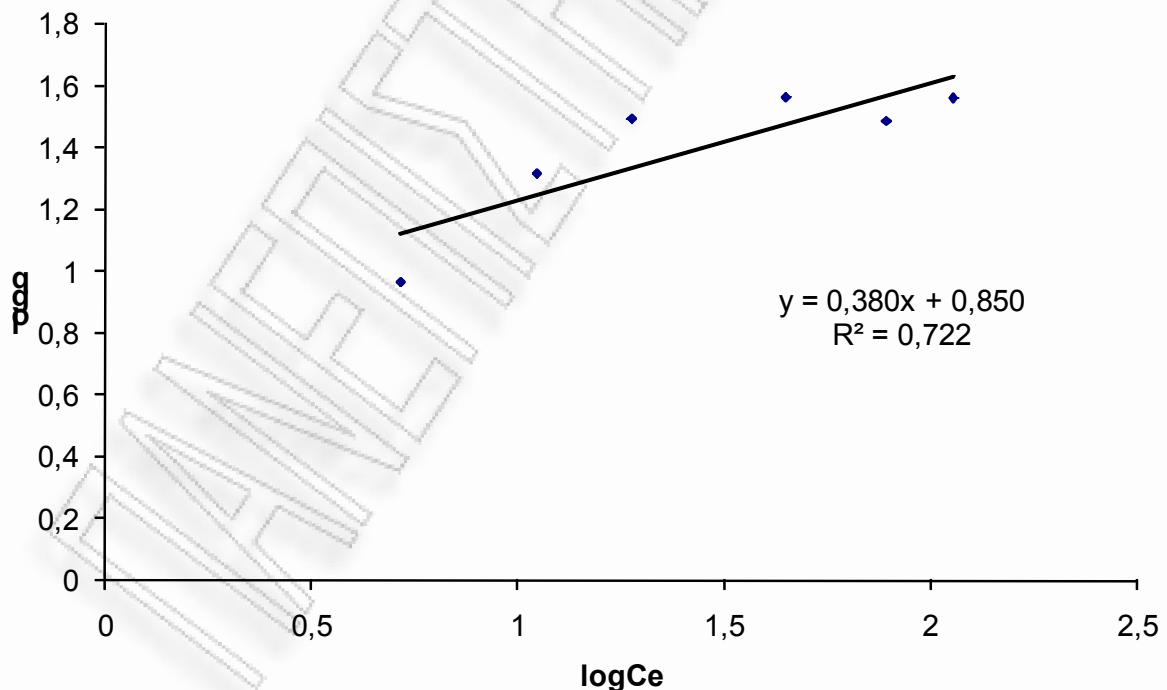


Σχήμα 5.2.1-22 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-23 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	149,85	108,68	81,23	50,02	31,79	14,39
C_e (t=168)	113,36	77,94	44,54	18,84	11,10	5,19
C_e	113,36	77,94	44,54	18,84	11,10	5,19
q	36,49	30,74	36,69	31,18	20,69	9,20
logC_e	2,054467	1,891744	1,64875	1,275	1,045	0,715
logq	1,562126	1,487738	1,5645	1,494	1,316	0,964

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,850374
1/n	0,380668
K_F	7,085555
n	2,626963
R²	0,722

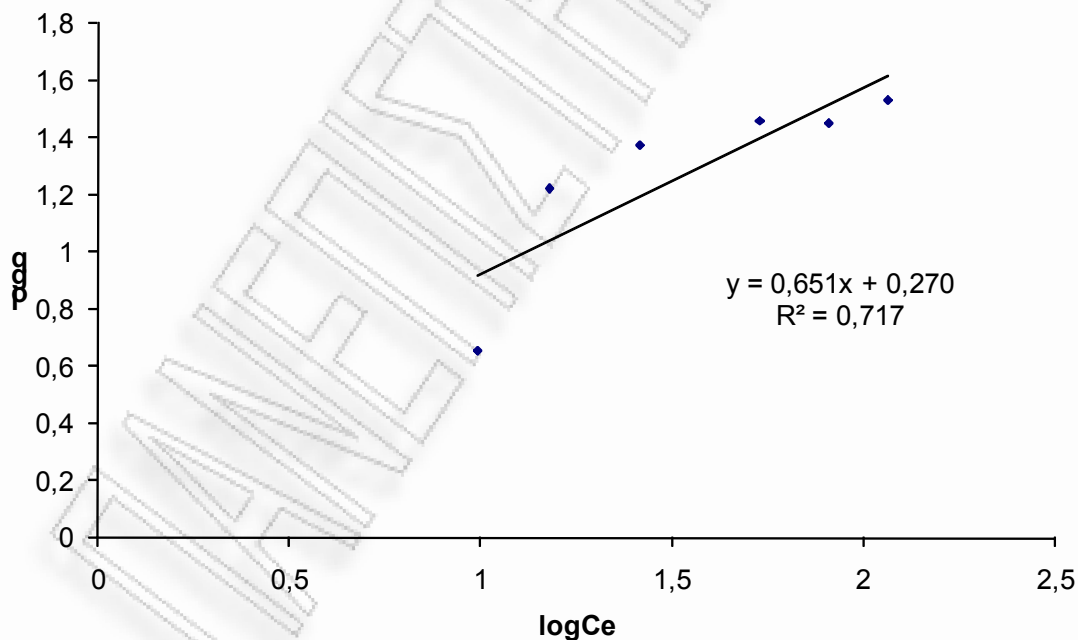


Σχήμα 5.2.1-23 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσε του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακας 5.2.1-24 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	149,85	108,68	81,23	50,02	31,79	14,39
C_e (t=168)	113,36	77,94	44,54	18,84	11,10	5,19
C_e	113,36	77,94	44,54	18,84	11,10	5,19
q	36,49	30,74	36,69	31,18	20,69	9,20
logC_e	2,054467	1,891744	1,64875	1,275	1,045	0,715
logq	1,562126	1,487738	1,5645	1,494	1,316	0,964

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,850374
1/n	0,380668
K_F	7,085555
n	2,626963
R²	0,717

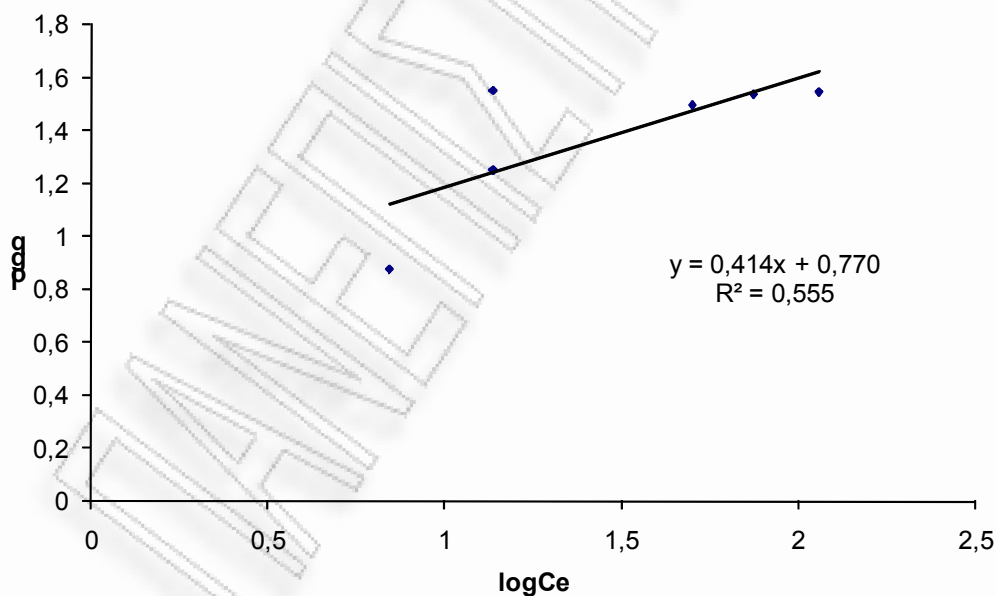


Σχήμα 5.2.1-24 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-25 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	149,17	108,95	81,37	49,17	31,47	14,49
C_e (t=168)	114,15	74,67	50,10	13,68	13,68	6,97
C_e	114,15	74,67	50,10	13,68	13,68	6,97
q	35,02	34,28	31,27	35,49	17,79	7,52
logC_e	2,05746	1,873122	1,69985	1,136	1,136	0,843
logq	1,544352	1,535098	1,49514	1,55	1,25	0,876

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,77048
1/n	0,414831
K_F	5,894947
n	2,410619
R²	0,555

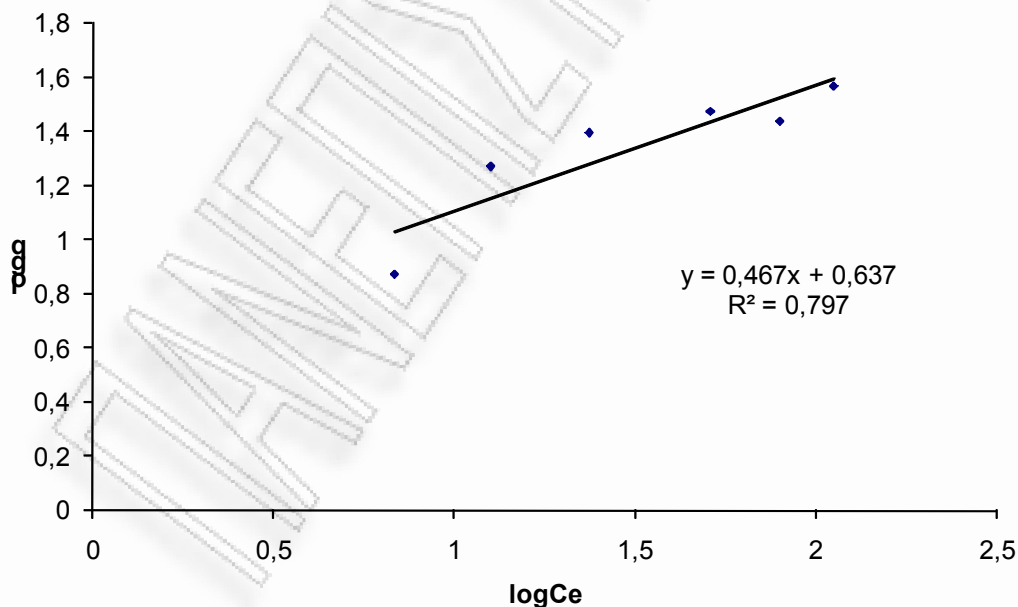


Σχήμα 5.2.1-25 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσε του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-26 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀(t=0)	149,17	106,96	80,91	48,55	31,31	14,29
Ce (t=168)	112,23	79,59	51,14	23,68	12,66	6,86
Ce	112,23	79,59	51,14	23,68	12,66	6,86
q	36,94	27,38	29,77	24,87	18,65	7,43
logCe	2,050111	1,900832	1,70876	1,374	1,102	0,836
logq	1,567477	1,437383	1,47376	1,396	1,271	0,871

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,637467
1/n	0,467128
K_F	4,339773
n	2,140741
R²	0,797

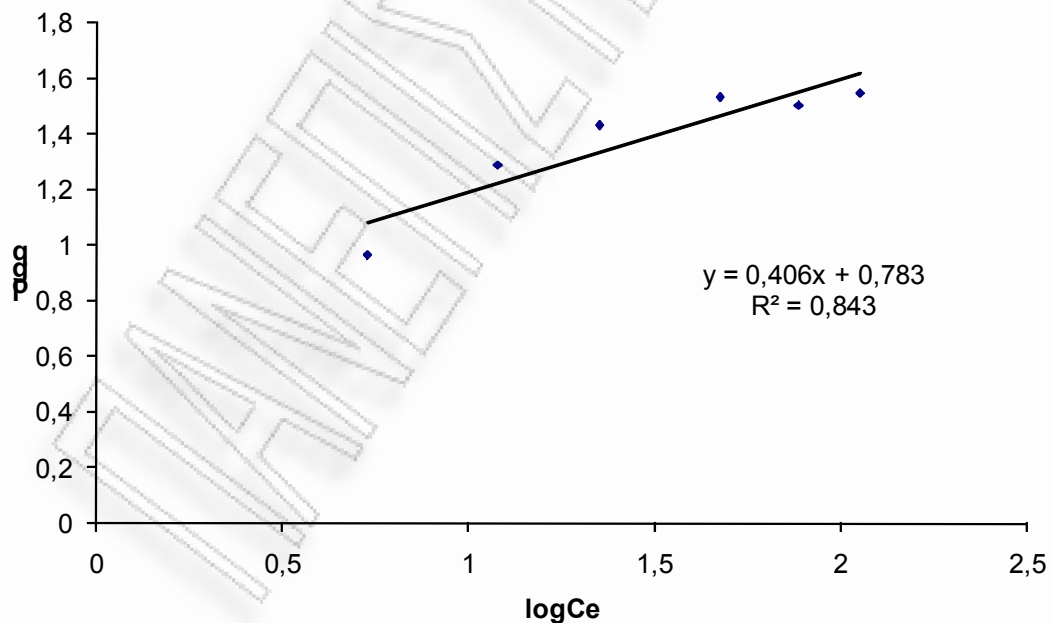


Σχήμα 5.2.1-26 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-27 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀(t=0)	148,14	108,95	81,47	49,57	31,42	14,59
Ce(t=168)	112,88	77,07	47,41	22,51	11,98	5,35
Ce	112,88	77,07	47,41	22,51	11,98	5,35
q	35,26	31,88	34,06	27,06	19,44	9,24
logCe	2,05263	1,886901	1,67583	1,352	1,079	0,728
logq	1,547265	1,503485	1,5323	1,432	1,289	0,966

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,783942
1/n	0,406397
K_F	6,080539
n	2,46065
R²	0,843

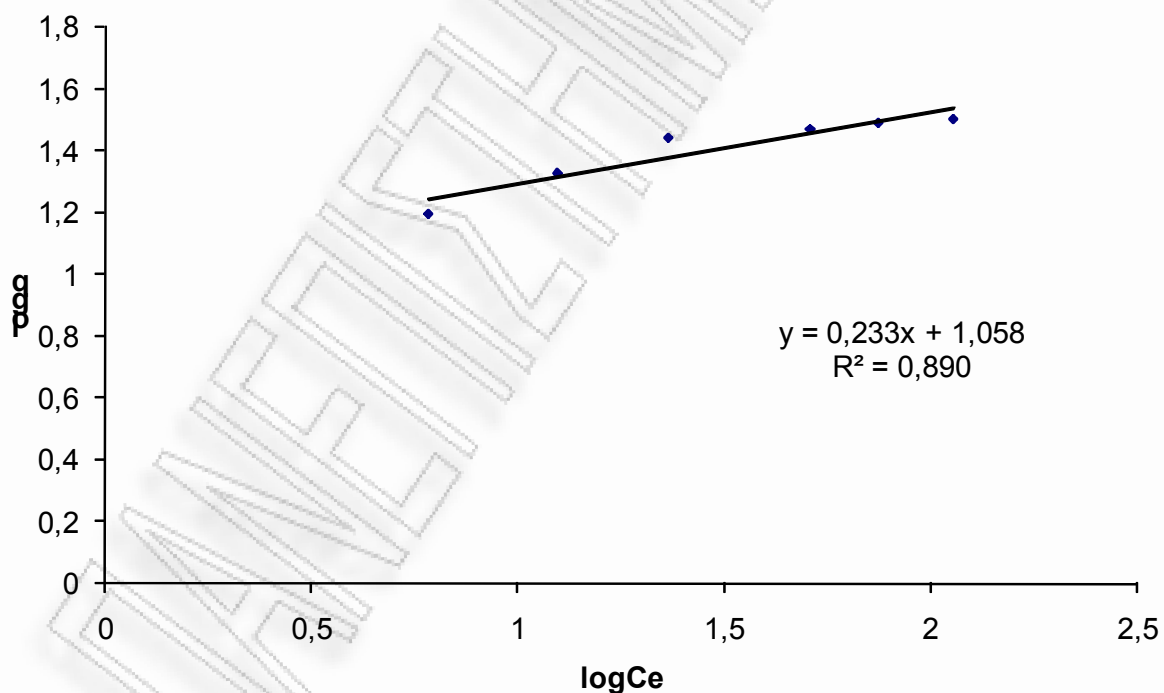


Σχήμα 5.2.1-27 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσε του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min)

Πίνακες 5.2.1-28 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	145,33	105,64	80,64	50,79	33,72	21,74
C_e (t=168)	113,51	74,77	51,09	23,16	12,49	6,08
C_e	113,51	74,77	51,09	23,16	12,49	6,08
q	31,82	30,88	29,55	27,63	21,23	15,66
logC_e	2,055047	1,873701	1,7083	1,365	1,097	0,784
logq	1,502713	1,489668	1,4706	1,441	1,327	1,195

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	1,058224
1/n	0,233818
K_F	11,43467
n	4,276825
R²	0,890

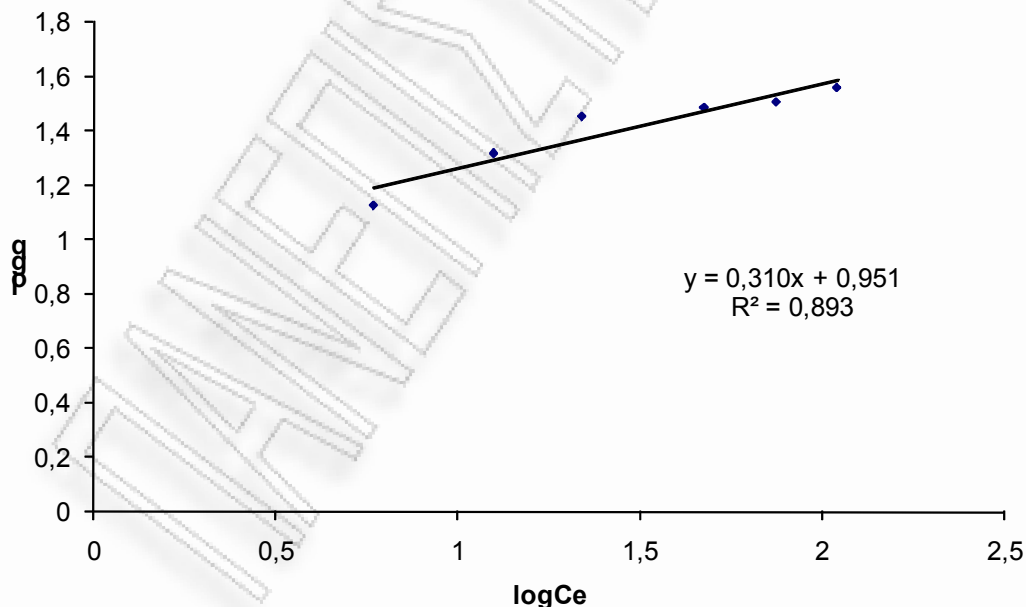


Σχήμα 5.2.1-28 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσεως του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-29 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀(t=0)	146,30	107,04	77,94	50,21	33,29	19,20
Ce(t=168)	110,14	75,06	47,46	21,89	12,54	5,85
Ce	110,14	75,06	47,46	21,89	12,54	5,85
q	36,16	31,97	30,48	28,32	20,75	13,34
logCe	2,041933	1,875433	1,67632	1,34	1,098	0,767
logq	1,558205	1,504759	1,48398	1,452	1,317	1,125

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,951095
1/n	0,310778
K_F	8,935007
n	3,217729
R²	0,893

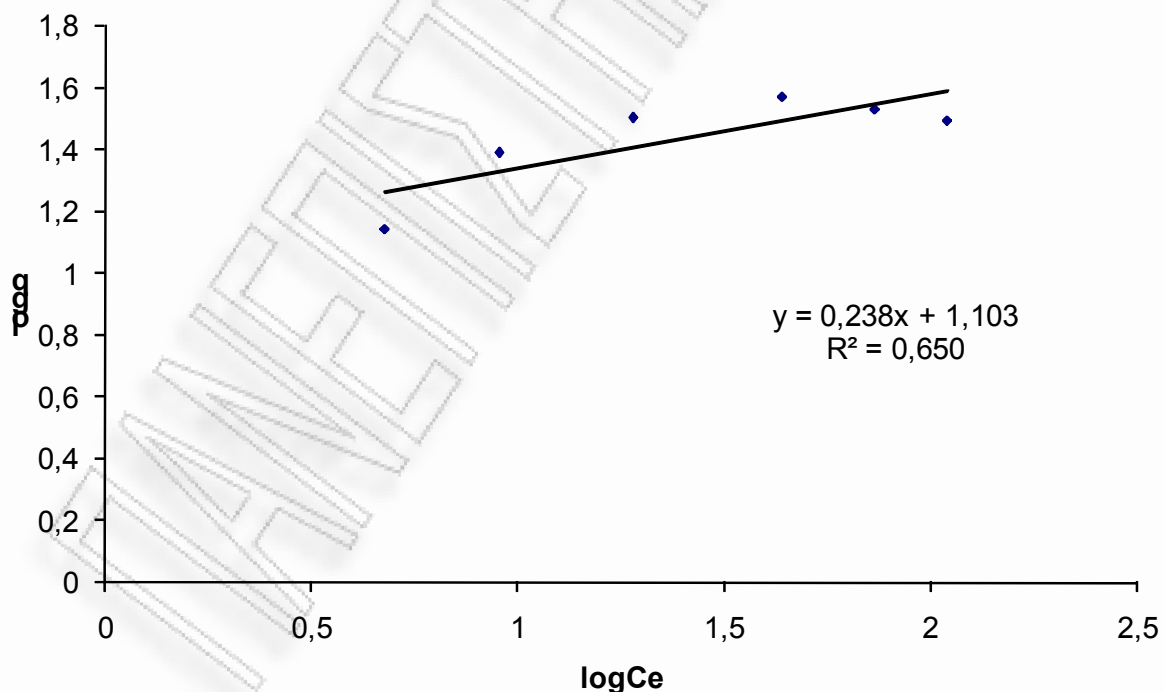


Σχήμα 5.2.1-29 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-30 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	141,20	107,30	81,01	51,06	33,66	18,64
C_e (t=168)	109,99	73,29	43,65	19,10	9,03	4,76
C_e	109,99	73,29	43,65	19,10	9,03	4,76
q	31,21	34,01	37,35	31,96	24,63	13,88
logC_e	2,041346	1,865063	1,64002	1,281	0,956	0,677
logq	1,494308	1,531624	1,57231	1,505	1,392	1,142

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	1,103356
1/n	0,238372
K_F	12,68691
n	4,19512
R²	0,650

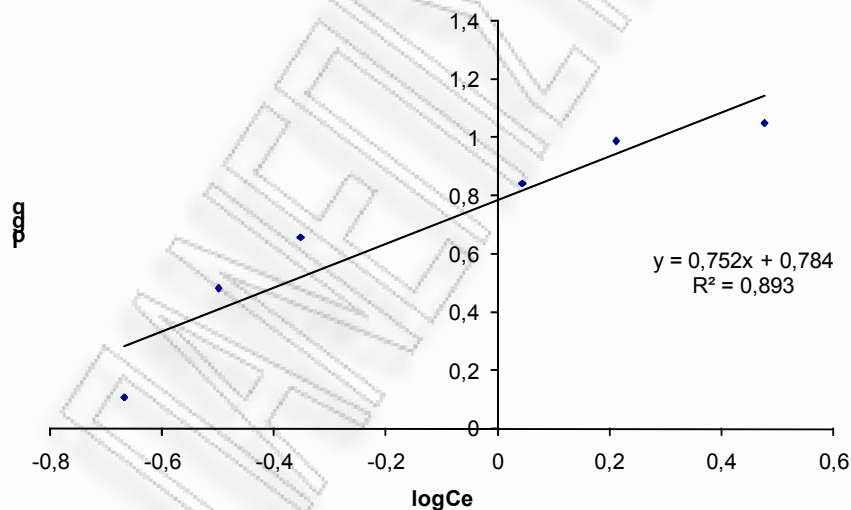


Σχήμα 5.2.1-30 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσε του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-31 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	14,16	11,32	8,03	4,97	3,34	1,49
C_e (t=168)	3,00	1,63	1,11	0,44	0,32	0,22
C_e	3,00	1,63	1,11	0,44	0,32	0,22
q	11,17	9,70	6,92	4,52	3,02	1,27
logC_e	0,4769	0,2115	0,044	-0,35	-0,5	-0,67
logq	1,0479	0,9866	0,84	0,655	0,481	0,105

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,7843
1/n	0,752
K_F	6,0862
n	1,3297
R²	0,893

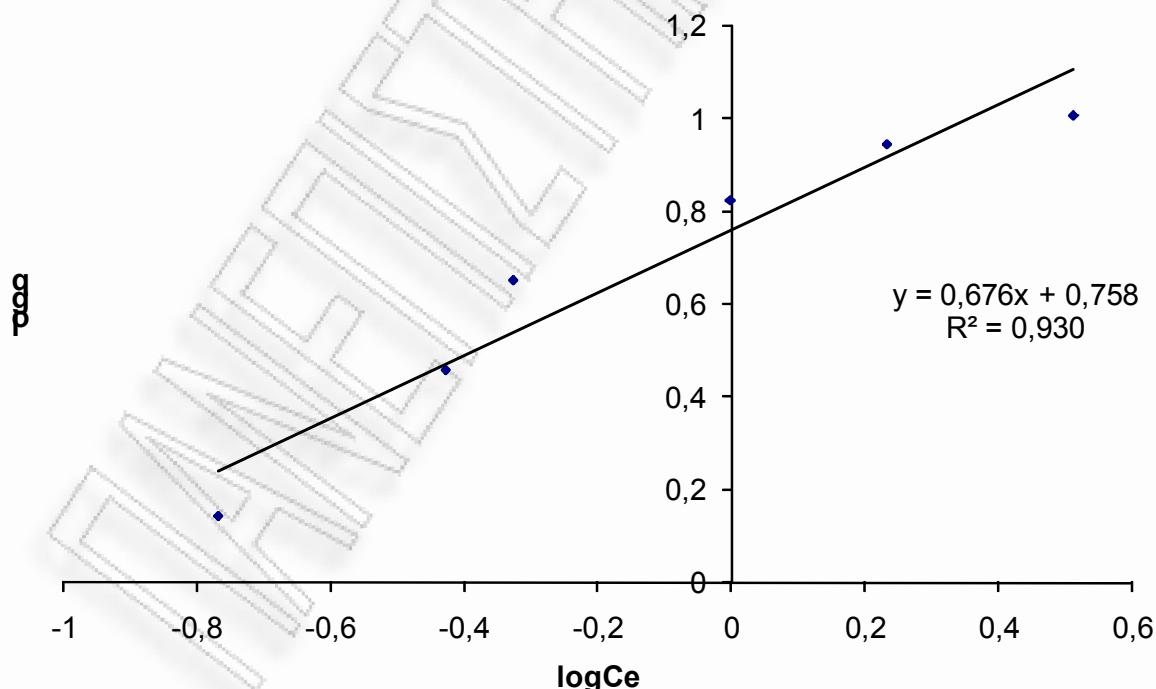


Σχήμα 5.2.1-31 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 1,8 N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-32 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	13,41	10,51	7,67	4,95	3,24	1,56
C_e (t=168)	3,25	1,71	1,00	0,47	0,37	0,17
C_e	3,25	1,71	1,00	0,47	0,37	0,17
q	10,16	8,80	6,67	4,48	2,86	1,38
logC_e	0,5122	0,233	-0	-0,33	-0,43	-0,77
logq	1,0069	0,9446	0,824	0,651	0,457	0,141

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,7586
1/n	0,6763
K_F	5,7353
n	1,4787
R²	0,930

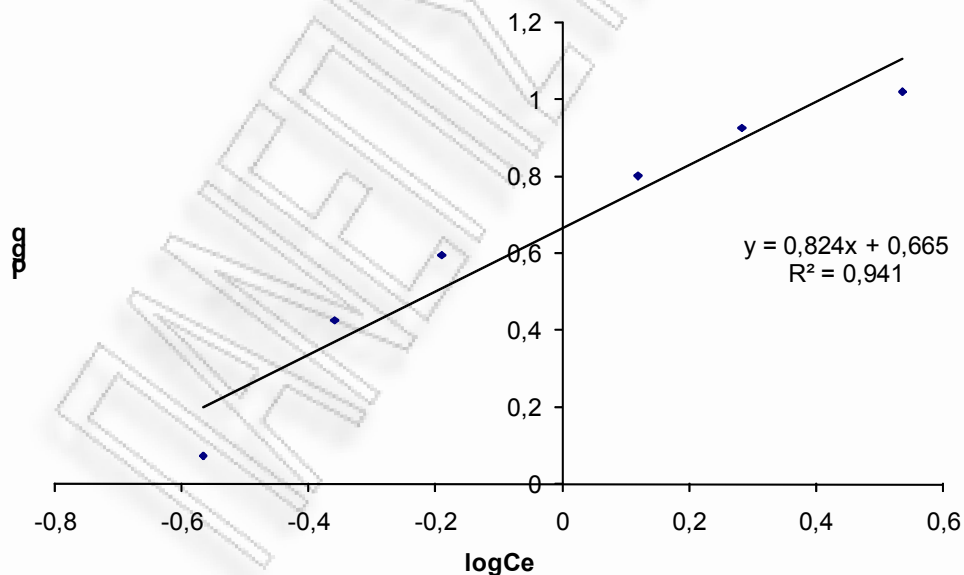


Σχήμα 5.2.1-32 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-33 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	13,92	10,35	7,65	4,59	3,11	1,46
C_e (t=168)	3,43	1,92	1,32	0,65	0,44	0,27
C_e	3,43	1,92	1,32	0,65	0,44	0,27
q	10,49	8,44	6,34	3,94	2,67	1,18
logC_e	0,5357	0,2823	0,119	-0,19	-0,36	-0,57
logq	1,0207	0,9262	0,802	0,596	0,426	0,073

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,6652
1/n	0,8247
K_F	4,6259
n	1,2126
R²	0,941

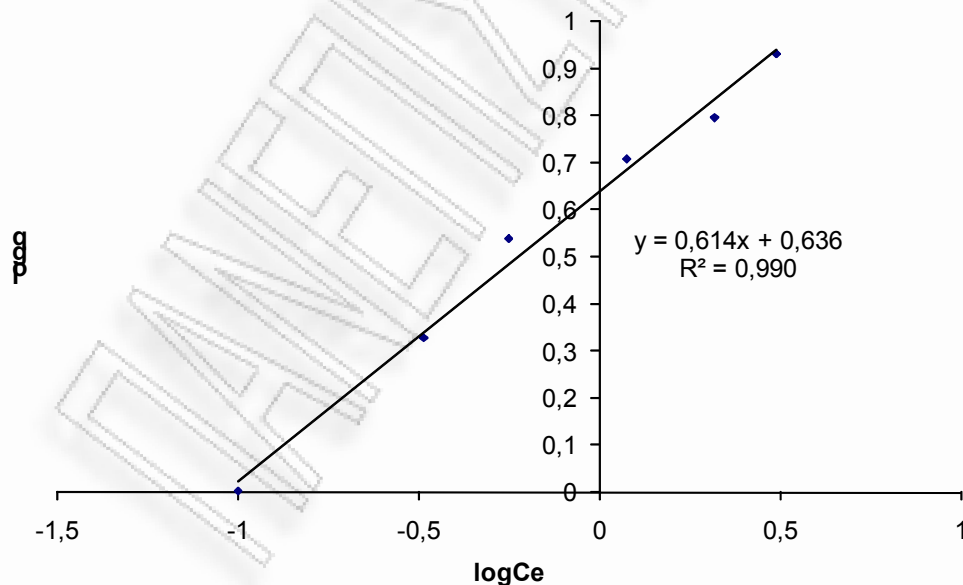


Σχήμα 5.2.1-33 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-34 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	11,64	8,33	6,30	4,02	2,45	1,10
C_e (t=168)	3,10	2,09	1,19	0,56	0,33	0,10
C_e	3,10	2,09	1,19	0,56	0,33	0,10
q	8,54	6,25	5,10	3,45	2,13	1,00
logC_e	0,4916	0,3196	0,077	-0,25	-0,48	-1
logq	0,9313	0,7956	0,708	0,538	0,328	0,001

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	0,6368
1/n	0,6144
K_F	4,3336
n	1,6277
R²	0,990

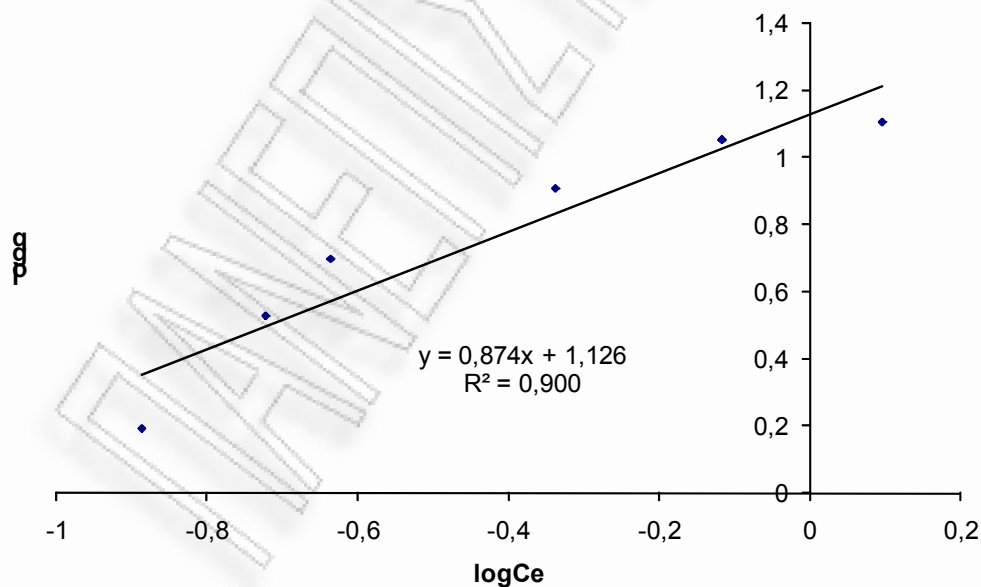


Σχήμα 5.2.1-34 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-35 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C₀ (t=0)	14,04	12,09	8,55	5,22	3,55	1,68
C_e (t=168)	1,25	0,76	0,46	0,23	0,19	0,13
C_e	1,25	0,76	0,46	0,23	0,19	0,13
q	12,79	11,33	8,09	4,99	3,36	1,55
logC_e	0,0964	-0,1166	-0,34	-0,64	-0,72	-0,89
logq	1,1069	1,0541	0,908	0,698	0,527	0,19

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK_F	1,1264
1/n	0,8742
K_F	13,38
n	1,1439
R²	0,900

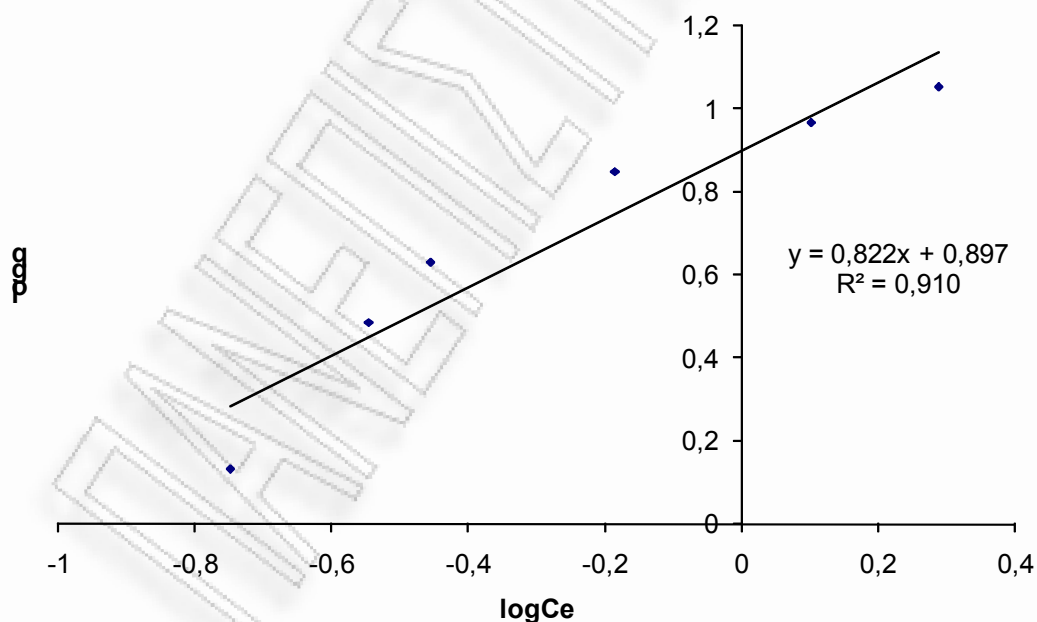


Σχήμα 5.2.1-35 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-36 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C ₀ (t=0)	13,26	10,55	7,72	4,62	3,34	1,53
Ce (t=168)	1,95	1,27	0,65	0,35	0,28	0,18
Ce	1,95	1,27	0,65	0,35	0,28	0,18
q	11,32	9,29	7,07	4,27	3,05	1,36
logCe	0,289	0,1023	-0,19	-0,46	-0,55	-0,75
logq	1,0537	0,9679	0,849	0,631	0,485	0,132

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK _F	0,8979
1/n	0,8225
K _F	7,9053
n	1,2158
R ²	0,910

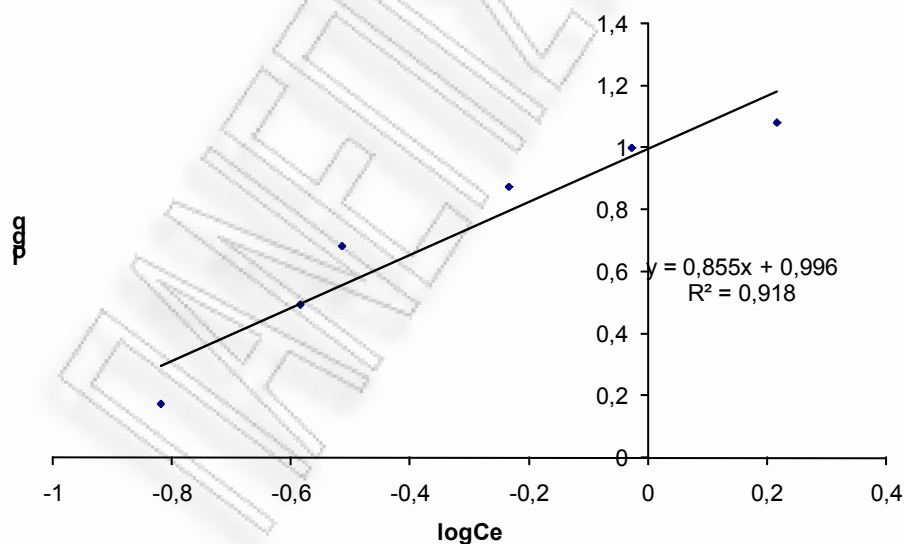


Σχήμα 5.2.1-36 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πίνακες 5.2.1-37 Πειραματικά δεδομένα και υπολογισμοί παραμέτρων για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο						
	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6
C ₀ (t=0)	13,72	10,93	8,07	5,11	3,37	1,63
C _e (t=168)	1,65	0,94	0,58	0,31	0,26	0,15
C _e	1,65	0,94	0,58	0,31	0,26	0,15
q	12,07	9,99	7,49	4,81	3,11	1,48
logC _e	0,2167	-0,0272	-0,23	-0,51	-0,58	-0,82
logq	1,0817	0,9996	0,874	0,682	0,492	0,171

πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο	
logK _F	0,9964
1/n	0,8553
K _F	9,9182
n	1,1691
R ²	0,918



Σχήμα 5.2.1-37 Λογάριθμος της ποσότητας που προσροφάται ανά μονάδα προσροφητικού, συναρτήσει του λογάριθμου της συγκέντρωσης του διαλύματος σε ισορροπία για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6 N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

5.2.2. Συγκεντρωτικοί Πίνακες Ισοθέρμων

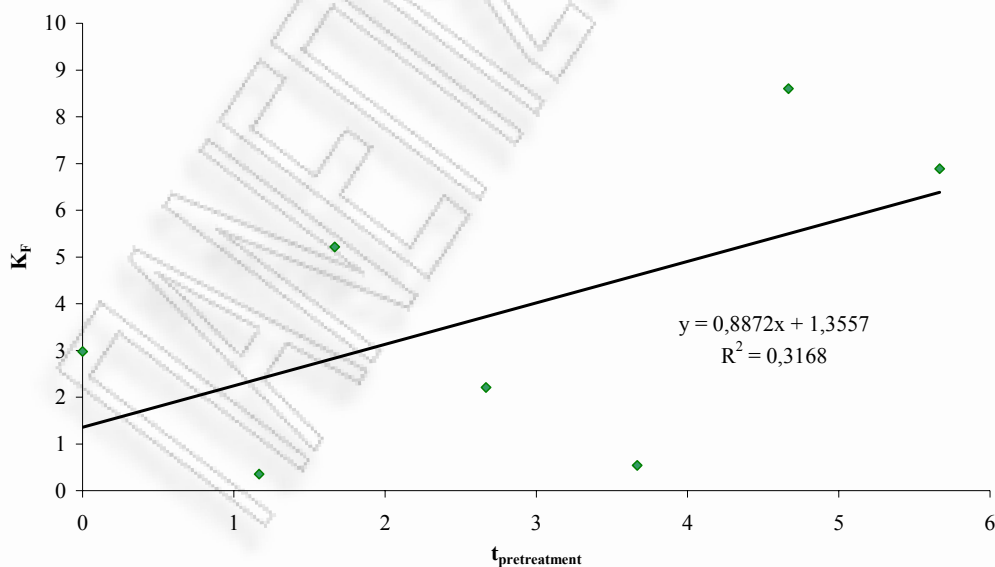
Παρακάτω παρουσιάζονται οι συγκεντρωτικοί πίνακες με τις τιμές των παραμέτρων της εξίσωσης Freundlich ανάλογα με τις συνθήκες προκατεργασίας του προσροφητικού μέσου και τα διαγράμματα της παραμέτρου K_F , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας του κάθε προσροφητικού υλικού, $t_{pretreatment}$.

Πίνακας 5.2.2-1 Συγκεντρωτικός πίνακας σταθερών K_F και n της ισόθερμης Freundlich για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,1125N στους $100^\circ C$.

H_2SO_4 0,1125N στους $100^\circ C$		
$t_{προκατεργασίας}$ (h)	K_F	n
0	2,9782	1,3569
1,17	0,3561	1,0112
1,67	5,2164	2,7289
2,67	2,2090	1,5708
3,67	0,5406	1,0988
4,67	8,6022	3,2799
5,67	6,8870	2,6387
$n_{average}$		1,9550
STDEV		0,9084

συμπεριλαμβανομένου χρόνου προθέρμανσης 40 min

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,1125N $100^\circ C$

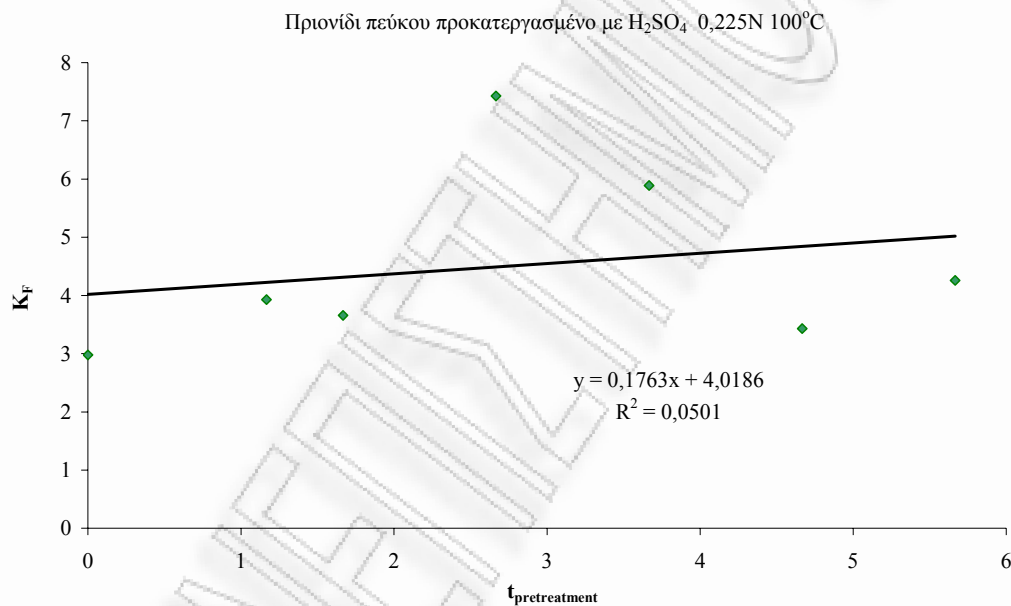


Σχήμα 5.2.2-1 Γραφική απεικόνιση της σταθεράς χωρητικότητας της προσρόφησης K_F , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,1125N στους $100^\circ C$.

Πίνακας 5.2.2-2 Συγκεντρωτικός πίνακας σταθερών K_F της ισόθερμης Freundlich για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,225N στους $100^\circ C$.

H_2SO_4 0,225N στους $100^\circ C$		
$t_{\text{προκατεργασίας (h)}}$	K_F	n
0	2,9782	1,3569
1,17	3,9275	2,0467
1,67	3,6572	1,9444
2,67	7,4275	2,8997
3,67	5,8876	2,3689
4,67	3,4314	2,1845
5,67	4,2584	2,0771
n_{average}		2,1255
STDEV		0,4644

συμπεριλαμβανομένου χρόνου προθέρμανσης 40 min



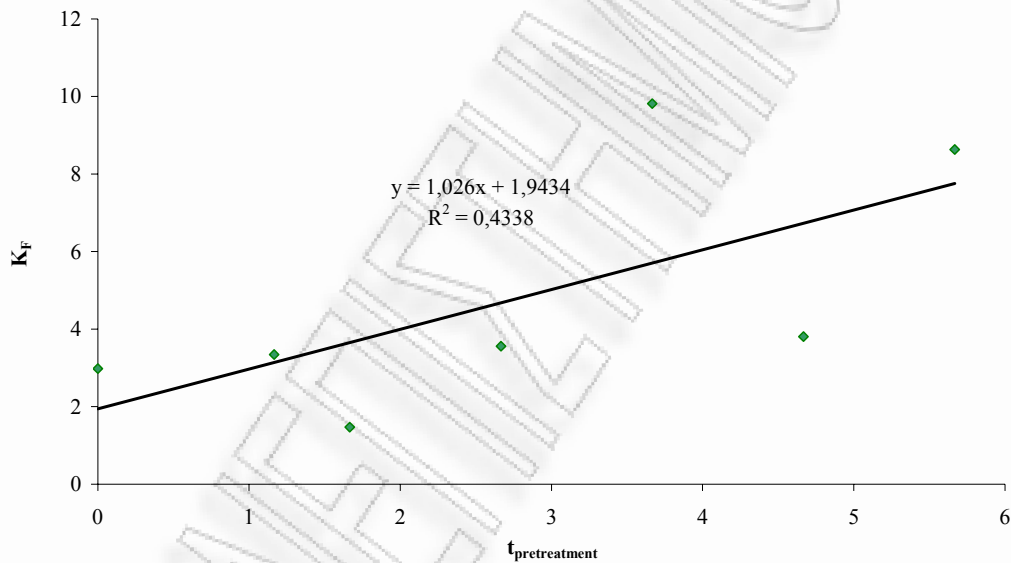
Σχήμα 5.2.2-2 Γραφική απεικόνιση της σταθεράς χωρητικότητας της προσρόφησης K_F , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,225N στους $100^\circ C$.

Πίνακας 5.2.2-3 Συγκεντρωτικός πίνακας σταθερών K_F της ισόθερμης Freundlich για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,45N στους $100^\circ C$.

H_2SO_4 0,45N στους $100^\circ C$		
$t_{\text{προκατεργασίας (h)}}$	K_F	n
0	2,9782	1,3569
1,17	3,3462	1,7802
1,67	1,4710	1,2783
2,67	3,5598	1,8597
3,67	9,8161	3,1704
4,67	3,8080	1,9367
5,67	8,6312	3,1813
n_{average}		2,0805
STDEV		0,7881

συμπεριλαμβανομένου χρόνου προθέρμανσης 40 min

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,45N $100^\circ C$

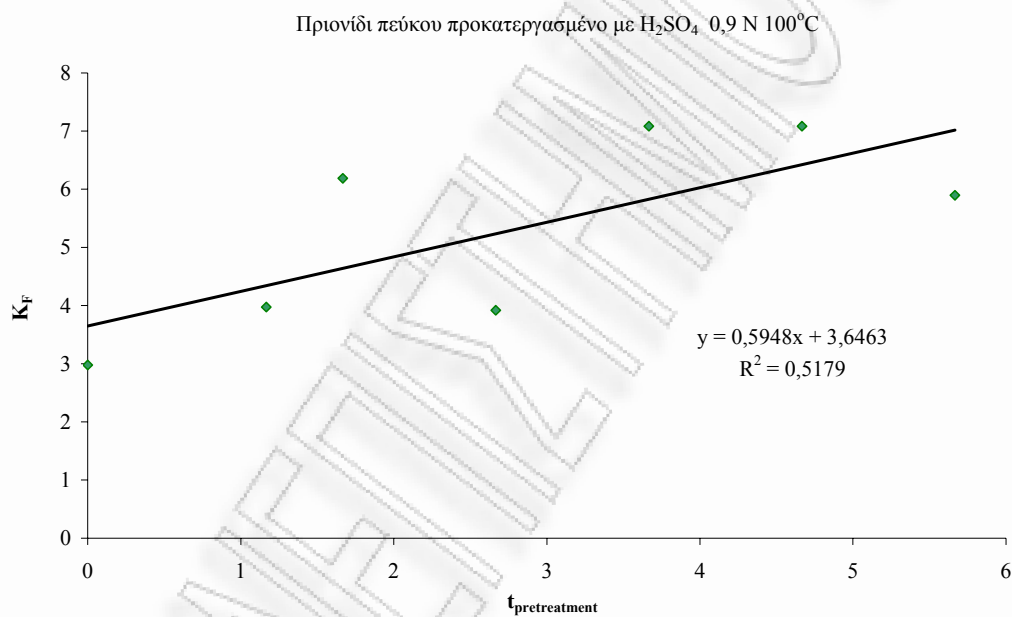


Σχήμα 5.2.2-3 Γραφική απεικόνιση της σταθεράς χωρητικότητας της προσρόφησης K_F , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,45N στους $100^\circ C$.

Πίνακας 5.2.2-4 Συγκεντρωτικός πίνακας σταθερών K_F της ισόθερμης Freundlich για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,9N στους $100^\circ C$.

H_2SO_4 0,9N στους $100^\circ C$		
$t_{\text{προκατεργασίας (h)}}$	K_F	n
0	2,9782	1,3569
1,17	3,9740	1,8808
1,67	6,1871	2,3003
2,67	3,9180	1,9309
3,67	7,0856	2,6270
4,67	7,0856	2,6270
5,67	5,8949	2,4106
n_{average}		2,1619
STDEV		0,4644

συμπεριλαμβανομένου χρόνου προθέρμανσης 40 min



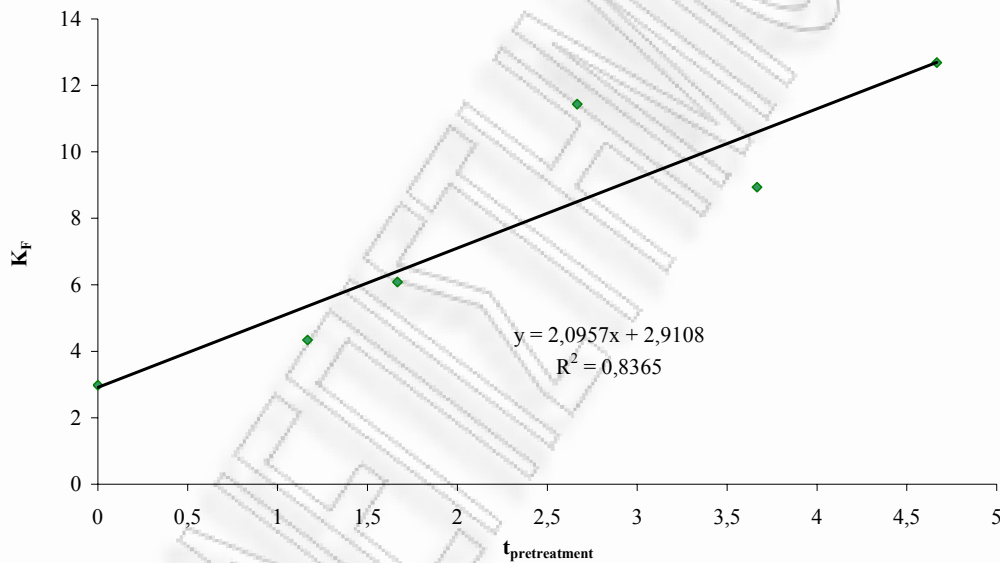
Σχήμα 5.2.2-4 Γραφική απεικόνιση της σταθεράς χωρητικότητας της προσρόφησης K_F , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 0,9N στους $100^\circ C$.

Πίνακας 5.2.2-5 Συγκεντρωτικός πίνακας σταθερών K_F της ισόθερμης Freundlich για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 1,8N στους $100^\circ C$.

H_2SO_4 1,8N στους $100^\circ C$		
$t_{\text{προκατεργασίας (h)}}$	K_F	n
0	2,9782	1,3569
1,17	4,3398	2,1407
1,67	6,0805	2,4607
2,67	11,4347	4,2768
3,67	8,9350	3,2177
4,67	12,6869	4,1951
5,67	6,0862	1,3297
n_{average}		2,9413
STDEV		1,1674

συμπεριλαμβανομένου χρόνου προθέρμανσης 40 min

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 1,8 N $100^\circ C$



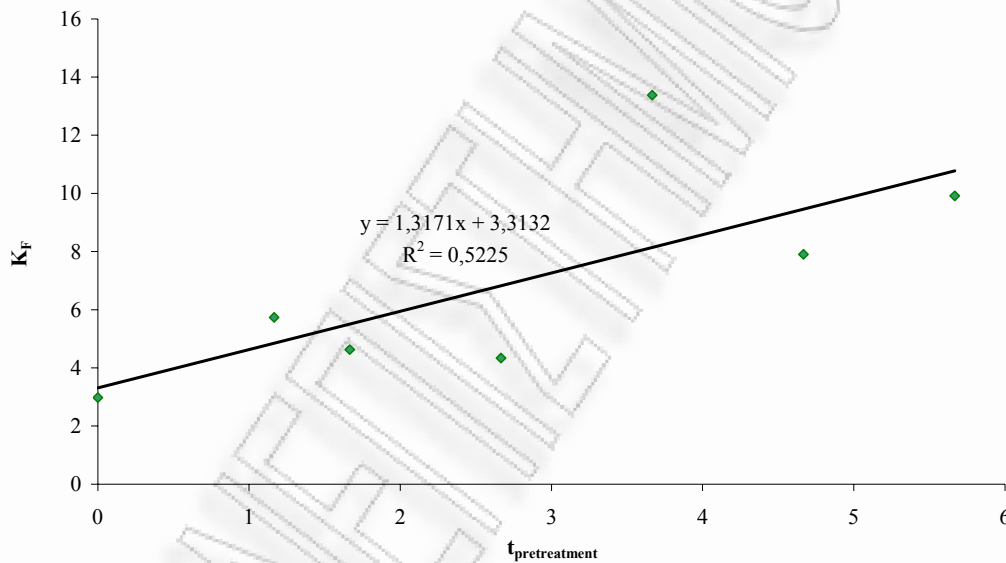
Σχήμα 5.2.2-5 Γραφική απεικόνιση της σταθεράς χωρητικότητας της προσρόφησης K_F , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 1,8N στους $100^\circ C$.

Πίνακας 5.2.2-6 Συγκεντρωτικός πίνακας σταθερών K_F της ισόθερμης Freundlich για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 3,6N στους $100^\circ C$.

H_2SO_4 3,6N στους $100^\circ C$		
$t_{\text{προκατεργασίας (h)}}$	K_F	n
0	2,9782	1,3569
1,17	5,7353	1,4787
1,67	4,6259	1,2126
2,67	4,3336	1,6277
3,67	13,38	1,1439
4,67	7,9053	1,2158
5,67	9,9182	1,1691
n_{average}		1,3150
STDEV		0,1813

συμπεριλαμβανομένου χρόνου προθέρμανσης 40 min

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 3,6 N $100^\circ C$



Σχήμα 5.2.2-6 Γραφική απεικόνιση της σταθεράς χωρητικότητας της προσρόφησης K_F , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο με H_2SO_4 3,6N στους $100^\circ C$.

5.2.3 Συζήτηση αποτελεσμάτων ισόθερμων

Για να διερευνηθεί η επίδραση της προκατεργασίας του πριονιδιού πεύκου στην προσροφητική του ικανότητα, γίνεται σύγκριση των τιμών των παραμέτρων της ισόθερμης Freundlich K_F και n , που προσδιορίζονται για κάθε συγκεκριμένο σύνολο συνθηκών προκατεργασίας, με εκείνες του απροκατέργαστου υλικού. Εξετάζεται η μεταβολή των τιμών των K_F και n ως προς τον χρόνο της προκατεργασίας.

Η προκατεργασία του πριονιδιού πεύκου με H_2SO_4 έχει πραγματοποιηθεί για 0,5 έως 5 ώρες προκατεργασίας στους $100^\circ C$. Η βέλτιστη καμπύλη που περιγράφει την μεταβολή των πειραματικών τιμών της παραμέτρου της χωρητικότητας K_F της εξίσωσης Freundlich συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας είναι η ευθεία (βλ. Σχήματα 5.2.2-1 έως 5.2.2-6, όπου το τετράγωνο του συντελεστή συσχέτισης είναι $R^2=0,3168$ έως $0,8365$). Η τιμή της σταθεράς K_F αυξάνεται αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας, φτάνοντας σε τιμή σχεδόν τετραπλάσια της τιμής της σταθεράς K_F του απροκατέργαστου υλικού (βλ. Πίνακες 5.2.2-1 έως 5.2.2-6). Επομένως με την προκατεργασία του υλικού η ικανότητα προσρόφησης ενισχύεται αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας $t_{pretreatment}$ (βλ. Σχήματα 5.2.2-1 έως 5.2.2-6). Για $0,225N H_2SO_4$ η παράμετρος K_F δεν έχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ως προς τον χρόνο προκατεργασίας $t_{pretreatment}$ πιθανά λόγω ιδιαίτερα αυξημένων πειραματικών σφαλμάτων (βλ. Σχήμα 5.2.2-2, όπου $R^2=0,0501$). Η αύξηση της συγκέντρωσης του θεικού οξέος ευνοεί την αύξηση της τιμής της σταθεράς K_F αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας.

Η σταθερά έντασης n της ισόθερμης Freundlich για όλους τους χρόνους προκατεργασίας κυμαίνεται από 1,3-2,9 με μέσο όρο $n=2,1$ και τυπική απόκλιση 0,5.

5.4. Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Κινητικής

Για καθένα από τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ως προσροφητικά μέσα (διαφορετικές συνθήκες προκατεργασίας), συντάσσονται πίνακες Excel με την επεξεργασία των πειραματικών αποτελεσμάτων και κατασκευάζονται γραφικές παραστάσεις (α) των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου προσρόφησης t , όπως αυτές προκύπτουν από την προαναφερθείσα επεξεργασία, (β) του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή προσρόφησης t μείον τη συγκέντρωση σε άπειρο χρόνο t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου προσρόφησης t και (γ) του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε άπειρο χρόνο t_{∞} προς τη διαφορά αρχικής συγκέντρωσης του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε άπειρο χρόνο t_{∞} , $\ln[(C - C_{\infty}) / (C_0 - C_{\infty})]$.

Για μια από τις σειρές συνθηκών προκατεργασίας του πριονιδίου ενδεικτικά συντάσσεται συγκεντρωτικός πίνακας που περιλαμβάνει (i) τις αρχικές πειραματικές συγκεντρώσεις των διαλυμάτων ανά αραιώση, C_0 , (ii) τις τιμές των σταθερών ταχύτητας προσρόφησης, k , που προκύπτουν για κάθε προκατεργασμένο υλικό για τις έξι αραιώσεις, (iii) μέσους όρους σταθερών ταχύτητας προσρόφησης, k , ανά συγκεκριμένες συνθήκες προκατεργασίας, k_{AVERAGE} , (iv) μέσους όρους σταθερών ταχύτητας προσρόφησης, k , ανά αραιώση, k_{average} .

Βάσει των τιμών του συγκεντρωτικού πίνακα κατασκευάζονται διαγράμματα (α) μέσου όρου των σταθερών ταχύτητας προσρόφησης, k , ανά συγκεκριμένες συνθήκες προκατεργασίας, k_{AVERAGE} , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας, $t_{\text{pretreatment}}$, (β) μέσου όρου των σταθερών ταχύτητας προσρόφησης, k , ανά αραιώση, k_{average} , συναρτήσει της αρχικής συγκέντρωσης του διαλύματος, C_0 .

Στη συνέχεια παρατίθενται οι προαναφερθέντες πίνακες και διαγράμματα για όλα τα προσροφητικά υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.

5.3.1. Αναλυτικοί Πίνακες Κινητικής

Πίνακας 5.3.1-1 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για απροκατέργαστο πριονίδι πεύκου.

Πριονίδι πεύκου απροκατέργαστο												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,7582	11,5817	7,25144	4,63593	4,91954	3,05323	11,7901	8,70915	5,01363	4,89128	3,10553	1,62102
5	10,2871	7,27475	4,05529	2,58067	3,4289	2,05527	10,9136	7,85184	4,39004	3,9236	2,56083	1,33127
10	9,77934	6,66156	3,41673	2,19751	3,00856	1,26376	10,1808	7,15113	3,88953	3,18143	2,12946	1,10112
15	9,23822	6,34669	3,11619	2,08327	1,48315	0,81505	9,568	6,57842	3,4878	2,61219	1,78784	0,91832
20	8,5821	6,01136	3,03902	1,91771	1,08978	0,58736	9,0556	6,11032	3,16535	2,17561	1,51729	0,77312
25	8,35456	5,53983	2,91111	1,82049	0,91902	0,42593	8,62714	5,72773	2,90655	1,84076	1,30303	0,65779
30	8,12858	5,249	2,71232	1,74541	0,92637	0,40571	8,26888	5,41502	2,69882	1,58395	1,13334	0,56618
35	7,96211	5,17969	2,65154	1,62942	0,91168	0,38223	7,96931	5,15944	2,53209	1,38697	0,99896	0,49342
40	7,67593	4,92157	2,44725	1,53564	0,835	0,38223	7,71881	4,95054	2,39827	1,2359	0,89254	0,43562
45	7,5787	4,71285	2,40486	1,42891	0,72689	0,35722	7,50936	4,7798	2,29086	1,12004	0,80826	0,38972
50	7,43491	4,63188	2,28999	1,36335	0,75196	0,36055	7,33422	4,64025	2,20465	1,03117	0,74152	0,35326
55	7,27942	4,64402	2,22563	1,1764	0,71261	0,33898	7,18777	4,52619	2,13545	0,96301	0,68866	0,32429
60	7,26542	4,42755	2,06927	0,94662	0,67883	0,33071	7,06531	4,43297	2,07991	0,91073	0,6468	0,30129
65	7,01684	4,41137	2,00136	0,87689	0,64524	0,31094	6,96292	4,35677	2,03533	0,87064	0,61365	0,28302
70	6,98054	4,31023	1,93163	0,84227	0,64171	0,30766	6,8773	4,29449	1,99955	0,83989	0,58739	0,2685
75	6,88588	4,33046	1,89188	0,80419	0,61009	0,28637	6,80571	4,24359	1,97083	0,8163	0,5666	0,25698
80	6,77871	4,20504	1,9854	0,77352	0,57342	0,2717	6,74584	4,20199	1,94778	0,79821	0,55013	0,24782
85	6,68357	4,10994	1,96348	0,77712	0,54911	0,25385	6,69579	4,16799	1,92928	0,78434	0,53709	0,24055
90	6,59795	4,18683	1,9376	0,76992	0,54218	0,2393	6,65393	4,14019	1,91443	0,7737	0,52677	0,23477
95	6,57173	4,09779	1,91373	0,75375	0,4974	0,2168	6,61893	4,11748	1,90251	0,76554	0,51859	0,23018

Πίνακας 5.3.1-2 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για απροκατέργαστο πριονίδι πεύκου.

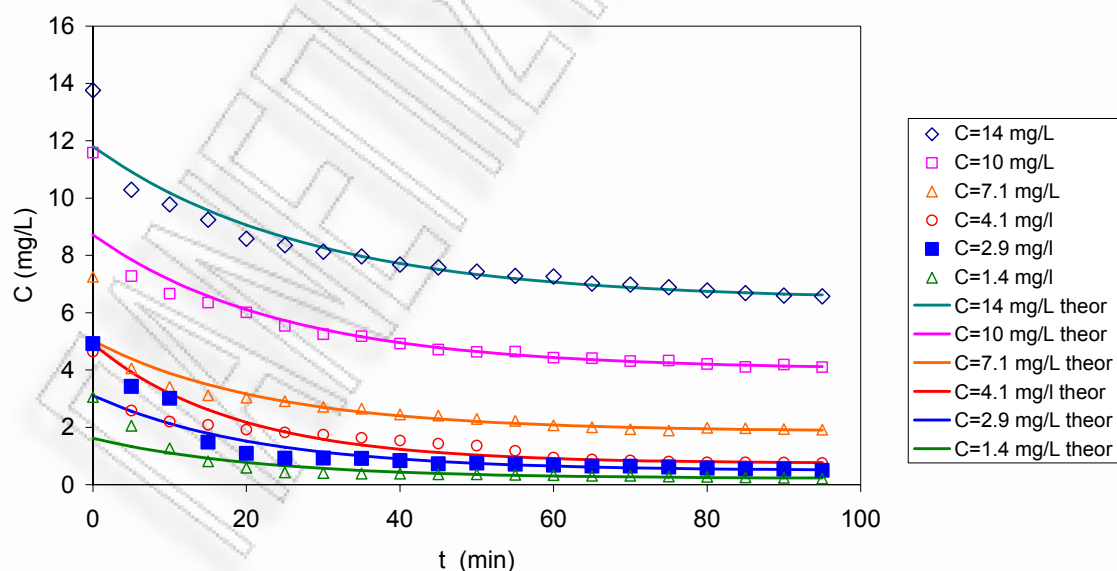
Πριονίδι πεύκου απροκατέργαστο						
C _c (mg/L)	6,4403	4,01584	1,85404	0,73868	0,48745	0,21246
C _o (mg/L)	11,7901	8,7092	5,0136	4,8913	3,1055	1,6210
k (min ⁻¹)	0,0358	0,0403	0,0440	0,0531	0,0467	0,0461
sum	4,94591	8,98685	5,55809	5,56053	21,1986	15,9578
n-p	18	18	18	18	18	18
s	0,52419	0,70659	0,55568	0,5558	1,08522	0,94156

Πίνακας 5.3.1-3 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για απροκατέργαστο πριονίδι πεύκου.

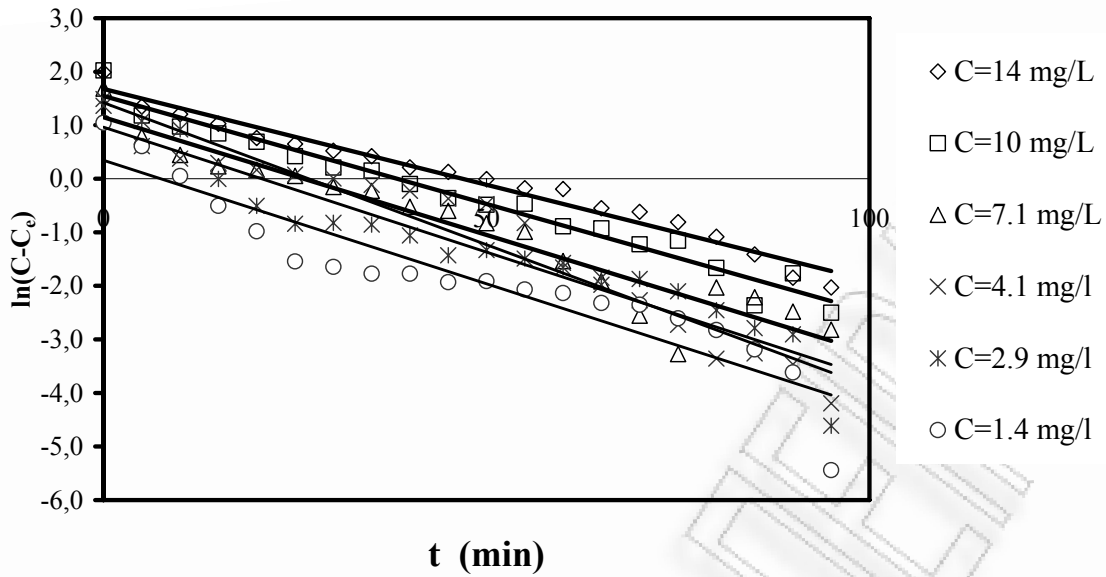
Πριονίδι πεύκου απροκατέργαστο						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	1,99032	2,02364	1,68592	1,36027	1,48887	1,04408
5	1,34724	1,18139	0,78903	0,61085	1,0789	0,61129
10	1,20568	0,97294	0,44641	0,37764	0,9247	0,05003
15	1,02888	0,84624	0,23282	0,29609	-0,00432	-0,50653
20	0,76165	0,69091	0,16973	0,16469	-0,50695	-0,98111
25	0,64933	0,42133	0,0555	0,07864	-0,84033	-1,54429
30	0,52371	0,20958	-0,15282	0,00671	-0,82344	-1,64381
35	0,4199	0,15173	-0,22628	-0,1157	-0,85749	-1,77331
40	0,21159	-0,09901	-0,52221	-0,22694	-1,05687	-1,77331
45	0,12963	-0,36095	-0,59635	-0,37072	-1,42947	-1,93267
50	-0,0054	-0,48444	-0,83023	-0,47052	-1,3299	-1,90996
55	-0,17539	-0,46492	-0,98995	-0,82617	-1,49096	-2,06739
60	-0,19222	-0,88743	-1,53606	-1,57047	-1,65352	-2,13496
65	-0,55071	-0,92752	-1,91516	-1,97896	-1,84654	-2,31791
70	-0,61573	-1,22283	-2,55629	-2,26734	-1,86913	-2,35184
75	-0,80838	-1,15638	-3,27445	-2,72551	-2,09857	-2,60498
80	-1,0835	-1,66494	-2,02978	-3,35686	-2,45385	-2,82624
85	-1,41357	-2,36341	-2,21235	-3,25852	-2,78622	-3,18488
90	-1,84734	-1,76613	-2,48218	-3,46588	-2,90536	-3,61782
95	-2,02925	-2,50157	-2,81852	-4,19471	-4,61038	-5,44081
Ce	6,4403	4,01584	1,85404	0,73868	0,48745	0,21246
Co	11,7901	8,70915	5,01363	4,89128	3,10553	1,62102
ln(Co-Ce)	1,6771	1,5461	1,1504	1,4237	0,9624	0,3426
k	0,0358	0,0403	0,0440	0,0531	0,0467	0,0461
R	-0,9860	-0,9840	-0,9594	-0,9677	-0,9528	-0,9311
R ²	0,9721	0,9683	0,9204	0,9364	0,9078	0,8670

Πίνακας 5.3.1-4 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για απροκατέργαστο πριονίδι πεύκου.

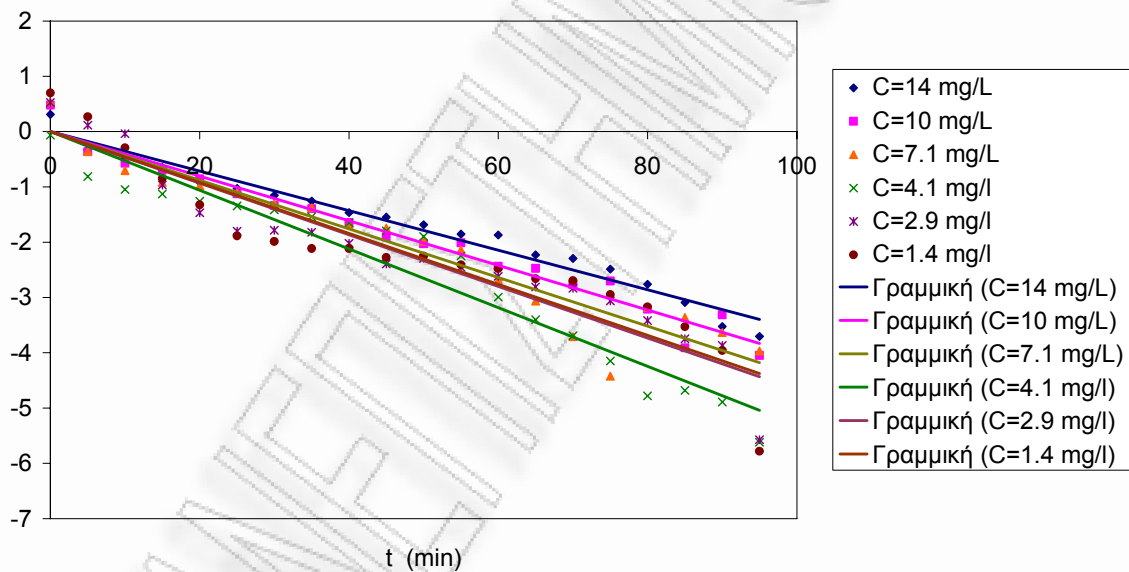
Πριονίδι πεύκου απροκατέργαστο						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,31326	0,4775	0,53548	-0,06346	0,52643	0,70151
5	-0,32981	-0,36475	-0,36142	-0,81289	0,11646	0,26872
10	-0,47137	-0,5732	-0,70403	-1,0461	-0,03774	-0,29254
15	-0,64818	-0,6999	-0,91762	-1,12765	-0,96676	-0,84909
20	-0,91541	-0,85523	-0,98072	-1,25904	-1,46939	-1,32368
25	-1,02772	-1,12481	-1,09494	-1,34509	-1,80277	-1,88686
30	-1,15335	-1,33656	-1,30326	-1,41703	-1,78588	-1,98637
35	-1,25715	-1,39441	-1,37672	-1,53944	-1,81994	-2,11588
40	-1,46547	-1,64515	-1,67265	-1,65068	-2,01931	-2,11588
45	-1,54743	-1,90709	-1,74679	-1,79446	-2,39191	-2,27524
50	-1,68245	-2,03057	-1,98068	-1,89426	-2,29234	-2,25252
55	-1,85245	-2,01106	-2,14039	-2,2499	-2,4534	-2,40995
60	-1,86928	-2,43357	-2,6865	-2,99421	-2,61596	-2,47753
65	-2,22776	-2,47366	-3,0656	-3,4027	-2,80898	-2,66048
70	-2,29278	-2,76897	-3,70673	-3,69107	-2,83157	-2,69441
75	-2,48544	-2,70251	-4,4249	-4,14924	-3,06101	-2,94754
80	-2,76055	-3,21108	-3,18023	-4,7806	-3,41629	-3,1688
85	-3,09062	-3,90955	-3,36279	-4,68226	-3,74867	-3,52745
90	-3,52439	-3,31227	-3,63262	-4,88961	-3,8678	-3,96039
95	-3,7063	-4,04771	-3,96896	-5,61845	-5,57282	-5,78337
Ce	6,4403	4,01584	1,85404	0,73868	0,48745	0,21246
Co	11,7901	8,70915	5,01363	4,89128	3,10553	1,62102
k	0,0358	0,0403	0,0440	0,0531	0,0467	0,0461



Σχήμα 5.3.1-1 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για το απροκατέργαστο πριονίδι πεύκου.



Σχήμα 5.3.1-2 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου t , για το αποκατεργαστο πριονίδι πεύκου.



Σχήμα 5.3.1-3 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για το αποκατεργαστο πριονίδι πεύκου.

Πίνακας 5.3.1-5 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	12,8342	9,89063	8,60415	4,61772	2,5746	1,46763	9,61257	7,40435	7,34467	2,66806	1,31905	0,50901
5	8,51092	6,08927	5,31229	2,63736	1,3307	0,53181	8,80549	6,5845	6,27396	2,2988	1,11541	0,45389
10	7,93176	5,69248	4,72297	2,11329	0,94662	0,42931	8,13224	5,91074	5,41529	1,99551	0,95324	0,40728
15	7,50651	5,11047	4,17469	1,46569	0,74299	0,34063	7,57064	5,35702	4,72666	1,74641	0,82411	0,36786
20	6,52815	4,49026	3,7474	1,39995	0,72689	0,288	7,10217	4,90197	4,1744	1,54182	0,72128	0,33453
25	6,53468	4,31428	3,44514	1,22569	0,63819	0,2717	6,71139	4,528	3,7315	1,37378	0,63939	0,30633
30	6,35313	4,0067	3,27866	1,19344	0,56994	0,24738	6,3854	4,22067	3,37631	1,23576	0,57418	0,28249
35	6,26965	3,76969	3,17712	0,83681	0,46664	0,24253	6,11348	3,9681	3,09146	1,12241	0,52226	0,26232
40	5,75878	3,7109	3,02074	0,90434	0,43607	0,25061	5,88665	3,76053	2,86302	1,02931	0,48091	0,24527
45	5,6243	3,59125	2,66977	0,90068	0,42424	0,22321	5,69744	3,58994	2,67981	0,95284	0,44798	0,23084
50	5,52543	3,53241	2,83805	0,91168	0,3906	0,2717	5,5396	3,44975	2,53289	0,89003	0,42176	0,21864
55	5,32251	3,44108	2,59079	0,855	0,41918	0,212	5,40794	3,33454	2,41506	0,83845	0,40088	0,20833
60	5,35931	3,32333	2,46946	0,78613	0,34892	0,1738	5,29811	3,23986	2,32056	0,79608	0,38425	0,1996
65	5,2286	3,21367	2,31817	0,80058	0,34229	0,17855	5,20649	3,16205	2,24478	0,76128	0,37101	0,19222
70	5,18376	3,19336	2,33832	0,78794	0,35556	0,15487	5,13007	3,0981	2,184	0,7327	0,36047	0,18598
75	5,20821	3,09588	2,37057	0,74479	0,35058	0,16274	5,06632	3,04555	2,13526	0,70923	0,35207	0,1807
80	4,84249	3,03699	2,04128	0,78613	0,38223	0,212	5,01314	3,00236	2,09618	0,68995	0,34538	0,17624
85	5,04135	2,96389	1,97743	0,7144	0,38558	0,18014	4,96878	2,96687	2,06483	0,67411	0,34006	0,17247
90	4,99666	2,94765	2,05327	0,6877	0,34892	0,2184	4,93178	2,9377	2,03969	0,66111	0,33582	0,16927
95	4,91345	2,86037	1,99537	0,61359	0,32576	0,19125	4,90091	2,91373	2,01953	0,65043	0,33244	0,16657

Πίνακας 5.3.1-6 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

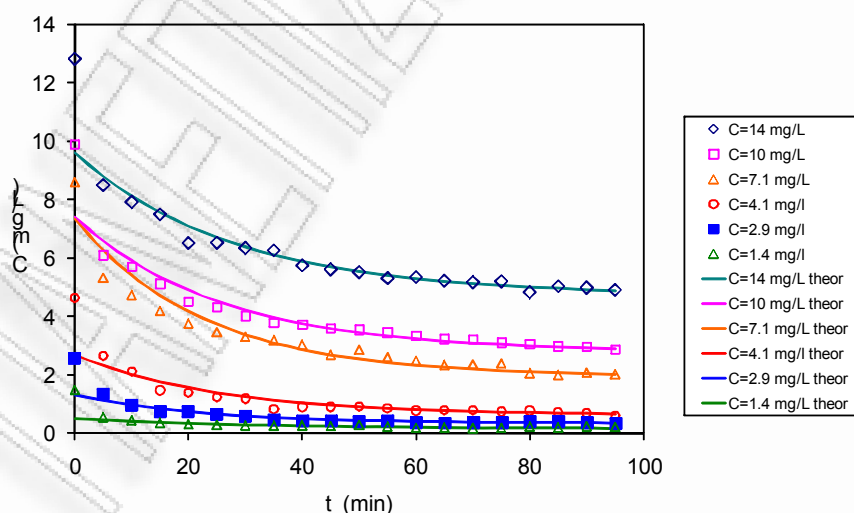
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
C _e (mg/L)	4,74564	2,80317	1,93788	0,60132	0,31925	0,15177
C _o (mg/L)	9,6126	7,4044	7,3447	2,6681	1,3191	0,5090
k (min ⁻¹)	0,0363	0,0392	0,0441	0,0394	0,0456	0,0335
sum	10,9914	6,88164	3,84342	18,2923	6,25128	4,31949
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,61564	0,48713	0,40018	0,87303	0,51036	0,42424

Πίνακας 5.3.1-7 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

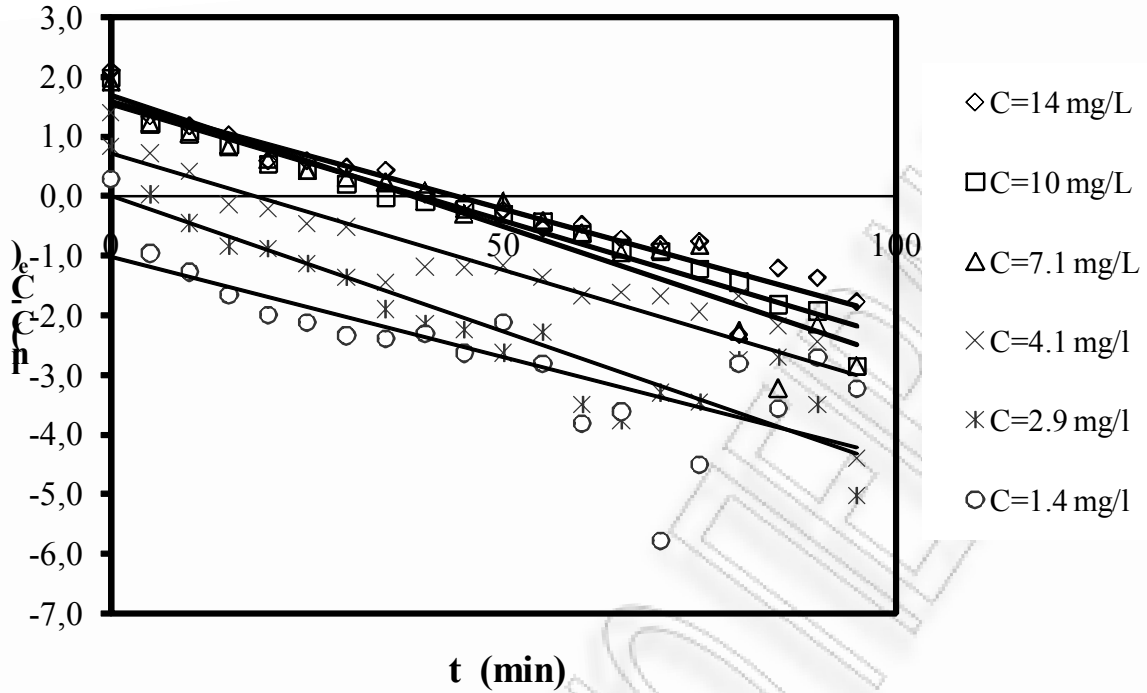
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,09045	1,95833	1,89706	1,39038	0,81331	0,27449
5	1,32582	1,1897	1,21622	0,71101	0,01139	-0,96747
10	1,1588	1,06102	1,02428	0,41341	-0,4662	-1,28181
15	1,01554	0,83608	0,80505	-0,14575	-0,85861	-1,66673
20	0,57802	0,523	0,59306	-0,22486	-0,89736	-1,99341
25	0,58168	0,41285	0,4103	-0,47101	-1,14274	-2,12087
30	0,47467	0,18526	0,29325	-0,52405	-1,38353	-2,34753
35	0,42134	-0,03405	0,2145	-1,44607	-1,91466	-2,39954
40	0,01306	-0,0968	0,07961	-1,19395	-2,14708	-2,31427
45	-0,12936	-0,23815	-0,31213	-1,20612	-2,25387	-2,63885
50	-0,24873	-0,31575	-0,10517	-1,17003	-2,64008	-2,12087
55	-0,55014	-0,44955	-0,42631	-1,37167	-2,30328	-2,80968
60	-0,48829	-0,65361	-0,63189	-1,68841	-3,51744	-3,81527
65	-0,72782	-0,89037	-0,96682	-1,61317	-3,77032	-3,62002
70	-0,82526	-0,94111	-0,9152	-1,6787	-3,31548	-5,7772
75	-0,77095	-1,22856	-0,83774	-1,94166	-3,46303	-4,51228
80	-2,33459	-1,4532	-2,26912	-1,68841	-2,76483	-2,80968
85	-1,21838	-1,82806	-3,23023	-2,1797	-2,71308	-3,56252
90	-1,38222	-1,93459	-2,15942	-2,44898	-3,51744	-2,70859
95	-1,7849	-2,86107	-2,85611	-4,40045	-5,03361	-3,23187
Ce	4,74564	2,80317	1,93788	0,60132	0,31925	0,15177
Co	9,6126	7,40435	7,34467	2,66806	1,31905	0,50901
ln(Co-Ce)	1,5825	1,5263	1,6877	0,7260	-0,0002	-1,0294
k	0,0363	0,0392	0,0441	0,0394	0,0456	0,0335
R	-0,9617	-0,9805	-0,9530	-0,9231	-0,9297	-0,7611
R ²	0,9248	0,9614	0,9082	0,8521	0,8643	0,5792

Πίνακας 5.3.1-8 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

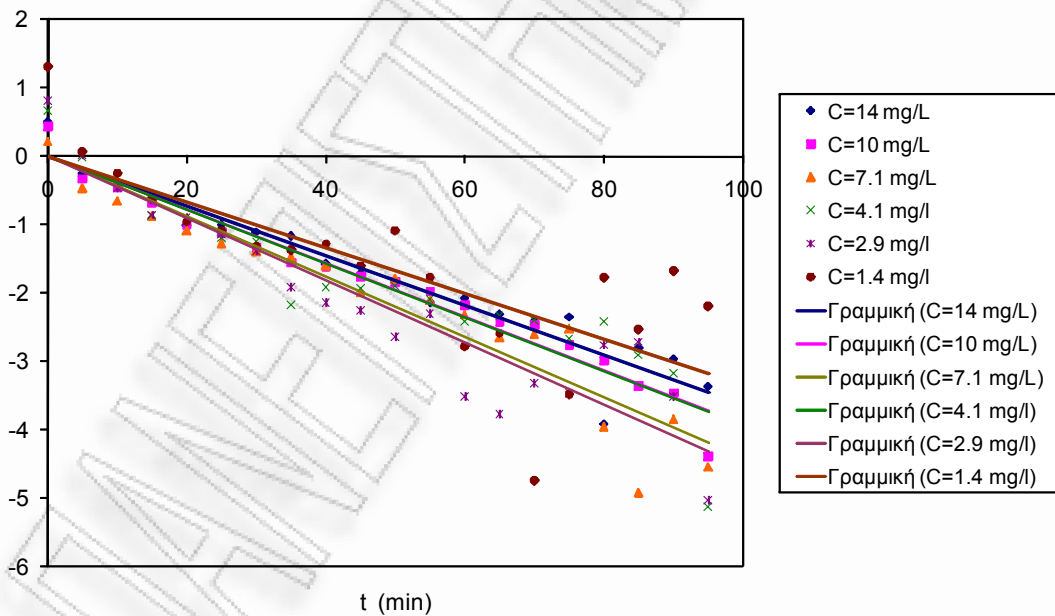
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,50799	0,43201	0,2094	0,66441	0,8135	1,30385
5	-0,25664	-0,33661	-0,47143	-0,01497	0,01158	0,06189
10	-0,42366	-0,46529	-0,66337	-0,31256	-0,46601	-0,25246
15	-0,56692	-0,69023	-0,8826	-0,87172	-0,85842	-0,63737
20	-1,00444	-1,00331	-1,0946	-0,95083	-0,89717	-0,96405
25	-1,00079	-1,11347	-1,27736	-1,19698	-1,14255	-1,09151
30	-1,10779	-1,34105	-1,3944	-1,25002	-1,38334	-1,31817
35	-1,16112	-1,56036	-1,47316	-2,17204	-1,91447	-1,37018
40	-1,5694	-1,62311	-1,60805	-1,91993	-2,14689	-1,28491
45	-1,71182	-1,76447	-1,99978	-1,9321	-2,25368	-1,60949
50	-1,8312	-1,84206	-1,79282	-1,896	-2,63989	-1,09151
55	-2,1326	-1,97586	-2,11397	-2,09764	-2,30309	-1,78033
60	-2,07075	-2,17992	-2,31955	-2,41438	-3,51725	-2,78592
65	-2,31028	-2,41668	-2,65447	-2,33914	-3,77013	-2,59066
70	-2,40772	-2,46742	-2,60286	-2,40467	-3,31529	-4,74785
75	-2,35341	-2,75488	-2,5254	-2,66763	-3,46284	-3,48292
80	-3,91706	-2,97951	-3,95678	-2,41438	-2,76464	-1,78033
85	-2,80085	-3,35438	-4,91788	-2,90568	-2,71288	-2,53316
90	-2,96468	-3,4609	-3,84707	-3,17495	-3,51725	-1,67923
95	-3,36736	-4,38738	-4,54376	-5,12642	-5,03342	-2,20252
Ce	4,74564	2,80317	1,93788	0,60132	0,31925	0,15177
Co	9,61257	7,40435	7,34467	2,66806	1,31905	0,50901
k	0,0363	0,0392	0,0441	0,0394	0,0456	0,0335



Σχήμα 5.3.1-4 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 0,5



Σχήμα 5.3.1-5 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσεως του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,1125\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$



Σχήμα 5.3.1-6 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,1125\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$ h

Πίνακας 5.3.1-9 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H ₂ SO ₄ , για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,0996	9,19316	7,06011	4,47812	2,92329	1,44826	11,5009	7,34373	4,96574	2,98439	1,57147	1,08528
5	10,2213	6,54121	4,53881	4,12208	1,2733	0,80781	10,3952	6,36165	4,25091	2,52944	1,35064	0,90994
10	8,67625	5,30208	3,76767	1,91373	0,98358	0,51974	9,46542	5,57546	3,68588	2,16768	1,16916	0,76575
15	7,87142	4,78373	3,0776	1,86806	0,83863	0,41412	8,68356	4,94608	3,23926	1,88002	1,02003	0,64717
20	7,4468	3,96621	2,6799	1,48195	0,75375	0,3906	8,02609	4,44224	2,88623	1,65129	0,89746	0,54966
25	6,95793	3,77577	2,4634	1,24662	0,63995	0,38223	7,47323	4,0389	2,60718	1,4694	0,79674	0,46947
30	6,75651	3,59936	2,34839	1,11043	0,63643	0,36888	7,00832	3,71601	2,38661	1,32478	0,71396	0,40353
35	6,61327	3,43499	2,1153	1,03931	0,62588	0,3539	6,61739	3,45752	2,21226	1,20978	0,64594	0,3493
40	6,37892	3,25632	1,97544	1,02628	0,59434	0,33567	6,28865	3,25059	2,07445	1,11833	0,59003	0,30471
45	6,13999	3,11213	1,94954	1,00954	0,55951	0,31259	6,01221	3,08493	1,96552	1,04562	0,54409	0,26803
50	5,86277	2,8827	1,88989	1,00583	0,537	0,288	5,77975	2,95232	1,87942	0,9878	0,50633	0,23788
55	5,85235	2,82994	1,86607	0,99099	0,5163	0,2717	5,58428	2,84616	1,81136	0,94182	0,4753	0,21307
60	5,70697	2,83805	1,71388	0,9227	0,45473	0,24738	5,41991	2,76117	1,75756	0,90526	0,4498	0,19268
65	5,52954	2,69814	1,67847	0,87141	0,431	0,23769	5,28169	2,69313	1,71504	0,87619	0,42885	0,17591
70	5,22452	2,73259	1,67651	0,85682	0,44285	0,2152	5,16546	2,63867	1,68142	0,85308	0,41163	0,16212
75	5,19802	2,688	1,65099	0,86959	0,42931	0,204	5,06772	2,59507	1,65486	0,8347	0,39747	0,15077
80	5,14303	2,55033	1,65687	0,87872	0,41749	0,18014	4,98553	2,56016	1,63385	0,82008	0,38584	0,14145
85	4,91954	2,54426	1,64118	0,81686	0,40067	0,14701	4,91642	2,53222	1,61726	0,80846	0,37628	0,13378
90	4,88506	2,49573	1,61767	0,79696	0,37555	0,12044	4,85831	2,50985	1,60413	0,79922	0,36843	0,12747
95	4,64402	2,46946	1,58637	0,77892	0,33898	0,10028	4,80944	2,49195	1,59376	0,79187	0,36197	0,12228

Πίνακας 5.3.1-10 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

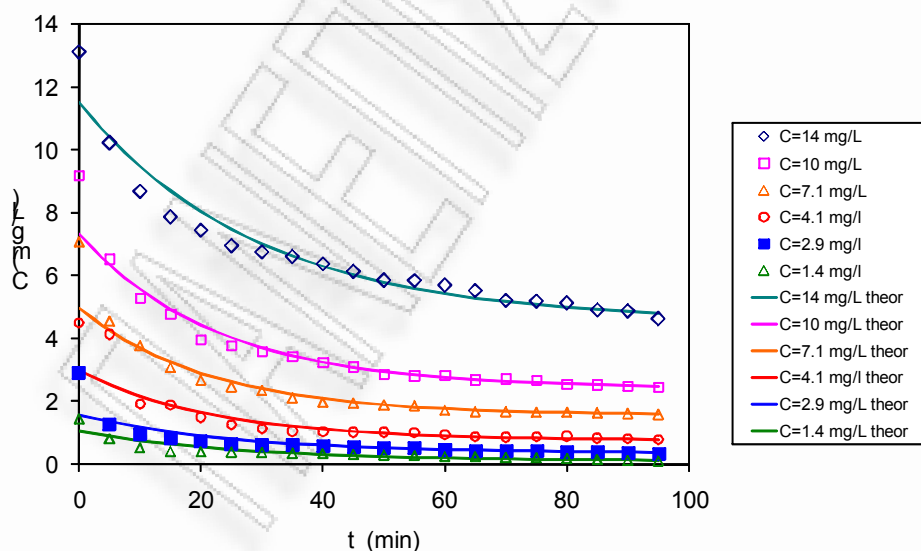
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
C _e (mg/L)	4,55114	2,42007	1,55464	0,76335	0,3322	0,09827
C _o (mg/L)	11,5009	7,3437	4,9657	2,9844	1,5715	1,0853
k (min ⁻¹)	0,0347	0,0445	0,0470	0,0458	0,0392	0,0391
sum	4,85343	3,89391	4,59397	20,8165	4,69221	4,36778
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,4091	0,36643	0,43751	0,93132	0,44216	0,4266

Πίνακας 5.3.1-11 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

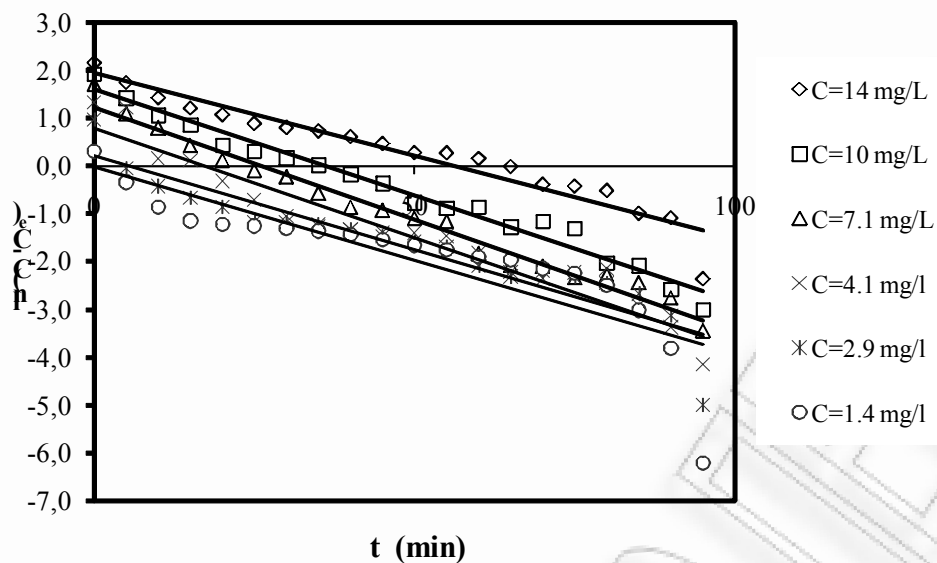
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,14575	1,91296	1,70574	1,31232	0,95208	0,3001
5	1,73521	1,41613	1,09332	1,21156	-0,0607	-0,34314
10	1,41709	1,05848	0,79436	0,1401	-0,42867	-0,864
15	1,20005	0,86021	0,42066	0,09958	-0,68037	-1,15249
20	1,06321	0,43576	0,11801	-0,33044	-0,86381	-1,22987
25	0,87829	0,30432	-0,09567	-0,72718	-1,17846	-1,25891
30	0,79089	0,16491	-0,23099	-1,0582	-1,18997	-1,30709
35	0,72374	0,01481	-0,57865	-1,28747	-1,22527	-1,36402
40	0,6031	-0,17883	-0,86561	-1,33586	-1,33887	-1,43801
45	0,46301	-0,36809	-0,92912	-1,40162	-1,48143	-1,54031
50	0,27127	-0,77084	-1,09289	-1,41683	-1,58574	-1,66215
55	0,26329	-0,89193	-1,16658	-1,47998	-1,69227	-1,75199
60	0,14482	-0,87232	-1,83736	-1,83664	-2,09943	-1,9031
65	-0,02184	-1,27992	-2,08883	-2,225	-2,3147	-1,97025
70	-0,39545	-1,16309	-2,10482	-2,37002	-2,20142	-2,14621
75	-0,43559	-1,31704	-2,33983	-2,24204	-2,33196	-2,24684
80	-0,52444	-2,03829	-2,28052	-2,15959	-2,46169	-2,50265
85	-0,9986	-2,086	-2,44718	-2,92782	-2,68142	-3,02123
90	-1,09686	-2,58154	-2,76422	-3,39274	-3,13845	-3,80895
95	-2,37644	-3,00802	-3,45058	-4,16186	-4,99384	-6,21185
Ce	4,55114	2,42007	1,55464	0,76335	0,3322	0,09827
Co	11,5009	7,34373	4,96574	2,98439	1,57147	1,08528
ln(Co-Ce)	1,9387	1,5941	1,2270	0,7980	0,2145	-0,0131
k	0,0347	0,0445	0,0470	0,0458	0,0392	0,0391
R	-0,9612	-0,9882	-0,9891	-0,9645	-0,9298	-0,8545
R ²	0,9238	0,9766	0,9783	0,9302	0,8645	0,7301

Πίνακας 5.3.1-12 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

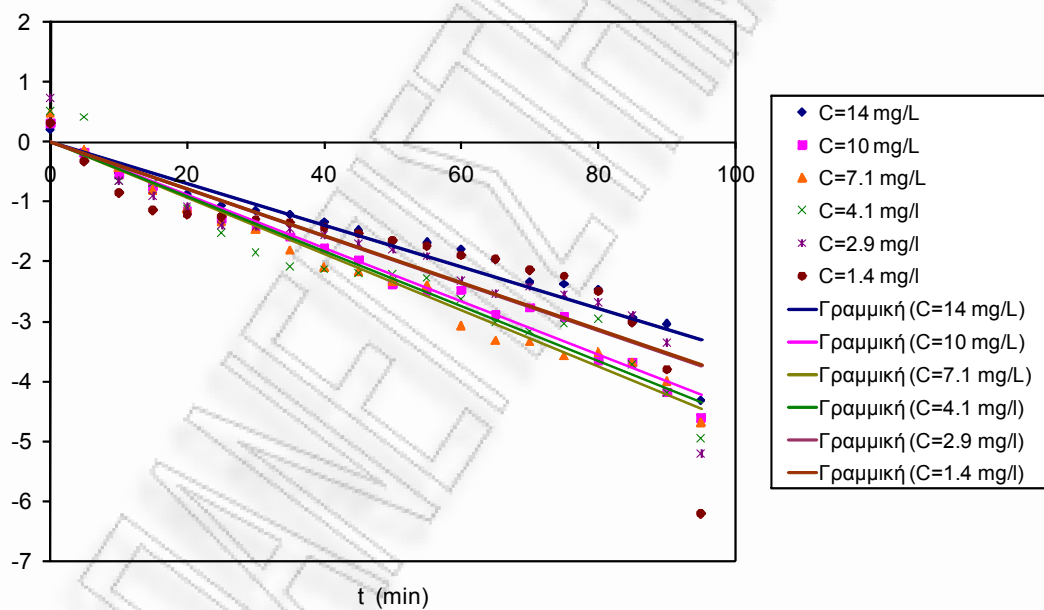
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,20704	0,31891	0,47871	0,51434	0,73756	0,31317
5	-0,2035	-0,17792	-0,13372	0,41359	-0,27522	-0,33006
10	-0,52162	-0,53557	-0,43268	-0,65788	-0,64319	-0,85092
15	-0,73866	-0,73384	-0,80638	-0,69839	-0,89489	-1,13941
20	-0,8755	-1,1583	-1,10902	-1,12842	-1,07833	-1,21679
25	-1,06042	-1,28973	-1,32271	-1,52516	-1,39298	-1,24584
30	-1,14782	-1,42914	-1,45802	-1,85618	-1,40449	-1,29401
35	-1,21497	-1,57924	-1,80569	-2,08544	-1,43979	-1,35095
40	-1,33561	-1,77289	-2,09265	-2,13384	-1,55339	-1,42493
45	-1,4757	-1,96215	-2,15616	-2,1996	-1,69595	-1,52723
50	-1,66744	-2,3649	-2,31992	-2,2148	-1,80026	-1,64907
55	-1,67542	-2,48598	-2,39362	-2,27796	-1,90679	-1,73892
60	-1,79389	-2,46637	-3,0644	-2,63462	-2,31395	-1,89002
65	-1,96055	-2,87397	-3,31586	-3,02298	-2,52922	-1,95718
70	-2,33416	-2,75715	-3,33186	-3,168	-2,41594	-2,13313
75	-2,3743	-2,91109	-3,56686	-3,04001	-2,54648	-2,23376
80	-2,46315	-3,63235	-3,50756	-2,95757	-2,67621	-2,48957
85	-2,93731	-3,68005	-3,67421	-3,72579	-2,89594	-3,00816
90	-3,03557	-4,17559	-3,99126	-4,19072	-3,35297	-3,79588
95	-4,31515	-4,60207	-4,67761	-4,95984	-5,20836	-6,19877
Ce	4,55114	2,42007	1,55464	0,76335	0,3322	0,09827
Co	11,5009	7,34373	4,96574	2,98439	1,57147	1,08528
k	0,0347	0,0445	0,0470	0,0458	0,0392	0,0391



Σχήμα 5.3.1-7 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H₂SO₄, για 1 h



Σχήμα 5.3.1-8 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσεσι του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,1125\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 1 h



Σχήμα 5.3.1-9 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,1125\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5\text{ h}$

Πίνακας 5.3.1-13 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	14,2742	11,7102	7,96211	5,15728	3,54459	1,53564	11,9214	9,30615	6,3135	3,62592	2,49685	0,83289
5	10,4312	7,80159	5,02509	2,65559	1,88393	0,73941	10,8493	8,22493	5,47679	3,06598	2,13286	0,70891
10	9,71466	6,74321	4,44171	2,33227	1,59614	0,54045	9,96723	7,3628	4,80861	2,62655	1,83771	0,60989
15	9,03913	6,30384	3,94596	2,13934	1,4096	0,50942	9,24141	6,67536	4,27502	2,28168	1,59838	0,53082
20	8,31731	5,81072	3,45935	1,85219	1,27903	0,431	8,64419	6,12721	3,8489	2,01103	1,40431	0,46766
25	7,88646	5,47612	3,41064	1,69223	1,18775	0,37722	8,15278	5,69014	3,50861	1,79862	1,24694	0,41722
30	7,60048	5,29186	3,15884	1,58832	1,0748	0,36554	7,74843	5,34163	3,23687	1,63193	1,11934	0,37694
35	7,44918	5,15728	3,02277	1,5084	1,04677	0,33402	7,41572	5,06374	3,01985	1,5011	1,01586	0,34477
40	6,96471	4,78373	2,85023	1,39609	0,88237	0,32082	7,14196	4,84216	2,84655	1,39843	0,93196	0,31908
45	6,85674	4,77158	2,7407	1,34606	0,84408	0,29127	6,9167	4,66548	2,70816	1,31786	0,86392	0,29856
50	6,7676	4,58939	2,65356	1,25804	0,83681	0,27984	6,73135	4,5246	2,59764	1,25462	0,80875	0,28217
55	6,6968	4,53678	2,60699	1,30771	0,77172	0,27495	6,57884	4,41226	2,50938	1,20499	0,76401	0,26909
60	6,59577	4,40935	2,5119	1,22949	0,76633	0,29127	6,45335	4,32269	2,4389	1,16605	0,72774	0,25863
65	6,29101	4,25359	2,40082	1,12547	0,7251	0,24092	6,3501	4,25127	2,38262	1,13548	0,69832	0,25029
70	6,33597	4,20099	2,35847	1,10479	0,69125	0,23286	6,26513	4,19432	2,33767	1,11149	0,67447	0,24362
75	6,25685	4,17671	2,33227	1,08978	0,68593	0,22964	6,19523	4,14891	2,30178	1,09267	0,65512	0,2383
80	6,15905	4,06541	2,32824	1,07854	0,6877	0,22482	6,1377	4,1127	2,27311	1,07789	0,63944	0,23404
85	6,10405	4,06541	2,23568	1,06919	0,63995	0,2652	6,09037	4,08383	2,25022	1,0663	0,62672	0,23065
90	6,02817	4,05731	2,20354	1,05424	0,61535	0,22161	6,05143	4,06081	2,23194	1,0572	0,61641	0,22793
95	5,99036	4,05124	2,20555	1,04491	0,58387	0,24576	6,01938	4,04245	2,21734	1,05005	0,60805	0,22577

Πίνακας 5.3.1-14 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

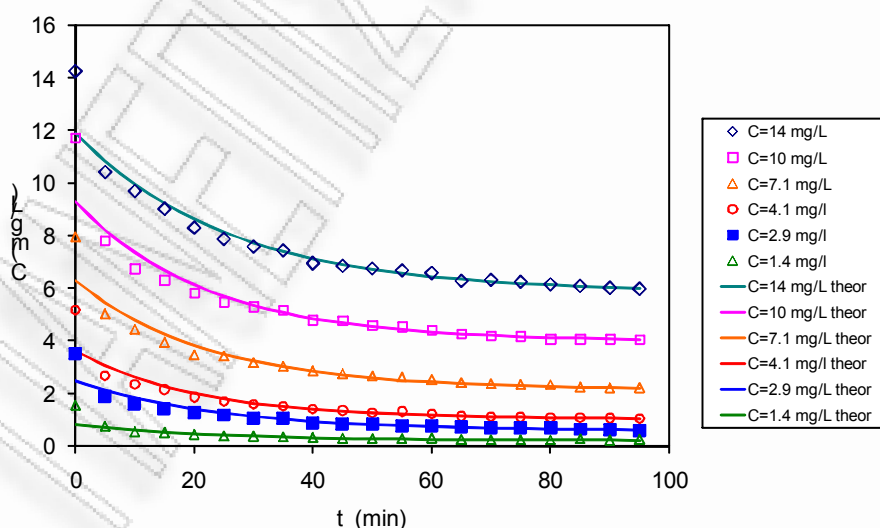
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
C _e (mg/L)	5,87055	3,97021	2,15947	1,02401	0,57219	0,21718
C _o (mg/L)	11,9214	9,3062	6,3135	3,6259	2,4968	0,8329
k (min ⁻¹)	0,0390	0,0453	0,0450	0,0485	0,0419	0,0450
sum	6,10102	6,68318	3,35723	11,2746	15,4216	4,12301
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,45867	0,48006	0,37401	0,6854	0,8016	0,41448

Πίνακας 5.3.1-15 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

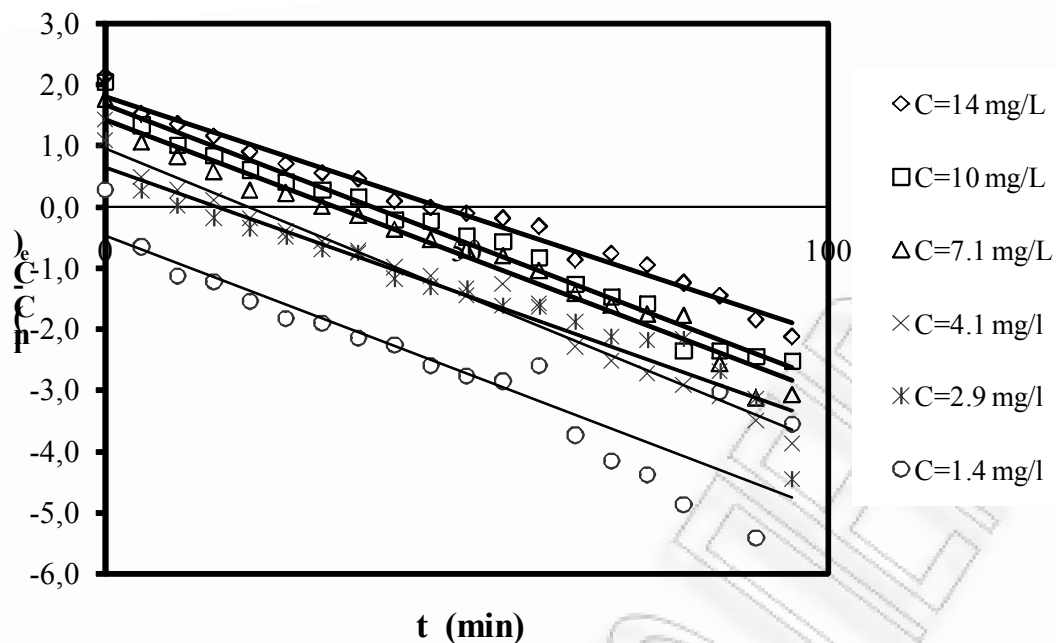
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,12867	2,0464	1,75831	1,41907	1,08937	0,27647
5	1,51747	1,34322	1,05279	0,48955	0,27136	-0,64964
10	1,34654	1,01993	0,82516	0,2687	0,02367	-1,12925
15	1,15328	0,84742	0,58025	0,10915	-0,17745	-1,23017
20	0,89476	0,61004	0,26228	-0,18853	-0,34695	-1,54263
25	0,70107	0,40939	0,22408	-0,40313	-0,48522	-1,83232
30	0,54808	0,27888	-0,00063	-0,57215	-0,68794	-1,90807
35	0,45656	0,17149	-0,14698	-0,72487	-0,74532	-2,14695
40	0,08998	-0,20639	-0,36996	-0,98864	-1,1706	-2,26685
45	-0,0139	-0,22144	-0,5426	-1,13306	-1,30235	-2,60243
50	-0,10865	-0,47937	-0,70503	-1,45229	-1,32945	-2,76997
55	-0,19086	-0,56816	-0,80403	-1,25984	-1,61178	-2,85118
60	-0,32129	-0,82296	-1,04289	-1,58239	-1,6392	-2,60243
65	-0,86642	-1,26097	-1,42149	-2,28813	-1,87788	-3,74061
70	-0,76483	-1,4663	-1,61443	-2,51601	-2,1281	-4,15522
75	-0,95116	-1,57746	-1,75559	-2,72153	-2,17388	-4,38488
80	-1,24306	-2,35184	-1,77918	-2,90893	-2,15839	-4,87398
85	-1,45461	-2,35184	-2,5742	-3,09714	-2,69179	-3,03615
90	-1,84756	-2,44073	-3,12196	-3,49896	-3,14297	-5,41886
95	-2,12187	-2,513	-3,0774	-3,86809	-4,4501	-3,55495
Ce	5,87055	3,97021	2,15947	1,02401	0,57219	0,21718
Co	11,9214	9,30615	6,3135	3,62592	2,49685	0,83289
ln(Co-Ce)	1,8002	1,6745	1,4241	0,9562	0,6547	-0,4850
k	0,0390	0,0453	0,0450	0,0485	0,0419	0,0450
R	-0,9920	-0,9907	-0,9863	-0,9899	-0,9643	-0,9188
R ²	0,9840	0,9816	0,9729	0,9798	0,9300	0,8441

Πίνακας 5.3.1-16 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

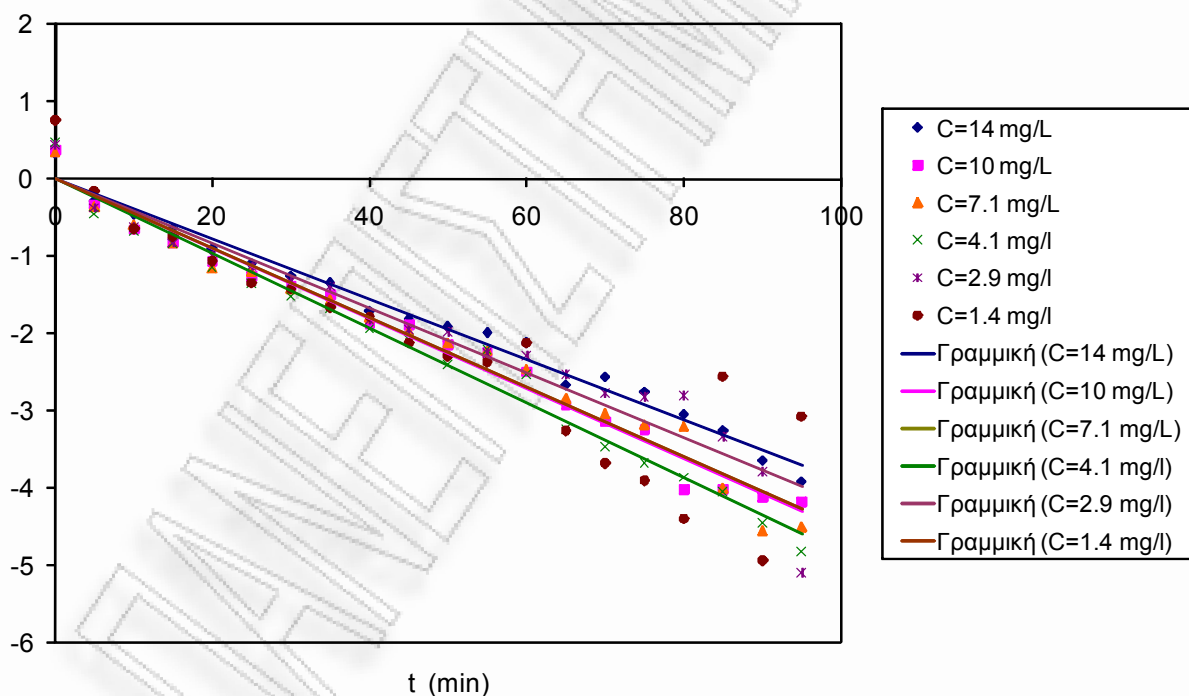
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,32847	0,37194	0,33423	0,46283	0,43462	0,76145
5	-0,28272	-0,33124	-0,37129	-0,4667	-0,38339	-0,16466
10	-0,45365	-0,65454	-0,59892	-0,68754	-0,63108	-0,64427
15	-0,64691	-0,82704	-0,84383	-0,8471	-0,83219	-0,74519
20	-0,90543	-1,06443	-1,1618	-1,14477	-1,0017	-1,05765
25	-1,09912	-1,26507	-1,2	-1,35938	-1,13996	-1,34734
30	-1,25211	-1,39558	-1,42471	-1,52839	-1,34269	-1,42309
35	-1,34364	-1,50298	-1,57106	-1,68111	-1,40007	-1,66197
40	-1,71021	-1,88086	-1,79404	-1,94489	-1,82535	-1,78187
45	-1,8141	-1,89591	-1,96668	-2,0893	-1,9571	-2,11745
50	-1,90884	-2,15384	-2,12911	-2,40853	-1,9842	-2,28499
55	-1,99106	-2,24262	-2,22811	-2,21609	-2,26653	-2,3662
60	-2,12149	-2,49742	-2,46696	-2,53864	-2,29395	-2,11745
65	-2,66661	-2,93544	-2,84557	-3,24437	-2,53263	-3,25563
70	-2,56502	-3,14076	-3,03851	-3,47225	-2,78285	-3,67024
75	-2,75136	-3,25193	-3,17967	-3,67778	-2,82863	-3,8999
80	-3,04325	-4,0263	-3,20326	-3,86517	-2,81314	-4,389
85	-3,2548	-4,0263	-3,99828	-4,05339	-3,34653	-2,55117
90	-3,64776	-4,11519	-4,54604	-4,4552	-3,79772	-4,93388
95	-3,92207	-4,18746	-4,50148	-4,82434	-5,10485	-3,06997
Ce	5,87055	3,97021	2,15947	1,02401	0,57219	0,21718
Co	11,9214	9,30615	6,3135	3,62592	2,49685	0,83289
k	0,0390	0,0453	0,0450	0,0485	0,0419	0,0450



Σχήμα 5.3.1-10 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 0,5



Σχήμα 5.3.1-11 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,225\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$



Σχήμα 5.3.1-12 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,225\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$ h

Πίνακας 5.3.1-17 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H ₂ SO ₄ , για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,4385	10,3325	7,75455	4,9236	2,20153	1,14241	10,6033	7,41574	5,43907	3,0269	1,40249	0,66085
5	9,4585	6,47388	4,50037	2,84211	1,07667	0,48029	9,64243	6,64798	4,81297	2,67748	1,18049	0,58475
10	8,18314	5,60779	3,88519	2,10929	0,92821	0,45303	8,84088	6,01038	4,29476	2,38528	1,00454	0,52021
15	7,94439	5,12268	3,44311	1,99537	0,7251	0,43607	8,17226	5,48086	3,86583	2,14095	0,86509	0,46546
20	7,10816	4,74525	3,15884	1,84624	0,69303	0,4158	7,61453	5,0411	3,51081	1,93663	0,75456	0,41902
25	6,68798	4,46396	2,87458	1,6451	0,66289	0,35556	7,14929	4,67589	3,21697	1,76577	0,66695	0,37963
30	6,58483	4,32439	2,74678	1,48897	0,63995	0,3906	6,76121	4,37259	2,97375	1,6229	0,59752	0,34621
35	6,20362	4,08565	2,63128	1,39416	0,49912	0,26682	6,43749	4,12071	2,77244	1,50343	0,54249	0,31787
40	5,97568	3,7474	2,61711	1,29814	0,49226	0,22803	6,16746	3,91152	2,60582	1,40353	0,49887	0,29383
45	5,92751	3,67643	2,58067	1,35374	0,43776	0,22161	5,9422	3,7378	2,46791	1,31998	0,4643	0,27344
50	5,8461	3,59531	2,34839	1,22189	0,53527	0,34892	5,75431	3,59352	2,35376	1,25012	0,4369	0,25615
55	5,74012	3,49183	2,29804	1,18208	0,38725	0,22803	5,59757	3,4737	2,25928	1,19171	0,41518	0,24148
60	5,66353	3,38424	2,38872	1,09353	0,40739	0,25061	5,46683	3,3742	2,18108	1,14286	0,39797	0,22903
65	5,50693	3,30912	2,16942	1,06171	0,43776	0,24576	5,35777	3,29156	2,11636	1,10201	0,38433	0,21848
70	5,37159	3,26444	2,1634	1,17073	0,39899	0,2136	5,2668	3,22293	2,06278	1,06785	0,37352	0,20952
75	5,345	3,20149	2,12932	1,12923	0,36888	0,2136	5,19091	3,16593	2,01844	1,03928	0,36495	0,20193
80	5,1858	3,17305	2,06727	1,13676	0,33898	0,25709	5,12761	3,1186	1,98174	1,0154	0,35815	0,19549
85	5,082	3,20555	2,08327	1,06919	0,33898	0,2088	5,07481	3,07929	1,95136	0,99542	0,35277	0,19002
90	5,00072	3,07963	1,86409	0,91168	0,3539	0,20081	5,03077	3,04664	1,92622	0,97872	0,3485	0,18539
95	4,90737	2,94562	1,84228	0,99099	0,36721	0,16274	4,99402	3,01953	1,9054	0,96476	0,34512	0,18146

Πίνακας 5.3.1-18 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

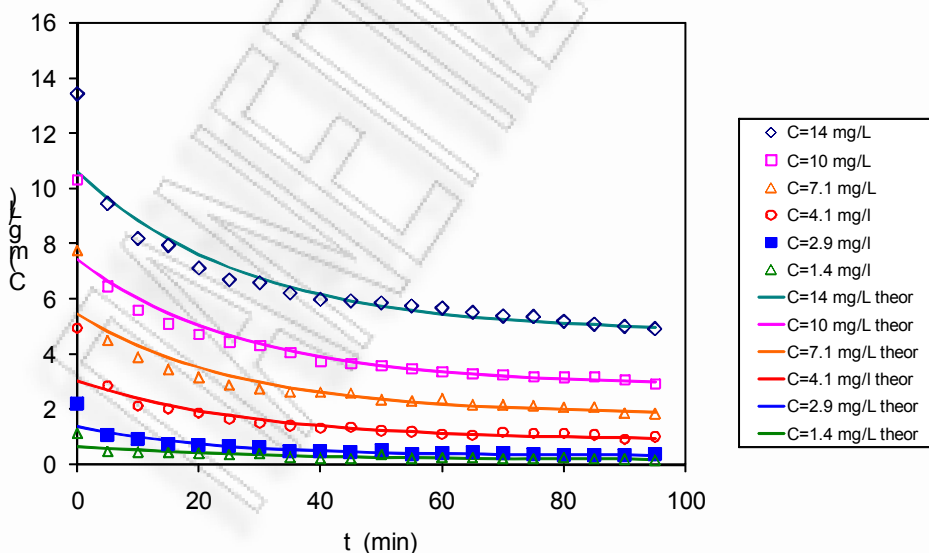
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
C _e (mg/L)	4,80922	2,88671	1,80543	0,89344	0,3322	0,15949
C _o (mg/L)	10,6033	7,4157	5,4391	3,0269	1,4025	0,6608
k (min ⁻¹)	0,0363	0,0371	0,0378	0,0358	0,0465	0,0329
sum	9,28477	9,02407	6,23344	27,9762	3,5389	3,06413
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,56583	0,55783	0,50963	1,07966	0,384	0,35731

Πίνακας 5.3.1-19 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

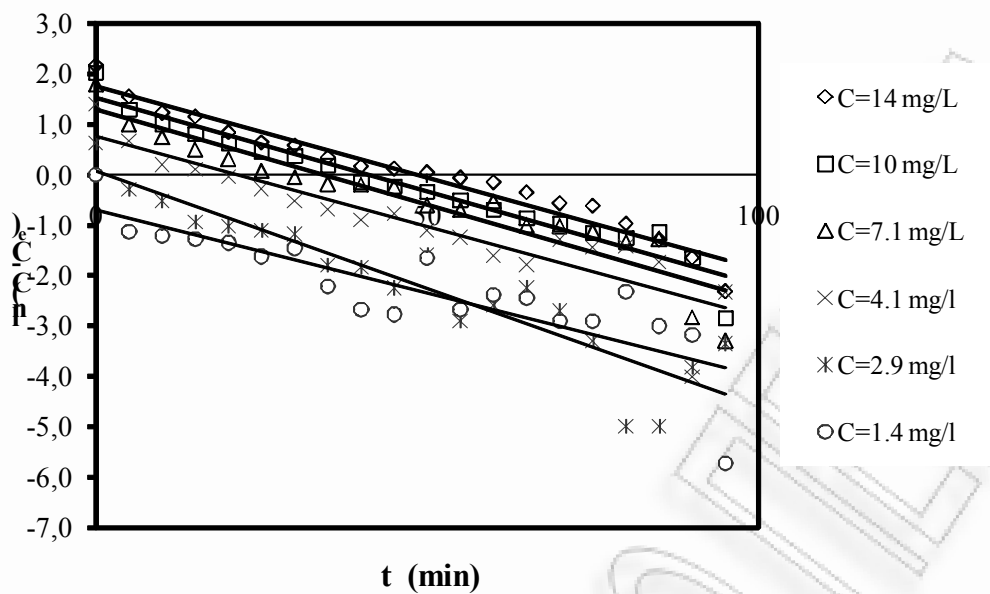
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,1125N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,15516	2,00765	1,78324	1,3938	0,62558	-0,01722
5	1,53671	1,27737	0,99137	0,66715	-0,29508	-1,13695
10	1,21607	1,00103	0,73225	0,19544	-0,51749	-1,22575
15	1,14268	0,80468	0,49328	0,09706	-0,93419	-1,28525
20	0,83245	0,61979	0,30262	-0,04835	-1,01934	-1,36135
25	0,63061	0,45568	0,06686	-0,28548	-1,10656	-1,62927
30	0,57415	0,36303	-0,06044	-0,51831	-1,17846	-1,46485
35	0,33246	0,18144	-0,19134	-0,69171	-1,79025	-2,23183
40	0,15397	-0,15002	-0,20865	-0,90462	-1,83219	-2,68027
45	0,1118	-0,23607	-0,25458	-0,77588	-2,24844	-2,77869
50	0,03622	-0,34447	-0,61072	-1,11338	-1,59421	-1,66373
55	-0,07161	-0,50233	-0,70805	-1,24261	-2,89947	-2,68027
60	-0,15746	-0,69809	-0,53908	-1,60899	-2,58776	-2,39557
65	-0,35996	-0,86178	-1,01065	-1,78221	-2,24844	-2,45026
70	-0,5756	-0,97356	-1,02732	-1,28272	-2,70625	-2,91681
75	-0,62404	-1,15588	-1,12737	-1,44483	-3,30561	-2,91681
80	-0,97663	-1,25055	-1,34005	-1,41339	-4,99384	-2,32692
85	-1,29909	-1,14306	-1,28073	-1,73873	-4,99384	-3,0097
90	-1,65287	-1,64545	-2,8361	-4,00449	-3,83038	-3,18636
95	-2,32129	-2,8317	-3,30102	-2,32747	-3,35211	-5,7276
Ce	4,80922	2,88671	1,80543	0,89344	0,3322	0,15949
Co	10,6033	7,41574	5,43907	3,0269	1,40249	0,66085
ln(Co-Ce)	1,7568	1,5105	1,2902	0,7577	0,0679	-0,6904
k	0,0363	0,0371	0,0378	0,0358	0,0465	0,0329
R	-0,9755	-0,9710	-0,9394	-0,9096	-0,9250	-0,8408
R ²	0,9516	0,9428	0,8825	0,8274	0,8556	0,7069

Πίνακας 5.3.1-20 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

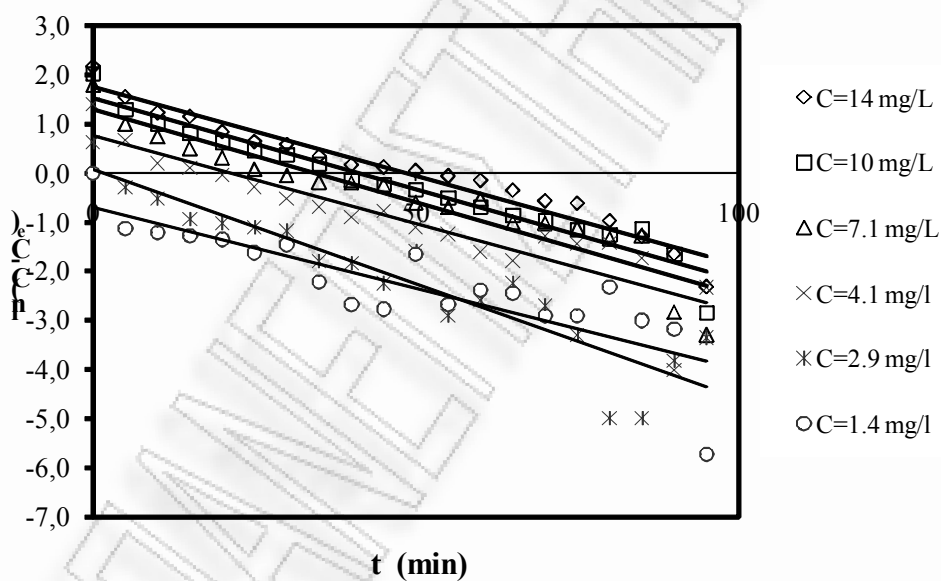
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,39832	0,49714	0,49301	0,63606	0,55765	0,67321
5	-0,22013	-0,23314	-0,29886	-0,0906	-0,36301	-0,44651
10	-0,54077	-0,50948	-0,55798	-0,56231	-0,58542	-0,53532
15	-0,61416	-0,70583	-0,79695	-0,66068	-1,00211	-0,59482
20	-0,9244	-0,89072	-0,98761	-0,80609	-1,08727	-0,67091
25	-1,12623	-1,05482	-1,22337	-1,04322	-1,17449	-0,93884
30	-1,1827	-1,14747	-1,35067	-1,27605	-1,24639	-0,77442
35	-1,42438	-1,32907	-1,48158	-1,44945	-1,85818	-1,5414
40	-1,60287	-1,66053	-1,49889	-1,66236	-1,90012	-1,98984
45	-1,64504	-1,74658	-1,54482	-1,53363	-2,31637	-2,08825
50	-1,72063	-1,85497	-1,90096	-1,87112	-1,66214	-0,97329
55	-1,82845	-2,01284	-1,99829	-2,00035	-2,96739	-1,98984
60	-1,9143	-2,2086	-1,82932	-2,36674	-2,65569	-1,70514
65	-2,1168	-2,37229	-2,30088	-2,53995	-2,31637	-1,75983
70	-2,33244	-2,48407	-2,31756	-2,04046	-2,77417	-2,22637
75	-2,38088	-2,66639	-2,4176	-2,20258	-3,37354	-2,22637
80	-2,73347	-2,76106	-2,63029	-2,17113	-5,06177	-1,63648
85	-3,05594	-2,65357	-2,57097	-2,49647	-5,06177	-2,31926
90	-3,40971	-3,15596	-4,12633	-4,76223	-3,89831	-2,49593
95	-4,07813	-4,34221	-4,59125	-3,08521	-3,42004	-5,03716
Ce	4,80922	2,88671	1,80543	0,89344	0,3322	0,15949
Co	10,6033	7,41574	5,43907	3,0269	1,40249	0,66085
k	0,0363	0,0371	0,0378	0,0358	0,0465	0,0329



Σχήμα 5.3.1-13 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,225N H₂SO₄, για 1 h



Σχήμα 5.3.1-14 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσεως του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,225\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 1 h



Σχήμα 5.3.1-15 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,225\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 1 h

Πίνακας 5.3.1-21 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,6903	10,1116	7,58112	4,78981	3,37409	1,85219	10,6673	6,8152	6,31952	3,75543	2,19071	0,94196
10	8,85113	5,25716	4,5469	2,78126	1,61179	0,66466	9,56733	6,05641	5,43004	3,17966	1,8282	0,78735
20	7,96464	4,88101	3,75956	2,23166	1,27139	0,49226	8,66188	5,43738	4,72104	2,71958	1,54173	0,66537
30	7,42066	4,47407	3,70685	1,92169	1,08604	0,46834	7,9165	4,93238	4,15591	2,35193	1,31534	0,56913
40	6,93085	4,13422	3,32333	1,80664	1,01512	0,40235	7,30292	4,52041	3,70545	2,05816	1,13643	0,4932
50	6,46955	4,03909	3,24617	1,65687	0,92454	0,36888	6,79781	4,18432	3,3464	1,82342	0,99504	0,43329
60	6,09349	3,88317	3,18118	1,59223	0,86776	0,34892	6,38201	3,91013	3,0602	1,63584	0,88331	0,38603
70	5,87946	3,61559	3,12431	1,45407	0,74479	0,42255	6,03973	3,68646	2,83207	1,48595	0,79501	0,34874
80	5,74634	3,48777	2,79343	1,35374	0,71796	0,38725	5,75796	3,50398	2,65023	1,36618	0,72523	0,31932
90	5,546	3,38221	2,64951	1,32495	0,69125	0,31423	5,52601	3,35512	2,50529	1,27047	0,67009	0,29611
100	5,4515	3,2685	2,49775	1,29049	0,64876	0,34395	5,33507	3,23367	2,38976	1,19399	0,62651	0,27779
110	5,32455	3,21367	2,39679	1,25423	0,62061	0,2831	5,17789	3,1346	2,29767	1,13288	0,59207	0,26334
120	5,1858	3,15478	2,30005	1,22759	0,59434	0,2184	5,0485	3,05378	2,22427	1,08405	0,56486	0,25194
130	5,07793	3,0776	2,20354	1,17262	0,60133	0,23447	4,94198	2,98784	2,16576	1,04503	0,54335	0,24295
140	4,98651	2,99029	2,16139	1,07293	0,56125	0,25547	4,8543	2,93405	2,11913	1,01385	0,52636	0,23585
150	4,91143	2,92735	2,10328	1,0207	0,537	0,28637	4,78212	2,89017	2,08195	0,98893	0,51292	0,23026
160	4,7655	2,87864	2,03329	0,97432	0,50942	0,23286	4,7227	2,85437	2,05232	0,96903	0,50231	0,22584
170	4,66224	2,83805	2,01932	0,93005	0,48029	0,2152	4,67379	2,82517	2,0287	0,95312	0,49392	0,22235
180	4,58736	2,76909	1,99138	0,92637	0,47175	0,22161	4,63352	2,80134	2,00988	0,9404	0,48729	0,2196
190	4,53678	2,75084	1,97544	0,90801	0,48542	0,2136	4,60038	2,7819	1,99487	0,93025	0,48205	0,21743

Πίνακας 5.3.1-22 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

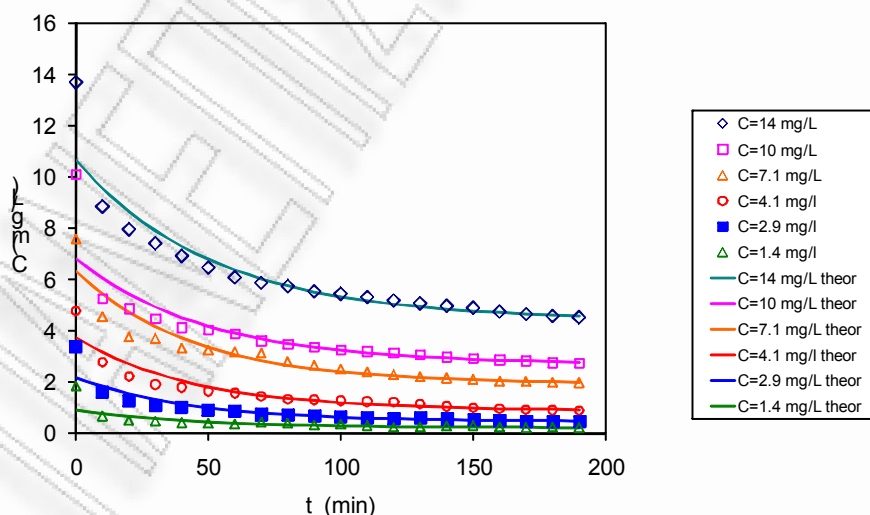
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
C _e (mg/L)	4,44605	2,69582	1,93593	0,88985	0,46232	0,20932
C _o (mg/L)	10,6673	6,8152	6,3195	3,7554	2,1907	0,9420
k (min ⁻¹)	0,0195	0,0204	0,0227	0,0224	0,0235	0,0237
sum	10,854	12,235	3,82716	14,2136	9,44037	5,78825
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,61178	0,64953	0,39933	0,76957	0,62718	0,4911

Πίνακας 5.3.1-23 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

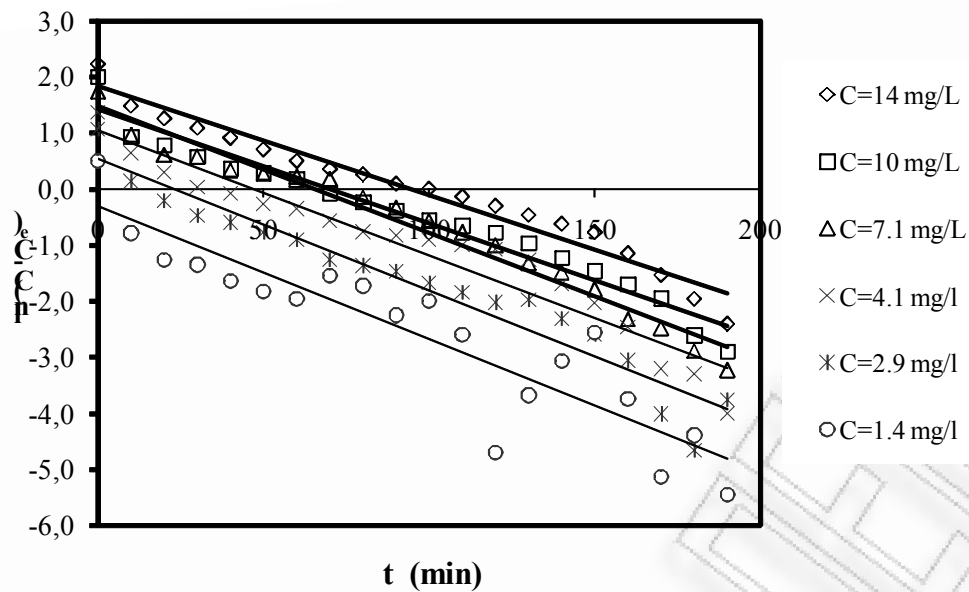
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,224	2,00362	1,7308	1,36097	1,06876	0,49644
10	1,48276	0,94053	0,95972	0,63732	0,13931	-0,78671
20	1,25806	0,7817	0,60083	0,29402	-0,21186	-1,26253
30	1,09012	0,57563	0,5715	0,03134	-0,47205	-1,35086
40	0,91019	0,36353	0,32744	-0,08688	-0,59276	-1,64496
50	0,70483	0,29511	0,27021	-0,26524	-0,77172	-1,83538
60	0,49922	0,17172	0,21934	-0,35327	-0,90277	-1,96899
70	0,36006	-0,08363	0,1726	-0,57232	-1,26418	-1,5454
80	0,26259	-0,23326	-0,15374	-0,7681	-1,36396	-1,72638
90	0,09526	-0,37631	-0,33746	-0,83218	-1,4743	-2,25468
100	0,00543	-0,55742	-0,57656	-0,91468	-1,6796	-2,00528
110	-0,12953	-0,65807	-0,77466	-1,00954	-1,84331	-2,60668
120	-0,30144	-0,77881	-1,01026	-1,08547	-2,02477	-4,70189
130	-0,45905	-0,96291	-1,31822	-1,26312	-1,97316	-3,68306
140	-0,61533	-1,2226	-1,48959	-1,69783	-2,31332	-3,07603
150	-0,76491	-1,46305	-1,78764	-2,03373	-2,59454	-2,56338
160	-1,14115	-1,69927	-2,32928	-2,47131	-3,0554	-3,74923
170	-1,53159	-1,95029	-2,48424	-3,21381	-4,01903	-5,13735
180	-1,95676	-2,61365	-2,89215	-3,30976	-4,66333	-4,39931
190	-2,3998	-2,90012	-3,23123	-4,00852	-3,76797	-5,45569
Ce	4,44605	2,69582	1,93593	0,88985	0,46232	0,20932
Co	10,6673	6,8152	6,31952	3,75543	2,19071	0,94196
ln(Co-Ce)	1,8280	1,4157	1,4779	1,0528	0,5472	-0,3111
k	0,0195	0,0204	0,0227	0,0224	0,0235	0,0237
R	-0,9801	-0,9789	-0,9836	-0,9638	-0,9659	-0,9070
R ²	0,9605	0,9582	0,9675	0,9289	0,9329	0,8227

Πίνακας 5.3.1-24 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

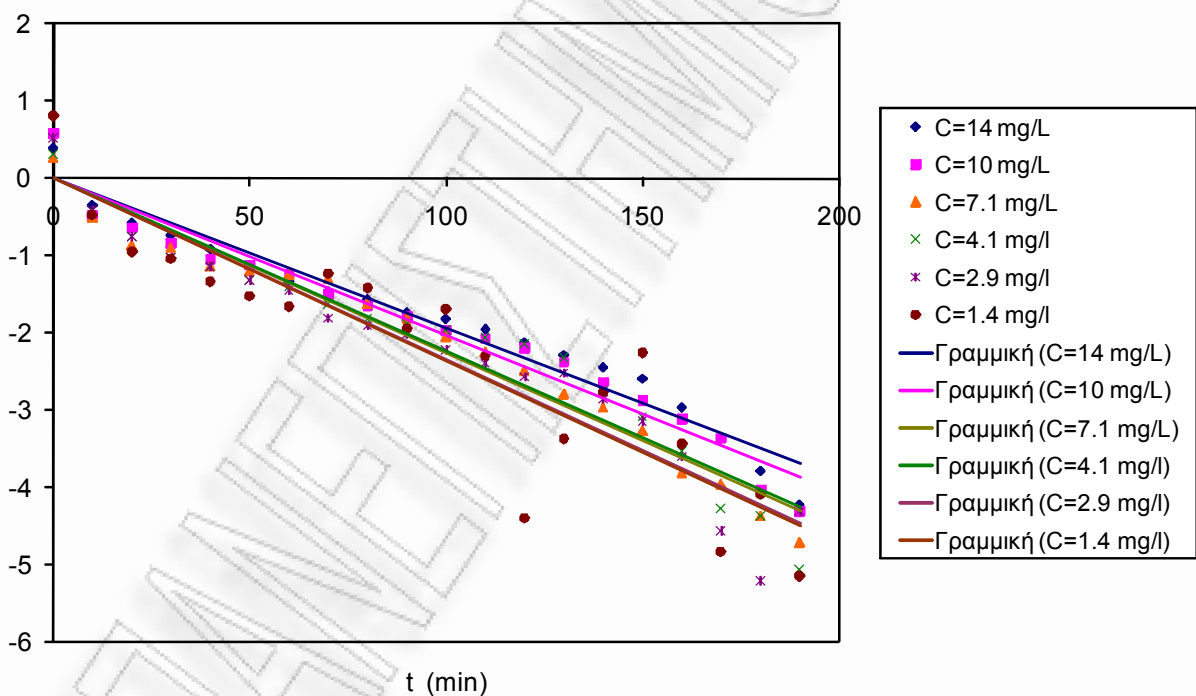
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,39603	0,58791	0,25294	0,30819	0,52157	0,80755
10	-0,34521	-0,47517	-0,51815	-0,41545	-0,40789	-0,47561
20	-0,5699	-0,634	-0,87704	-0,75875	-0,75905	-0,95142
30	-0,73785	-0,84007	-0,90637	-1,02143	-1,01925	-1,03975
40	-0,91777	-1,05217	-1,15043	-1,13965	-1,13995	-1,33385
50	-1,12313	-1,12059	-1,20766	-1,31801	-1,31891	-1,52428
60	-1,32874	-1,24398	-1,25853	-1,40605	-1,44996	-1,65789
70	-1,46791	-1,49933	-1,30527	-1,62509	-1,81138	-1,2343
80	-1,56538	-1,64897	-1,6316	-1,82087	-1,91115	-1,41527
90	-1,7327	-1,79201	-1,81532	-1,88495	-2,0215	-1,94358
100	-1,82253	-1,97313	-2,05443	-1,96745	-2,2268	-1,69417
110	-1,9575	-2,07377	-2,25253	-2,06232	-2,3905	-2,29557
120	-2,12941	-2,19451	-2,48813	-2,13824	-2,57196	-4,39079
130	-2,28701	-2,37861	-2,79609	-2,31589	-2,52035	-3,37195
140	-2,4433	-2,6383	-2,96746	-2,7506	-2,86051	-2,76493
150	-2,59287	-2,87876	-3,26551	-3,08651	-3,14173	-2,25227
160	-2,96912	-3,11498	-3,80715	-3,52408	-3,6026	-3,43812
170	-3,35955	-3,36599	-3,96211	-4,26659	-4,56622	-4,82624
180	-3,78473	-4,02936	-4,37002	-4,36254	-5,21052	-4,0882
190	-4,22777	-4,31582	-4,7091	-5,0613	-4,31516	-5,14459
Ce	4,44605	2,69582	1,93593	0,88985	0,46232	0,20932
Co	10,6673	6,8152	6,31952	3,75543	2,19071	0,94196
k	0,0195	0,0204	0,0227	0,0224	0,0235	0,0237



Σχήμα 5.3.1-16 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 0,5



Σχήμα 5.3.1-17 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$



Σχήμα 5.3.1-18 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$ h

Πίνακας 5.3.1-25 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,3677	10,1389	6,98734	3,75753	3,26444	1,3499	10,477	8,10287	4,26309	1,56902	1,59759	0,72875
5	8,45933	5,69662	3,35785	2,14736	1,3307	0,31259	9,19716	6,93996	3,51602	1,40563	1,34717	0,57754
10	7,02366	4,99463	2,74881	1,6353	1,08604	0,31259	8,15712	5,99286	2,94322	1,26831	1,14386	0,45988
15	6,47388	4,48621	2,39679	1,3403	0,80781	0,29454	7,31196	5,22152	2,50405	1,1529	0,97878	0,36832
20	5,95681	3,9338	2,03929	1,08791	0,70905	0,22161	6,62516	4,59333	2,16733	1,0559	0,84476	0,29708
25	5,61811	3,70482	1,83237	0,97062	0,7412	0,1738	6,06705	4,08172	1,90916	0,97438	0,73595	0,24164
30	5,40025	3,55473	1,67258	0,88237	0,54738	0,20081	5,61352	3,66506	1,71121	0,90586	0,6476	0,1985
35	5,32251	3,35176	1,49868	0,82955	0,54218	0,19285	5,24497	3,32572	1,55945	0,84828	0,57587	0,16494
40	5,13286	3,02074	1,36143	0,69481	0,44793	0,15172	4,94548	3,04935	1,44309	0,79988	0,51764	0,13882
45	4,75335	2,91923	1,32303	0,68415	0,42762	0,13136	4,7021	2,82427	1,35387	0,7592	0,47035	0,11849
50	4,5995	2,84414	1,3192	0,63467	0,40235	0,12356	4,50433	2,64097	1,28546	0,72501	0,43197	0,10268
55	4,52262	2,688	1,26567	0,61535	0,37722	0,11733	4,34361	2,49168	1,23302	0,69628	0,4008	0,09037
60	4,43564	2,73057	1,20481	0,58736	0,37221	0,10492	4,21301	2,37009	1,19281	0,67213	0,37549	0,0808
65	4,36889	2,55842	1,14807	0,58561	0,38558	0,08793	4,10689	2,27107	1,16197	0,65184	0,35495	0,07334
70	4,17874	2,53617	1,16317	0,55604	0,37054	0,08332	4,02064	2,19043	1,13834	0,63478	0,33827	0,06755
75	4,0897	2,41898	1,09916	0,57516	0,36554	0,06798	3,95056	2,12475	1,12021	0,62044	0,32472	0,06303
80	4,02897	1,98141	1,1217	0,72153	0,35556	0,06187	3,89361	2,07126	1,10632	0,60839	0,31373	0,05952
85	3,73929	1,96149	1,08416	0,74837	0,32906	0,05425	3,84733	2,0277	1,09566	0,59827	0,3048	0,05679
90	3,77375	2,02331	1,08229	0,67351	0,31423	0,0573	3,80972	1,99222	1,08749	0,58976	0,29755	0,05466
95	3,72104	1,87401	1,09916	0,75375	0,2717	0,04817	3,77916	1,96333	1,08123	0,5826	0,29167	0,05301

Πίνακας 5.3.1-26 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

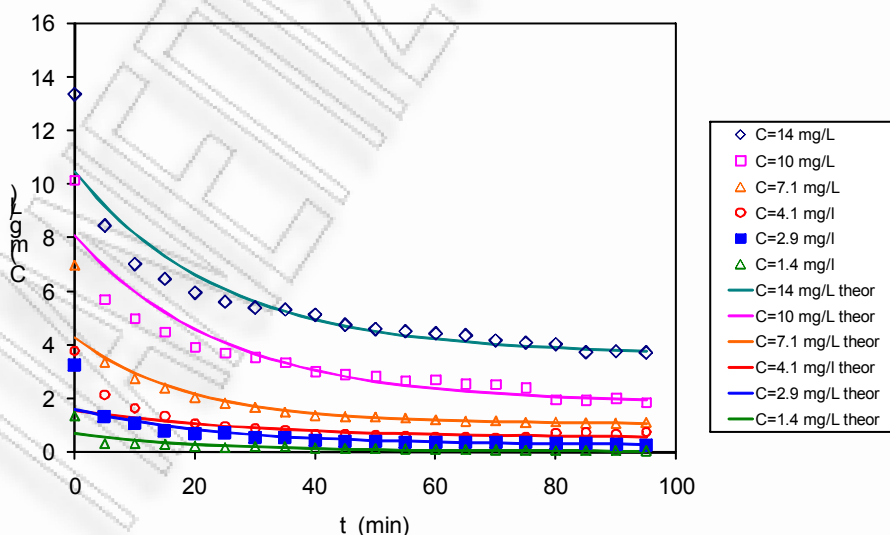
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
C _e (mg/L)	3,64662	1,83653	1,06064	0,54492	0,26626	0,04721
C _o (mg/L)	10,4770	8,1029	4,2631	1,5690	1,5976	0,7287
k (min ⁻¹)	0,0415	0,0411	0,0531	0,0348	0,0417	0,0502
sum	11,8635	8,34796	7,53525	7,0019	9,27145	6,03674
n-p	18	18	18	18	18	18
s	0,81184	0,68101	0,64701	0,62369	0,71769	0,57912

Πίνακας 5.3.1-27 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

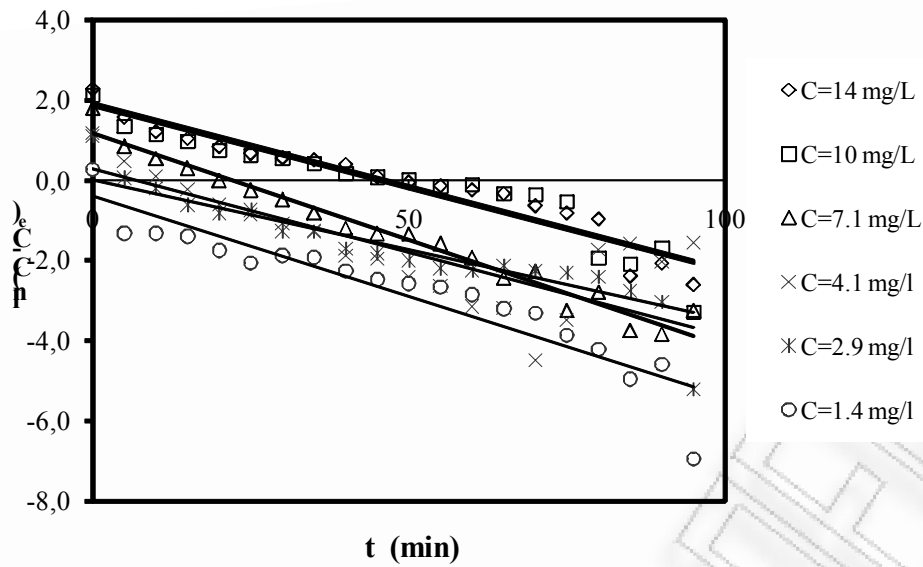
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,2743	2,11654	1,77947	1,16708	1,098	0,26443
5	1,57126	1,35069	0,83169	0,47152	0,06245	-1,3266
10	1,217	1,14997	0,52364	0,08652	-0,19873	-1,3266
15	1,03931	0,97444	0,28979	-0,22894	-0,61333	-1,39702
20	0,83733	0,74064	-0,02159	-0,61067	-0,81468	-1,7464
25	0,67879	0,62503	-0,25912	-0,85401	-0,74457	-2,06677
30	0,56169	0,54128	-0,49113	-1,08633	-1,269	-1,87338
35	0,51634	0,41557	-0,82545	-1,25657	-1,28765	-1,92664
40	0,39625	0,16908	-1,20135	-1,89787	-1,70557	-2,25843
45	0,10141	0,07946	-1,33792	-1,97163	-1,82418	-2,4752
50	-0,04826	0,00758	-1,35264	-2,41075	-1,99451	-2,57246
55	-0,13239	-0,16079	-1,58461	-2,65322	-2,19863	-2,65752
60	-0,23696	-0,11201	-1,93679	-3,15976	-2,24482	-2,85234
65	-0,32535	-0,32588	-2,43694	-3,20174	-2,126	-3,20094
70	-0,63089	-0,35719	-2,27763	-4,49893	-2,26068	-3,32123
75	-0,81401	-0,5405	-3,25665	-3,49872	-2,30982	-3,87399
80	-0,96142	-1,9318	-2,79589	-1,7338	-2,41578	-4,22232
85	-2,37875	-2,07975	-3,74995	-1,59233	-2,76785	-4,95548
90	-2,06258	-1,67782	-3,83294	-2,05111	-3,03726	-4,59619
95	-2,59802	-3,28394	-3,25665	-1,56623	-5,21508	-6,94499
Ce	3,64662	1,83653	1,06064	0,54492	0,26626	0,04721
Co	10,4770	8,10287	4,26309	1,56902	1,59759	0,72875
ln(Co-Ce)	1,9214	1,8352	1,1639	0,0238	0,2862	-0,3834
k	0,0415	0,0411	0,0531	0,0348	0,0417	0,0502
R	-0,9627	-0,9362	-0,9839	-0,7290	-0,9252	-0,9329
R ²	0,9267	0,8765	0,9682	0,5315	0,8560	0,8703

Πίνακας 5.3.1-28 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

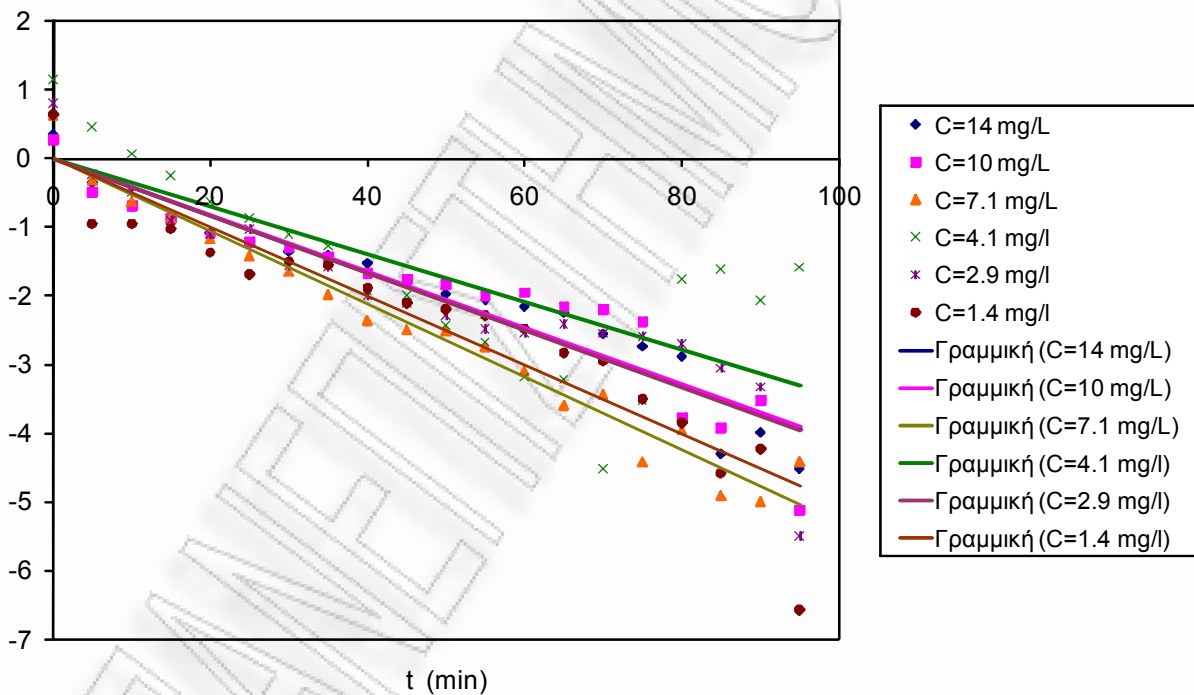
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,35292	0,28135	0,61555	1,14327	0,81183	0,64784
5	-0,35012	-0,4845	-0,33222	0,44772	-0,22373	-0,9432
10	-0,70438	-0,68522	-0,64027	0,06271	-0,48491	-0,9432
15	-0,88207	-0,86075	-0,87413	-0,25275	-0,89951	-1,01361
20	-1,08405	-1,09455	-1,18551	-0,63448	-1,10085	-1,36299
25	-1,24259	-1,21017	-1,42304	-0,87782	-1,03074	-1,68336
30	-1,35969	-1,29391	-1,65504	-1,11014	-1,55518	-1,48998
35	-1,40504	-1,41963	-1,98937	-1,28038	-1,57382	-1,54323
40	-1,52514	-1,66611	-2,36527	-1,92168	-1,99174	-1,87502
45	-1,81998	-1,75573	-2,50184	-1,99544	-2,11035	-2,09179
50	-1,96965	-1,82761	-2,51655	-2,43456	-2,28068	-2,18906
55	-2,05377	-1,99598	-2,74853	-2,67703	-2,48481	-2,27411
60	-2,15835	-1,9472	-3,10071	-3,18357	-2,53099	-2,46894
65	-2,24674	-2,16108	-3,60086	-3,22555	-2,41217	-2,81753
70	-2,55228	-2,19238	-3,44155	-4,52274	-2,54686	-2,93783
75	-2,7354	-2,3757	-4,42056	-3,52253	-2,59599	-3,49059
80	-2,8828	-3,767	-3,95981	-1,75761	-2,70196	-3,83891
85	-4,30013	-3,91495	-4,91387	-1,61614	-3,05402	-4,57208
90	-3,98396	-3,51301	-4,99686	-2,07492	-3,32344	-4,21278
95	-4,5194	-5,11914	-4,42056	-1,59004	-5,50126	-6,56159
Ce	3,64662	1,83653	1,06064	0,54492	0,26626	0,04721
Co	10,477	8,10287	4,26309	1,56902	1,59759	0,72875
k	0,0415	0,0411	0,0531	0,0348	0,0417	0,0502



Σχήμα 5.3.1-19 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 0,5



Σχήμα 5.3.1-20 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$



Σχήμα 5.3.1-21 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$ h

Πίνακας 5.3.1-29 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	14,083	10,8509	7,77927	4,72095	3,15884	1,70207	11,5226	8,27664	6,2311	2,58169	0,98781	0,66213
10	8,30935	5,61192	4,17267	1,78687	1,01512	0,65936	9,83435	6,73607	5,00699	2,12517	0,82787	0,59424
20	7,1726	4,53881	3,57908	1,39224	0,72689	0,5163	8,49958	5,55568	4,07045	1,76443	0,70322	0,53853
30	6,73214	4,23336	3,00044	1,18965	0,58038	0,45813	7,4443	4,65127	3,35392	1,47938	0,60608	0,49281
40	6,01976	3,69468	2,41696	0,91719	0,482	0,44963	6,60998	3,9583	2,80572	1,25414	0,53038	0,45531
50	5,69041	3,27257	2,16942	0,90434	0,42086	0,41749	5,95036	3,42735	2,3863	1,07616	0,47139	0,42453
60	5,4105	3,05729	2,02131	0,84227	0,39563	0,41244	5,42886	3,02054	2,06541	0,93551	0,42542	0,39928
70	5,20821	2,84008	1,84228	0,81324	0,35722	0,39731	5,01655	2,70883	1,81991	0,82438	0,38959	0,37856
80	4,79386	2,52403	1,65884	0,71796	0,31752	0,39899	4,69058	2,47001	1,63208	0,73657	0,36167	0,36156
90	4,62379	2,30408	1,47927	0,69125	0,30602	0,34726	4,43286	2,28702	1,48837	0,66718	0,33991	0,34761
100	4,48014	2,18748	1,45988	0,67351	0,29946	0,28964	4,22911	2,14681	1,37843	0,61234	0,32295	0,33617
110	4,27989	2,12932	1,44052	0,65229	0,29454	0,30437	4,06802	2,03938	1,29431	0,56902	0,30974	0,32678
120	4,05934	2,01932	1,26567	0,57516	0,29946	0,29946	3,94066	1,95707	1,22995	0,53478	0,29944	0,31907
130	3,94191	1,9197	1,2371	0,56472	0,28474	0,30437	3,83997	1,894	1,18071	0,50773	0,29142	0,31275
140	3,78793	1,90777	1,2105	0,537	0,28147	0,3093	3,76036	1,84568	1,14304	0,48635	0,28516	0,30756
150	3,7778	1,88989	1,19533	0,51337	0,29127	0,29946	3,69742	1,80866	1,11422	0,46946	0,28029	0,3033
160	3,67441	1,74935	1,07293	0,50255	0,28964	0,30437	3,64766	1,78029	1,09217	0,45611	0,27649	0,29981
170	3,56488	1,74146	1,06171	0,43946	0,27007	0,31752	3,60832	1,75855	1,0753	0,44556	0,27353	0,29694
180	3,53241	1,72176	1,04864	0,42255	0,29127	0,30437	3,57721	1,7419	1,06239	0,43723	0,27122	0,29459
190	3,53038	1,72964	1,04118	0,41412	0,26845	0,29946	3,55262	1,72914	1,05252	0,43064	0,26943	0,29266

Πίνακας 5.3.1-30 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

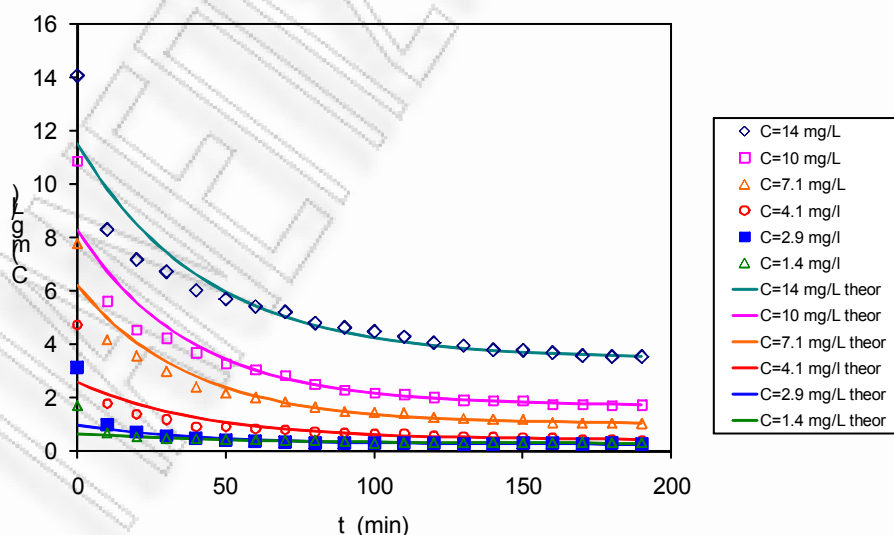
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
C _e (mg/L)	3,45978	1,68732	1,02036	0,40584	0,26308	0,28384
C _o (mg/L)	11,5226	8,2766	6,2311	2,5817	0,9878	0,6621
k (min ⁻¹)	0,0235	0,0266	0,0268	0,0235	0,0249	0,0198
sum	11,7943	9,24077	3,70522	17,2432	6,46449	5,32393
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,63773	0,56449	0,39292	0,84762	0,51899	0,47099

Πίνακας 5.3.1-31 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

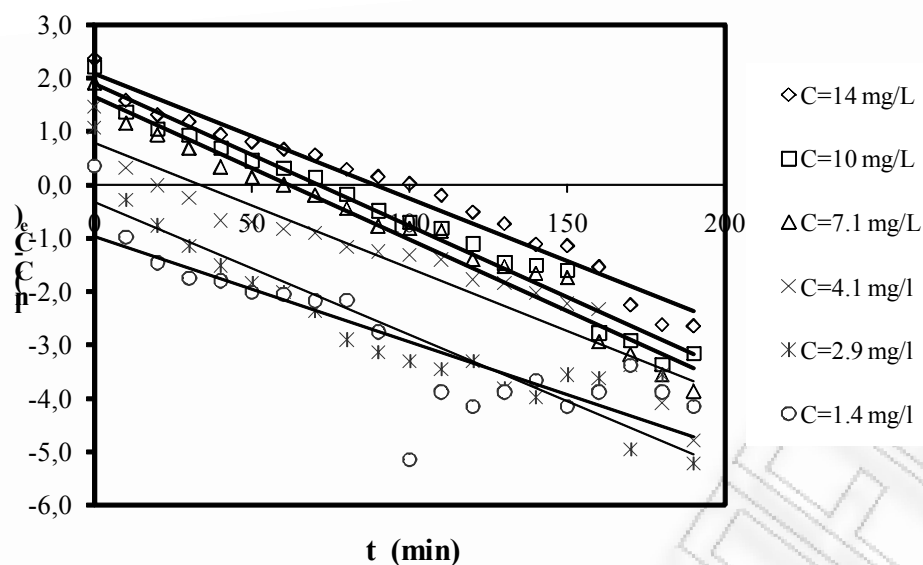
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,36305	2,21524	1,91086	1,46212	1,06325	0,34941
10	1,57889	1,36726	1,14814	0,32283	-0,28497	-0,97946
20	1,31179	1,04784	0,93951	-0,0137	-0,76827	-1,45905
30	1,18551	0,93454	0,68314	-0,24359	-1,14789	-1,74707
40	0,94	0,69682	0,33405	-0,6707	-1,51906	-1,79705
50	0,80229	0,46074	0,13895	-0,69614	-1,84652	-2,01255
60	0,6682	0,31479	0,00096	-0,82913	-2,02077	-2,0511
70	0,55872	0,14216	-0,19611	-0,89796	-2,3629	-2,17626
80	0,28824	-0,17827	-0,44866	-1,16435	-2,91058	-2,16158
90	0,15187	-0,48328	-0,7789	-1,25381	-3,14801	-2,75799
100	0,02016	-0,69284	-0,82207	-1,31798	-3,3138	-5,15115
110	-0,19831	-0,81645	-0,86712	-1,40057	-3,45888	-3,88581
120	-0,51156	-1,10264	-1,40521	-1,77597	-3,3138	-4,15971
130	-0,72954	-1,4594	-1,52904	-1,83958	-3,83238	-3,88581
140	-1,11426	-1,51209	-1,65997	-2,03135	-3,9957	-3,67079
150	-1,14562	-1,59668	-1,74311	-2,22992	-3,56868	-4,15971
160	-1,53883	-2,78012	-2,94553	-2,33602	-3,62841	-3,88581
170	-2,25284	-2,91614	-3,18556	-3,39266	-4,96261	-3,39089
180	-2,62228	-3,36868	-3,56545	-4,09162	-3,56868	-3,88581
190	-2,65062	-3,1626	-3,87167	-4,79362	-5,22713	-4,15971
Ce	3,45978	1,68732	1,02036	0,40584	0,26308	0,28384
Co	11,5226	8,27664	6,2311	2,58169	0,98781	0,66213
ln(Co-Ce)	2,0873	1,8854	1,6507	0,7774	-0,3220	-0,9721
k	0,0235	0,0266	0,0268	0,0235	0,0249	0,0198
R	-0,9840	-0,9868	-0,9824	-0,9476	-0,9355	-0,8506
R ²	0,9683	0,9737	0,9652	0,8980	0,8752	0,7235

Πίνακας 5.3.1-32 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

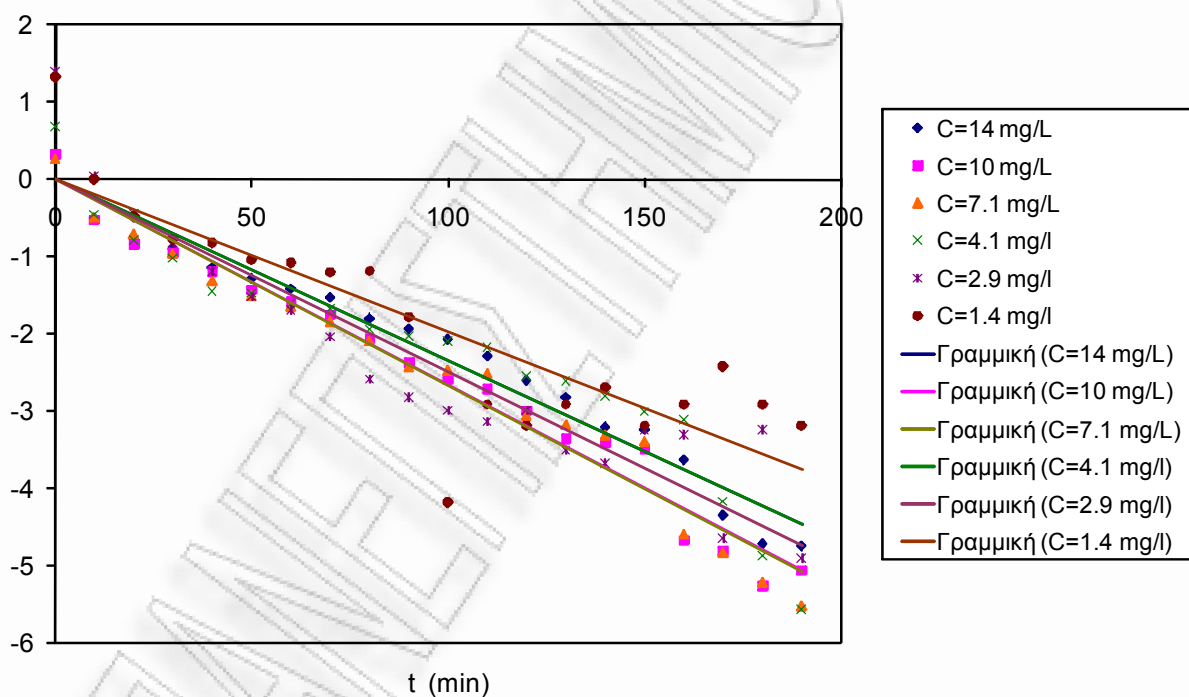
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,27578	0,32979	0,26014	0,6847	1,3852	1,3215
10	-0,50838	-0,51819	-0,50259	-0,45459	0,03699	-0,00736
20	-0,77548	-0,83761	-0,71121	-0,79112	-0,44632	-0,48696
30	-0,90175	-0,95091	-0,96758	-1,02101	-0,82594	-0,77498
40	-1,14726	-1,18863	-1,31668	-1,44813	-1,1971	-0,82495
50	-1,28498	-1,42471	-1,51178	-1,47357	-1,52457	-1,04046
60	-1,41907	-1,57066	-1,64977	-1,60655	-1,69882	-1,07901
70	-1,52854	-1,74329	-1,84683	-1,67538	-2,04095	-1,20416
80	-1,79902	-2,06372	-2,09939	-1,94177	-2,58863	-1,18948
90	-1,93539	-2,36873	-2,42962	-2,03123	-2,82605	-1,78589
100	-2,0671	-2,57829	-2,47279	-2,0954	-2,99185	-4,17906
110	-2,28558	-2,7019	-2,51784	-2,17799	-3,13693	-2,91372
120	-2,59882	-2,98809	-3,05593	-2,55339	-2,99185	-3,18761
130	-2,81681	-3,34485	-3,17976	-2,617	-3,51043	-2,91372
140	-3,20152	-3,39754	-3,31069	-2,80877	-3,67375	-2,6987
150	-3,23289	-3,48213	-3,39383	-3,00734	-3,24672	-3,18761
160	-3,6261	-4,66557	-4,59625	-3,11344	-3,30646	-2,91372
170	-4,3401	-4,80159	-4,83628	-4,17008	-4,64065	-2,4188
180	-4,70955	-5,25413	-5,21618	-4,86904	-3,24672	-2,91372
190	-4,73788	-5,04805	-5,52239	-5,57104	-4,90517	-3,18761
Ce	3,45978	1,68732	1,02036	0,40584	0,26308	0,28384
Co	11,5226	8,27664	6,2311	2,58169	0,98781	0,66213
k	0,0235	0,0266	0,0268	0,0235	0,0249	0,0198



Σχήμα 5.3.1-22 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 3,6N H₂SO₄, για 0,5



Σχήμα 5.3.1-23 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_0 , $\ln(C - C_\infty)$, συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $3,6\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$



Σχήμα 5.3.1-24 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_0) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_0) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $3,6\text{N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$ h

Πίνακας 5.3.1-33 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,0557	9,97023	7,44442	4,88101	3,28272	1,62158	11,4216	6,9733	5,26734	2,94365	1,59587	0,58393
10	8,02827	5,28165	4,94388	2,10729	1,4096	0,57864	10,0034	6,04135	4,4611	2,42828	1,36642	0,51493
20	7,55698	4,76752	3,27257	1,7257	1,08791	0,38725	8,84607	5,29933	3,81598	2,02491	1,17968	0,45695
30	7,04187	4,27585	2,76909	1,37875	0,86959	0,34892	7,90156	4,70853	3,29978	1,70921	1,0277	0,40823
40	6,5325	3,97228	2,52606	1,30962	0,81324	0,33402	7,13075	4,23813	2,88673	1,46211	0,904	0,36728
50	6,27605	3,65616	2,46744	1,15751	0,73047	0,31259	6,50169	3,86359	2,55623	1,26871	0,80333	0,33287
60	6,03869	3,56488	2,1153	0,99655	0,60133	0,27984	5,98832	3,56538	2,29177	1,11734	0,7214	0,30396
70	5,56864	3,40657	2,03329	0,9411	0,57168	0,26195	5,56936	3,32794	2,08017	0,99887	0,65471	0,27966
80	5,42484	3,23398	1,84228	0,89335	0,54738	0,25061	5,22745	3,13889	1,91085	0,90614	0,60044	0,25924
90	5,31433	3,104	1,76317	0,86229	0,52491	0,23447	4,94842	2,98837	1,77536	0,83357	0,55627	0,24208
100	5,05151	2,93547	1,68437	0,81143	0,52147	0,2104	4,72071	2,86852	1,66696	0,77677	0,52032	0,22766
110	4,89723	2,79343	1,61963	0,78433	0,50083	0,20081	4,53487	2,7731	1,58021	0,73231	0,49107	0,21555
120	4,68046	2,67787	1,56879	0,75734	0,49055	0,18966	4,38321	2,69712	1,5108	0,69751	0,46725	0,20537
130	4,51453	2,62926	1,51034	0,71261	0,47005	0,23447	4,25943	2,63663	1,45526	0,67028	0,44787	0,19681
140	4,26775	2,60091	1,45988	0,68948	0,44285	0,22803	4,15843	2,58846	1,41082	0,64896	0,4321	0,18962
150	4,1241	2,56246	1,41732	0,647	0,45133	0,15487	4,07599	2,55011	1,37526	0,63228	0,41926	0,18358
160	4,02087	2,52403	1,3749	0,62412	0,43438	0,1738	4,00872	2,51958	1,34681	0,61922	0,40882	0,1785
170	3,95001	2,5018	1,34222	0,59958	0,41918	0,19922	3,95382	2,49527	1,32404	0,609	0,40031	0,17423
180	3,84062	2,47148	1,30771	0,59784	0,40235	0,1849	3,90901	2,47591	1,30583	0,601	0,39339	0,17064
190	3,78591	2,44927	1,25804	0,58387	0,37054	0,18331	3,87245	2,4605	1,29125	0,59474	0,38776	0,16763

Πίνακας 5.3.1-34 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

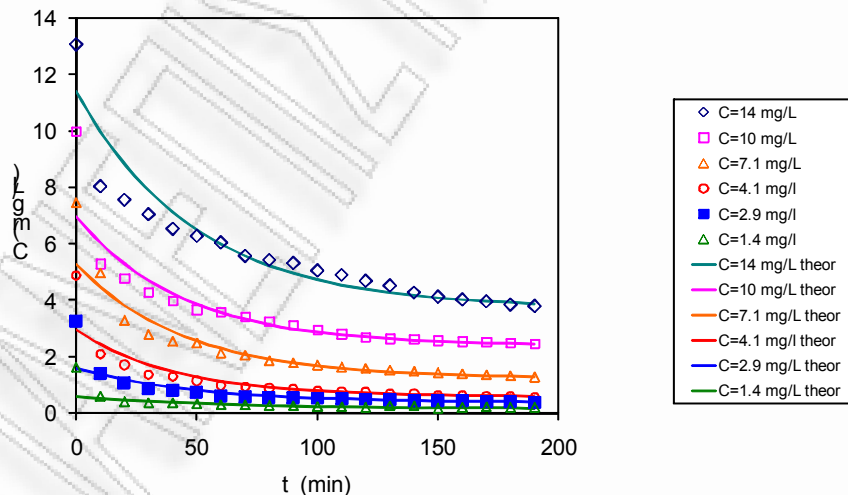
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
C _e (mg/L)	3,71019	2,40028	1,23288	0,57219	0,36313	0,15177
C _o (mg/L)	11,4216	6,9733	5,2673	2,9436	1,5959	0,5839
k (min ⁻¹)	0,0203	0,0228	0,0223	0,0245	0,0206	0,0174
sum	9,97729	10,1769	5,74053	12,9989	10,0684	5,33444
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,58655	0,59239	0,48907	0,73595	0,6477	0,47145

Πίνακας 5.3.1-35 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

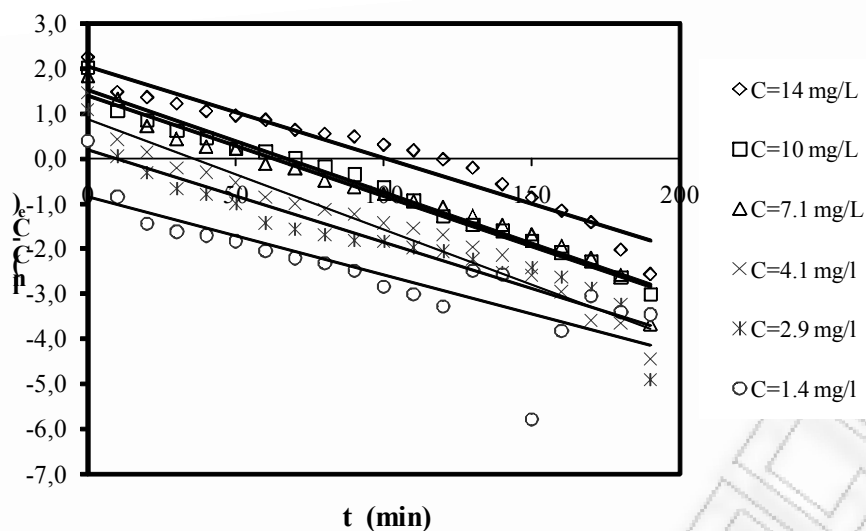
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,19219	0,50401	0,43154	0,59716	0,8622	1,2241
10	-0,57989	-0,46191	-0,08357	-0,43491	-0,16382	-0,01231
20	-0,69546	-0,65845	-0,68208	-0,7207	-0,53113	-0,60716
30	-0,83922	-0,89126	-0,96556	-1,07848	-0,88956	-0,78483
40	-1,00514	-1,06782	-1,13777	-1,16808	-1,00751	-0,86343
50	-1,10041	-1,29234	-1,18416	-1,39911	-1,21072	-0,98854
60	-1,19747	-1,3678	-1,51997	-1,72068	-1,64388	-1,21621
70	-1,42296	-1,5139	-1,6175	-1,86072	-1,77684	-1,36668
80	-1,50349	-1,70205	-1,89016	-1,99933	-1,90074	-1,4753
90	-1,57011	-1,87154	-2,02922	-2,10103	-2,03075	-1,65359
100	-1,74905	-2,14531	-2,19008	-2,29381	-2,05229	-1,99764
110	-1,87124	-2,45375	-2,34487	-2,41402	-2,19191	-2,17614
120	-2,07288	-2,80178	-2,48579	-2,55008	-2,26953	-2,43402
130	-2,26043	-2,9943	-2,67695	-2,82662	-2,44498	-1,65359
140	-2,62688	-3,12645	-2,8777	-3,00664	-2,73856	-1,7346
150	-2,9248	-3,3392	-3,08533	-3,45631	-2,63743	-4,93824
160	-3,21168	-3,60964	-3,34669	-3,82137	-2,85087	-2,97631
170	-3,47058	-3,80772	-3,60823	-4,46096	-3,09087	-2,2092
180	-4,0796	-4,16238	-3,98747	-4,52692	-3,44801	-2,56845
190	-4,62344	-4,53641	-5,07734	-5,31361	-5,11405	-2,61755
Ce	3,71019	2,40028	1,23288	0,57219	0,36313	0,15177
Co	11,4216	6,9733	5,26734	2,94365	1,59587	0,58393
ln(Co-Ce)	0,0203	0,0228	0,0223	0,0245	0,0206	0,0174
k	0,19219	0,50401	0,43154	0,59716	0,8622	1,2241
R	-0,57989	-0,46191	-0,08357	-0,43491	-0,16382	-0,01231
R ²	-0,69546	-0,65845	-0,68208	-0,7207	-0,53113	-0,60716

Πίνακας 5.3.1-36 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

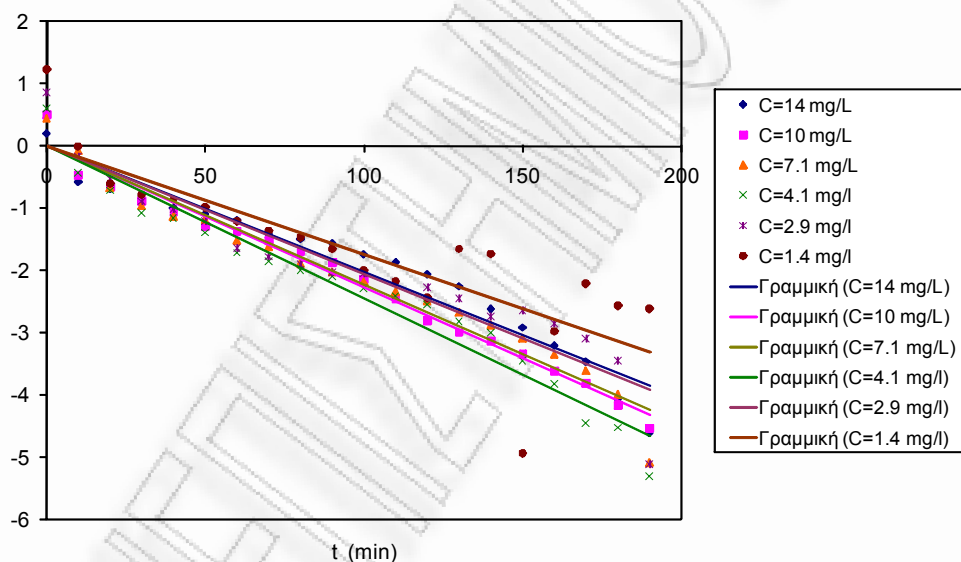
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,19219	0,50401	0,43154	0,59716	0,8622	1,2241
10	-0,57989	-0,46191	-0,08357	-0,43491	-0,16382	-0,01231
20	-0,69546	-0,65845	-0,68208	-0,7207	-0,53113	-0,60716
30	-0,83922	-0,89126	-0,96556	-1,07848	-0,88956	-0,78483
40	-1,00514	-1,06782	-1,13777	-1,16808	-1,00751	-0,86343
50	-1,10041	-1,29234	-1,18416	-1,39911	-1,21072	-0,98854
60	-1,19747	-1,3678	-1,51997	-1,72068	-1,64388	-1,21621
70	-1,42296	-1,5139	-1,6175	-1,86072	-1,77684	-1,36668
80	-1,50349	-1,70205	-1,89016	-1,99933	-1,90074	-1,4753
90	-1,57011	-1,87154	-2,02922	-2,10103	-2,03075	-1,65359
100	-1,74905	-2,14531	-2,19008	-2,29381	-2,05229	-1,99764
110	-1,87124	-2,45375	-2,34487	-2,41402	-2,19191	-2,17614
120	-2,07288	-2,80178	-2,48579	-2,55008	-2,26953	-2,43402
130	-2,26043	-2,9943	-2,67695	-2,82662	-2,44498	-1,65359
140	-2,62688	-3,12645	-2,8777	-3,00664	-2,73856	-1,7346
150	-2,9248	-3,3392	-3,08533	-3,45631	-2,63743	-4,93824
160	-3,21168	-3,60964	-3,34669	-3,82137	-2,85087	-2,97631
170	-3,47058	-3,80772	-3,60823	-4,46096	-3,09087	-2,2092
180	-4,0796	-4,16238	-3,98747	-4,52692	-3,44801	-2,56845
190	-4,62344	-4,53641	-5,07734	-5,31361	-5,11405	-2,61755
Ce	3,71019	2,40028	1,23288	0,57219	0,36313	0,15177
Co	11,4216	6,9733	5,26734	2,94365	1,59587	0,58393
k	0,0203	0,0228	0,0223	0,0245	0,0206	0,0174



Σχήμα 5.3.1-25 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 1 h



Σχήμα 5.3.1-26 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 1 h



Σχήμα 5.3.1-27 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 1 h

Πίνακας 5.3.1-37 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	12,8485	10,2489	4,79183	4,67438	3,42687	1,61767	10,041	6,38988	5,12787	3,20461	1,97723	0,67292
10	8,20926	5,69041	4,02695	2,17744	1,59028	0,58736	8,96896	5,60472	4,34423	2,69392	1,60241	0,58331
20	7,30749	4,84452	3,22383	1,77699	1,03	0,49055	8,08158	4,96631	3,72214	2,28295	1,3171	0,51014
30	6,81431	4,23336	2,85226	1,57465	0,95031	0,44285	7,34706	4,44722	3,2283	1,95223	1,0999	0,45039
40	6,2846	3,57096	2,61913	1,456	0,82592	0,38558	6,73906	4,02515	2,83627	1,68609	0,93457	0,40159
50	6,04711	3,31927	2,55842	1,4096	0,7412	0,33898	6,23579	3,68197	2,52506	1,47192	0,80872	0,36174
60	5,66147	3,15478	2,18948	1,30771	0,69303	0,32411	5,81921	3,40293	2,278	1,29958	0,71291	0,3292
70	5,26532	2,94765	2,06927	1,1764	0,65053	0,26682	5,47439	3,17604	2,08188	1,16088	0,63999	0,30263
80	5,15525	2,88067	1,99138	1,05984	0,59958	0,2184	5,18897	2,99156	1,92619	1,04927	0,58447	0,28093
90	4,98854	2,79545	1,93362	0,98913	0,55084	0,288	4,95271	2,84156	1,8026	0,95945	0,54221	0,26321
100	4,93983	2,73462	1,82049	0,92086	0,56125	0,23125	4,75715	2,71959	1,70448	0,88717	0,51004	0,24874
110	4,72702	2,65356	1,70994	0,87506	0,50942	0,20081	4,59528	2,62042	1,62659	0,82901	0,48556	0,23693
120	4,58534	2,58675	1,67651	0,84227	0,46153	0,2717	4,46129	2,53979	1,56476	0,7822	0,46692	0,22728
130	4,50644	2,53617	1,62942	0,80781	0,44454	0,22482	4,35038	2,47422	1,51568	0,74454	0,45273	0,2194
140	4,34058	2,48563	1,56489	0,77712	0,42424	0,26033	4,25857	2,42091	1,47671	0,71422	0,44192	0,21297
150	4,26371	2,43917	1,44052	0,73941	0,44115	0,2072	4,18258	2,37757	1,44578	0,68983	0,4337	0,20771
160	4,21313	2,37057	1,42505	0,7037	0,43946	0,204	4,11968	2,34232	1,42122	0,6702	0,42744	0,20342
170	4,08363	2,33832	1,38068	0,65406	0,42762	0,20081	4,06761	2,31367	1,40173	0,65441	0,42268	0,19992
180	4,01075	2,29602	1,3672	0,63643	0,4158	0,18807	4,02451	2,29037	1,38626	0,64169	0,41905	0,19705
190	3,89532	2,23367	1,35374	0,60133	0,4158	0,2184	3,98884	2,27142	1,37397	0,63146	0,41629	0,19472

Πίνακας 5.3.1-38 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

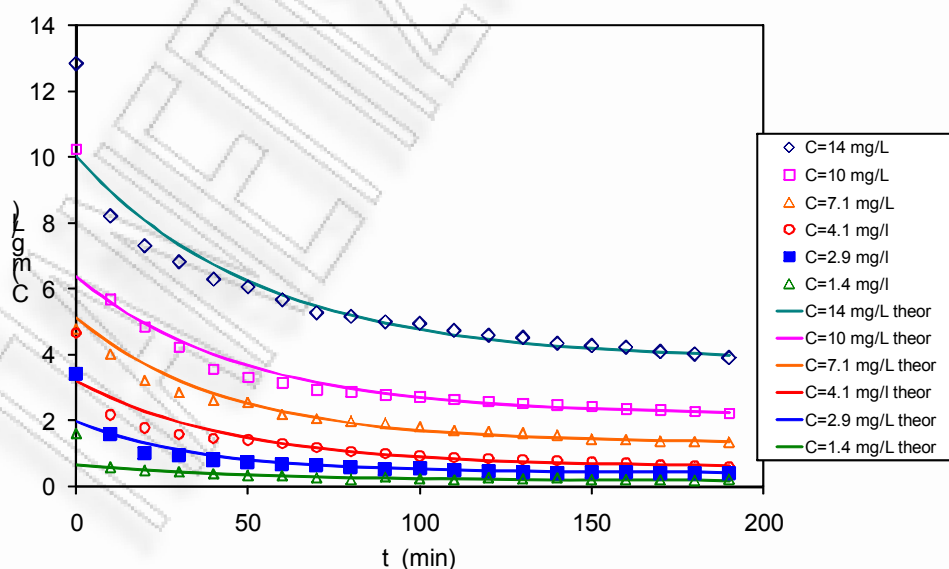
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 2 h						
C _e (mg/L)	3,81741	2,189	1,32667	0,58931	0,40749	0,18431
C _o (mg/L)	10,0410	6,3899	5,1279	3,2046	1,9772	0,6729
k (min ⁻¹)	0,0189	0,0207	0,0231	0,0217	0,0273	0,0203
sum	9,77702	15,4442	0,73586	10,747	10,4611	5,21964
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,58064	0,72977	0,1751	0,66917	0,66021	0,46635

Πίνακας 5.3.1-39 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

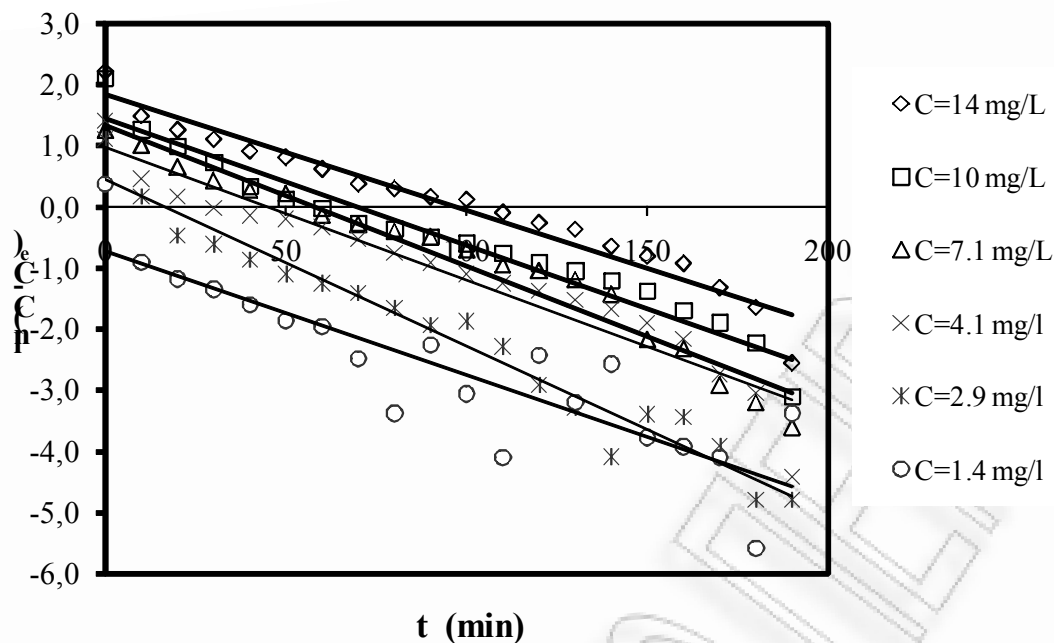
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 2 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,20067	2,0869	1,24276	1,40734	1,10505	0,36002
10	1,47975	1,25317	0,99336	0,46256	0,16788	-0,90871
20	1,24992	0,97664	0,64036	0,172	-0,47399	-1,1834
30	1,09758	0,71509	0,42238	-0,01477	-0,61097	-1,35273
40	0,90308	0,32351	0,25655	-0,14307	-0,87124	-1,60313
50	0,80187	0,12246	0,20844	-0,1981	-1,09747	-1,86649
60	0,61197	-0,03482	-0,14755	-0,33073	-1,25336	-1,96755
70	0,37012	-0,27621	-0,2976	-0,53257	-1,41453	-2,49486
80	0,29105	-0,36865	-0,40839	-0,75388	-1,64976	-3,37879
90	0,15796	-0,50012	-0,49931	-0,91672	-1,94245	-2,26637
100	0,11548	-0,60583	-0,70557	-1,10397	-1,87236	-3,05894
110	-0,09474	-0,76666	-0,959	-1,25261	-2,28346	-4,10449
120	-0,26406	-0,92194	-1,05027	-1,37453	-2,91802	-2,43743
130	-0,37248	-1,05794	-1,19484	-1,52096	-3,29542	-3,20628
140	-0,64787	-1,21527	-1,43456	-1,67229	-4,08941	-2,57682
150	-0,80678	-1,38561	-2,17288	-1,89641	-3,39138	-3,77729
160	-0,92705	-1,70612	-2,31892	-2,16808	-3,44302	-3,92764
170	-1,32347	-1,90167	-2,91862	-2,73719	-3,90571	-4,10449
180	-1,64332	-2,23468	-3,20561	-3,055	-4,78956	-5,58294
190	-2,55225	-3,10838	-3,60915	-4,42063	-4,78956	-3,37879
Ce	3,81741	2,189	1,32667	0,58931	0,40749	0,18431
Co	10,0410	6,38988	5,12787	3,20461	1,97723	0,67292
ln(Co-Ce)	1,8283	1,4353	1,3353	0,9614	0,4509	-0,7162
k	0,0189	0,0207	0,0231	0,0217	0,0273	0,0203
R	-0,9753	-0,9765	-0,9793	-0,9576	-0,9803	-0,8757
R ²	0,9512	0,9536	0,9590	0,9170	0,9609	0,7668

Πίνακας 5.3.1-40 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

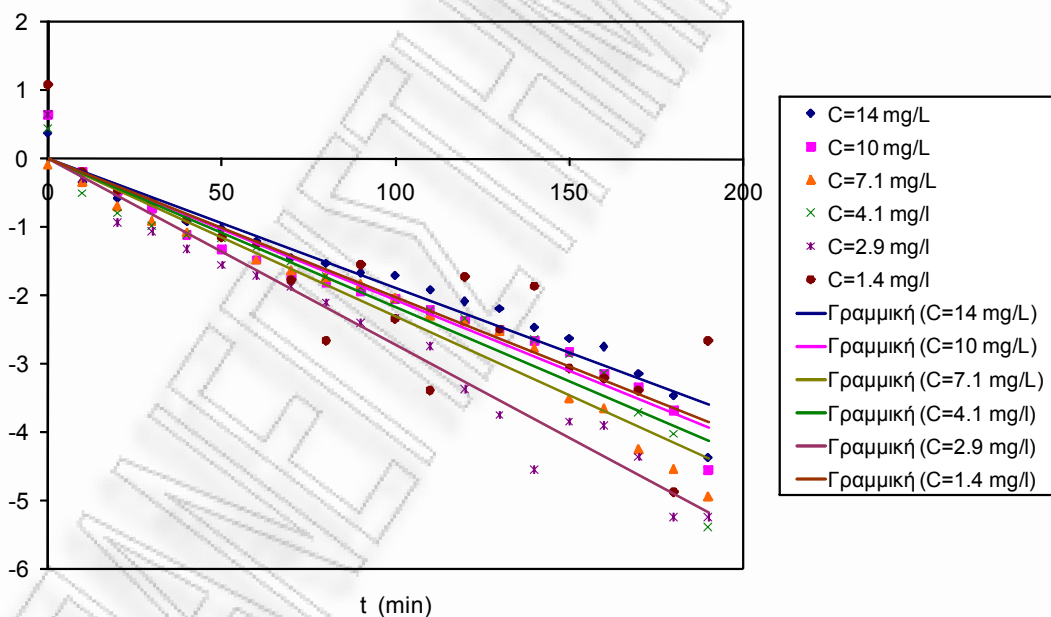
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 2 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,37232	0,65161	-0,09256	0,44596	0,65414	1,07622
10	-0,3486	-0,18213	-0,34196	-0,49882	-0,28303	-0,19251
20	-0,57842	-0,45865	-0,69496	-0,78938	-0,9249	-0,4672
30	-0,73077	-0,72021	-0,91294	-0,97615	-1,06188	-0,63653
40	-0,92527	-1,11179	-1,07876	-1,10445	-1,32215	-0,88693
50	-1,02648	-1,31284	-1,12688	-1,15948	-1,54838	-1,15029
60	-1,21638	-1,47012	-1,48287	-1,2921	-1,70427	-1,25135
70	-1,45823	-1,71151	-1,63292	-1,49395	-1,86544	-1,77866
80	-1,5373	-1,80394	-1,74371	-1,71526	-2,10067	-2,66259
90	-1,67038	-1,93542	-1,83462	-1,8781	-2,39336	-1,55016
100	-1,71287	-2,04112	-2,04089	-2,06535	-2,32327	-2,34274
110	-1,92309	-2,20195	-2,29432	-2,21399	-2,73436	-3,38829
120	-2,09241	-2,35723	-2,38559	-2,33591	-3,36893	-1,72123
130	-2,20082	-2,49324	-2,53016	-2,48234	-3,74633	-2,49008
140	-2,47621	-2,65057	-2,76988	-2,63367	-4,54032	-1,86062
150	-2,63513	-2,8209	-3,5082	-2,85779	-3,84229	-3,06109
160	-2,7554	-3,14142	-3,65423	-3,12946	-3,89393	-3,21144
170	-3,15181	-3,33697	-4,25394	-3,69857	-4,35662	-3,38829
180	-3,47167	-3,66998	-4,54093	-4,01638	-5,24047	-4,86674
190	-4,38059	-4,54367	-4,94447	-5,38201	-5,24047	-2,66259
Ce	3,81741	2,189	1,32667	0,58931	0,40749	0,18431
Co	10,041	6,38988	5,12787	3,20461	1,97723	0,67292
k	0,0189	0,0207	0,0231	0,0217	0,0273	0,0203



Σχήμα 5.3.1-28 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 2 h



Σχήμα 5.3.1-29 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσε του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 2 h



Σχήμα 5.3.1-30 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 2 h

Πίνακας 5.3.1-41 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,2427	9,88074	7,89148	4,94794	2,40284	1,2924	9,42333	7,89869	5,72362	2,95434	1,32452	0,63033
10	8,19096	5,86694	4,15243	2,24372	0,97062	0,48371	8,28038	6,61578	4,84519	2,42623	1,09823	0,55738
20	6,64617	5,1003	3,7251	1,79082	0,77712	0,44963	7,35583	5,6098	4,14811	2,01708	0,91989	0,49683
30	5,87737	4,7412	3,14056	1,43858	0,70192	0,39228	6,60795	4,82097	3,59495	1,7001	0,77935	0,44659
40	5,4105	4,29607	2,86443	1,24281	0,54391	0,36888	6,00297	4,20242	3,15598	1,45452	0,66859	0,40489
50	5,23676	3,37612	2,60294	1,12735	0,49397	0,32741	5,51359	3,71739	2,80764	1,26427	0,58131	0,37029
60	5,082	3,11619	2,421	1,05611	0,46493	0,29946	5,11772	3,33706	2,53122	1,11687	0,51252	0,34157
70	4,82425	2,90705	2,29602	0,97617	0,43776	0,29291	4,7975	3,03882	2,31186	1,00267	0,45831	0,31774
80	4,44778	2,8056	2,22362	0,93557	0,41412	0,2717	4,53846	2,80497	2,13779	0,9142	0,41558	0,29797
90	4,26573	2,67585	2,08727	0,86776	0,38893	0,27007	4,32893	2,62159	1,99966	0,84565	0,38192	0,28155
100	4,22932	2,57865	1,94954	0,81686	0,37722	0,26682	4,15943	2,4778	1,89004	0,79255	0,35538	0,26793
110	4,10386	2,46542	1,85616	0,78073	0,35889	0,2652	4,02232	2,36505	1,80306	0,75141	0,33447	0,25663
120	3,98038	2,34839	1,77699	0,74479	0,33732	0,27495	3,91141	2,27664	1,73403	0,71954	0,31799	0,24725
130	3,89735	2,24171	1,72964	0,71261	0,31423	0,25547	3,82169	2,20731	1,67926	0,69484	0,30501	0,23946
140	3,82036	2,16942	1,6883	0,69303	0,29782	0,27007	3,74911	2,15294	1,63579	0,67571	0,29477	0,233
150	3,75753	2,11329	1,63334	0,66997	0,32741	0,24415	3,69041	2,11032	1,60129	0,66089	0,28671	0,22764
160	3,68049	2,08127	1,58637	0,64347	0,29618	0,23125	3,64292	2,07689	1,57392	0,64941	0,28035	0,22319
170	3,60139	2,05327	1,55318	0,62939	0,2652	0,2184	3,6045	2,05068	1,5522	0,64051	0,27534	0,2195
180	3,5527	2,0273	1,52007	0,64524	0,26195	0,2152	3,57343	2,03013	1,53496	0,63362	0,27139	0,21644
190	3,51212	1,99537	1,49868	0,62236	0,2717	0,2056	3,54829	2,01401	1,52128	0,62828	0,26828	0,21389

Πίνακας 5.3.1-42 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

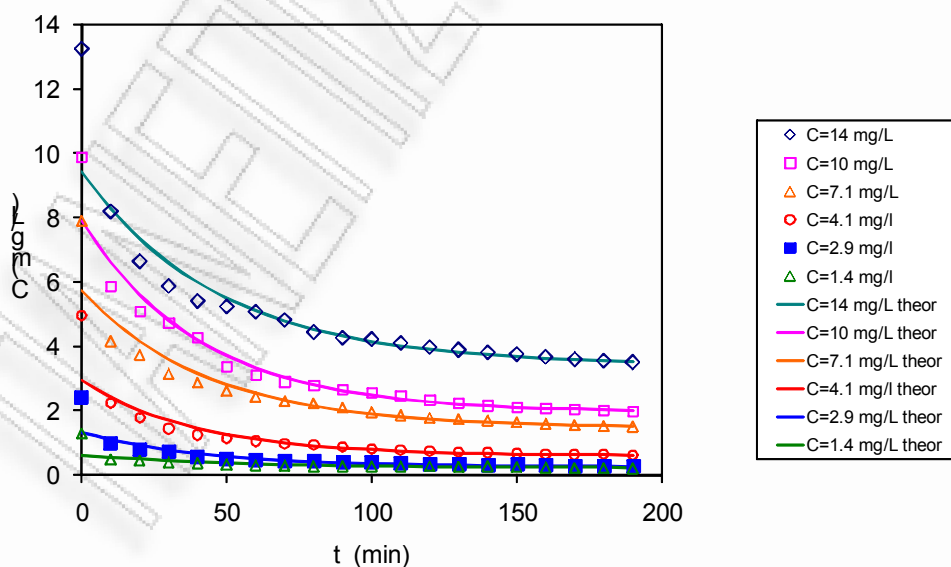
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 3 h						
C _e (mg/L)	3,44188	1,95546	1,46871	0,60992	0,25671	0,20149
C _o (mg/L)	9,4233	7,8987	5,7236	2,9543	1,3245	0,6303
k (min ⁻¹)	0,0212	0,0243	0,0231	0,0255	0,0238	0,0186
sum	16,1093	4,9768	5,73472	18,9207	3,60867	4,50566
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,74531	0,41426	0,48882	0,8879	0,38776	0,43328

Πίνακας 5.3.1-43 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

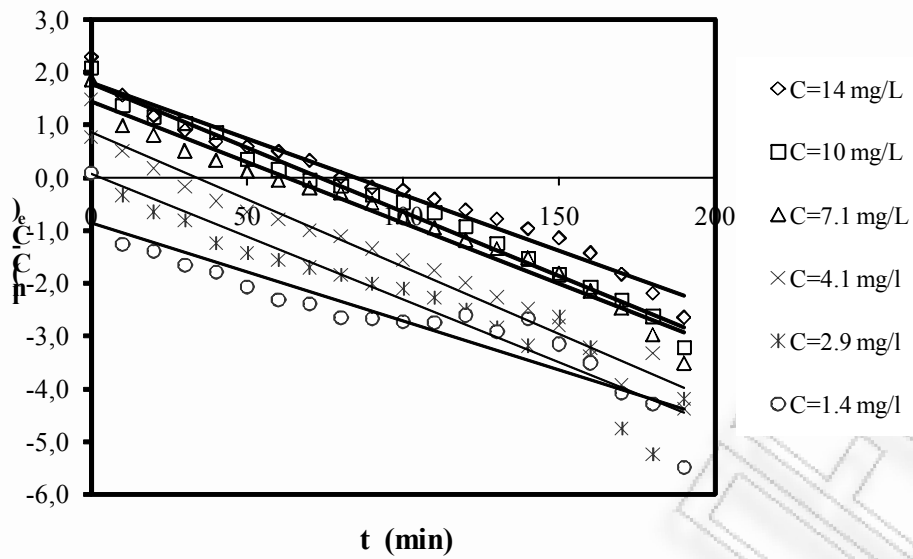
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 3 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,28246	2,07006	1,85985	1,46742	0,76366	0,08702
10	1,55795	1,36392	0,98721	0,49091	-0,33699	-1,26508
20	1,16449	1,14576	0,81377	0,16628	-0,65314	-1,39375
30	0,89015	1,02451	0,51393	-0,18794	-0,8092	-1,65659
40	0,67733	0,85041	0,33341	-0,45746	-1,24757	-1,78744
50	0,58494	0,35112	0,12595	-0,65888	-1,43858	-2,07209
60	0,49477	0,14904	-0,04888	-0,80701	-1,56915	-2,32313
70	0,3238	-0,04962	-0,18957	-1,00442	-1,70897	-2,39231
80	0,00588	-0,16236	-0,28115	-1,12192	-1,84891	-2,65626
90	-0,19376	-0,32797	-0,48036	-1,3554	-2,02333	-2,6797
100	-0,23897	-0,47291	-0,73224	-1,57532	-2,11604	-2,72826
110	-0,41251	-0,67343	-0,94818	-1,76721	-2,28106	-2,75343
120	-0,61896	-0,93413	-1,17675	-2,00345	-2,51809	-2,61094
130	-0,78643	-1,2509	-1,34351	-2,276	-2,85564	-2,91918
140	-0,97159	-1,54201	-1,51598	-2,48755	-3,19162	-2,6797
150	-1,15311	-1,84625	-1,80405	-2,81251	-2,64932	-3,15456
160	-1,43291	-2,07305	-2,13995	-3,3945	-3,23227	-3,51451
170	-1,83562	-2,32475	-2,4713	-3,93861	-4,76939	-4,07963
180	-2,1998	-2,63335	-2,96888	-3,34331	-5,25162	-4,28971
190	-2,6558	-3,22119	-3,50744	-4,38625	-4,20057	-5,49384
Ce	3,44188	1,95546	1,46871	0,60992	0,25671	0,20149
Co	9,4233	7,89869	5,72362	2,95434	1,32452	0,63033
ln(Co-Ce)	1,7887	1,7823	1,4481	0,8520	0,0656	-0,8467
k	0,0212	0,0243	0,0231	0,0255	0,0238	0,0186
R	-0,9858	-0,9933	-0,9856	-0,9840	-0,9525	-0,9234
R ²	0,9718	0,9867	0,9714	0,9682	0,9073	0,8526

Πίνακας 5.3.1-44 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

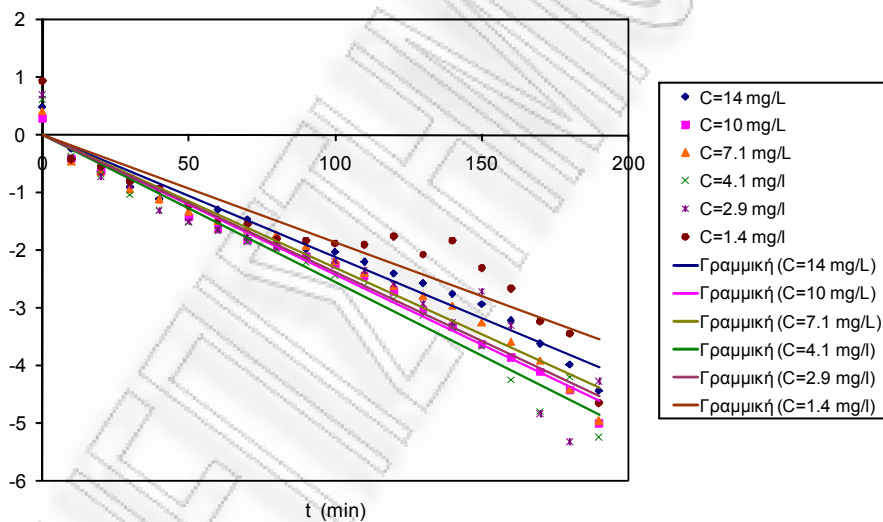
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 3 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,4938	0,28781	0,41178	0,61538	0,69806	0,93368
10	-0,23071	-0,41834	-0,46087	-0,36113	-0,4026	-0,41842
20	-0,62417	-0,63649	-0,63431	-0,68576	-0,71874	-0,54709
30	-0,89851	-0,75774	-0,93414	-1,03998	-0,87481	-0,80992
40	-1,11133	-0,93184	-1,11466	-1,3095	-1,31317	-0,94078
50	-1,20372	-1,43113	-1,32212	-1,51092	-1,50419	-1,22542
60	-1,29389	-1,63321	-1,49696	-1,65905	-1,63475	-1,47646
70	-1,46486	-1,83188	-1,63764	-1,85646	-1,77458	-1,54565
80	-1,78278	-1,94462	-1,72922	-1,97396	-1,91452	-1,8096
90	-1,98243	-2,11023	-1,92843	-2,20744	-2,08893	-1,83303
100	-2,02763	-2,25516	-2,18031	-2,42736	-2,18165	-1,88159
110	-2,20117	-2,45568	-2,39625	-2,61925	-2,34667	-1,90677
120	-2,40762	-2,71638	-2,62482	-2,85549	-2,5837	-1,76428
130	-2,57509	-3,03315	-2,79158	-3,12804	-2,92124	-2,07252
140	-2,76025	-3,32426	-2,96405	-3,33959	-3,25722	-1,83303
150	-2,94177	-3,6285	-3,25213	-3,66455	-2,71492	-2,3079
160	-3,22158	-3,8553	-3,58802	-4,24654	-3,29788	-2,66785
170	-3,62428	-4,10701	-3,91937	-4,79065	-4,835	-3,23296
180	-3,98847	-4,4156	-4,41695	-4,19535	-5,31723	-3,44304
190	-4,44447	-5,00344	-4,95551	-5,23829	-4,26617	-4,64718
Ce	3,44188	1,95546	1,46871	0,60992	0,25671	0,20149
Co	9,42333	7,89869	5,72362	2,95434	1,32452	0,63033
k	0,0212	0,0243	0,0231	0,0255	0,0238	0,0186



Σχήμα 5.3.1-31 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 3 h



Σχήμα 5.3.1-32 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 3 h



Σχήμα 5.3.1-33 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 3 h

Πίνακας 5.3.1-45 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,4132	8,97205	7,18646	4,79386	3,29287	1,95153	9,744	6,32106	5,25019	2,72977	1,79288	0,99052
10	7,99257	5,25104	3,8467	2,27992	1,55903	0,72153	8,61778	5,44627	4,44121	2,26844	1,47985	0,80359
20	7,12423	4,49633	3,40251	1,90578	1,11794	0,59609	7,70128	4,74583	3,79276	1,91198	1,23224	0,65878
30	6,29315	3,89937	2,81777	1,54344	0,86594	0,43946	6,95546	4,185	3,27298	1,63653	1,03638	0,54661
40	5,84402	3,57908	2,50786	1,40188	0,72332	0,35722	6,34853	3,73595	2,85634	1,42369	0,88145	0,45971
50	5,45355	3,29287	2,30609	1,2333	0,66466	0,38893	5,85462	3,3764	2,52237	1,25923	0,7589	0,3924
60	5,3082	2,95577	2,13533	1,0748	0,62061	0,36221	5,45269	3,08852	2,25467	1,13214	0,66196	0,34026
70	4,97636	2,66977	1,91174	0,95769	0,58213	0,28637	5,12561	2,85801	2,04009	1,03395	0,58528	0,29987
80	4,80601	2,51797	1,85814	0,87872	0,52147	0,27658	4,85944	2,67345	1,86809	0,95807	0,52463	0,26858
90	4,68451	2,45532	1,7928	0,855	0,47516	0,23286	4,64283	2,52567	1,73022	0,89944	0,47665	0,24435
100	4,57927	2,39275	1,75922	0,83137	0,44115	0,2168	4,46656	2,40735	1,61971	0,85413	0,4387	0,22557
110	4,48621	2,35444	1,65687	0,81324	0,40571	0,20241	4,32312	2,31261	1,53113	0,81912	0,40869	0,21103
120	4,33248	2,27791	1,55513	0,79335	0,36221	0,2104	4,20639	2,23675	1,46012	0,79207	0,38494	0,19976
130	4,23943	2,23568	1,48315	0,78794	0,34229	0,19125	4,1114	2,17602	1,4032	0,77117	0,36616	0,19103
140	4,13624	2,19551	1,42118	0,77172	0,38725	0,2056	4,03409	2,12738	1,35758	0,75502	0,3513	0,18427
150	4,03707	2,14535	1,36143	0,75555	0,34395	0,18331	3,97119	2,08845	1,32101	0,74254	0,33955	0,17904
160	3,93583	2,09327	1,3058	0,72689	0,37054	0,1738	3,91999	2,05727	1,2917	0,73289	0,33026	0,17498
170	3,86696	2,03529	1,26567	0,7144	0,34229	0,1659	3,87833	2,0323	1,2682	0,72544	0,3229	0,17184
180	3,81631	2,00136	1,24662	0,74299	0,32246	0,18649	3,84443	2,01232	1,24936	0,71968	0,31709	0,1694
190	3,77172	1,97145	1,19723	0,7144	0,30109	0,16432	3,81684	1,99631	1,23427	0,71523	0,31249	0,16752

Πίνακας 5.3.1-46 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

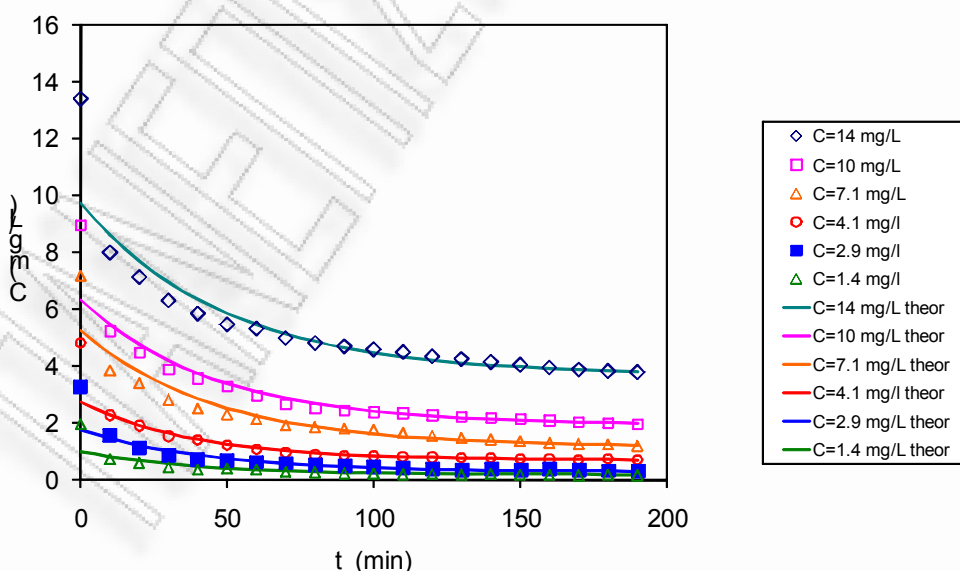
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 4 h						
C _e (mg/L)	3,69629	1,93202	1,17328	0,70011	0,29507	0,16104
C _o (mg/L)	9,7440	6,3211	5,2502	2,7298	1,7929	0,9905
k (min ⁻¹)	0,0206	0,0222	0,0221	0,0258	0,0234	0,0255
sum	15,178	7,34056	4,72302	13,0961	6,91404	7,53509
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,72345	0,50311	0,44361	0,7387	0,53674	0,56032

Πίνακας 5.3.1-47 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

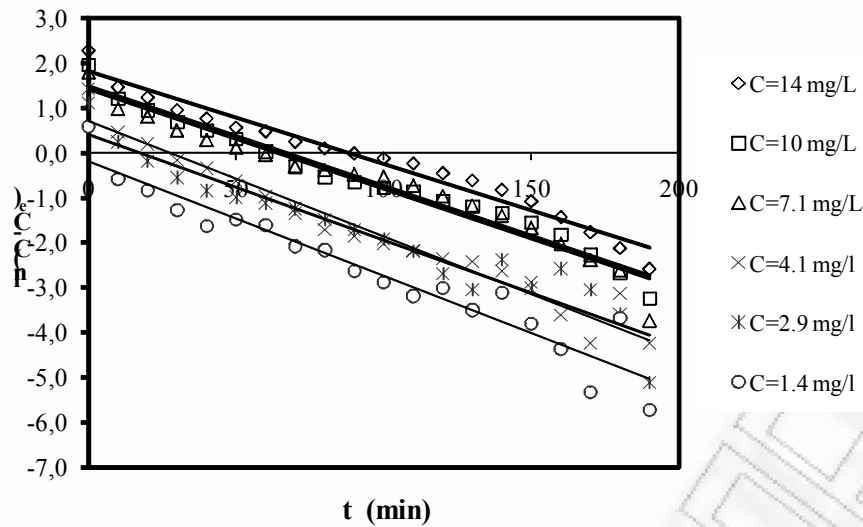
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 4 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,27386	1,95161	1,79395	1,40946	1,09788	0,58249
10	1,45775	1,19967	0,98336	0,45731	0,23425	-0,57893
20	1,23196	0,94169	0,80166	0,18704	-0,19496	-0,83229
30	0,9543	0,67669	0,49743	-0,1704	-0,5606	-1,27862
40	0,76441	0,49899	0,28862	-0,35415	-0,84806	-1,62868
50	0,56376	0,30811	0,1247	-0,62888	-0,99536	-1,47889
60	0,47743	0,02347	-0,03869	-0,98165	-1,12228	-1,60356
70	0,24692	-0,30415	-0,30318	-1,3564	-1,24809	-2,07678
80	0,10412	-0,53453	-0,37855	-1,72255	-1,48548	-2,15808
90	-0,01185	-0,64759	-0,47882	-1,865	-1,71429	-2,63353
100	-0,12445	-0,77494	-0,53454	-2,03059	-1,92361	-2,88663
110	-0,23582	-0,86176	-0,72652	-2,17922	-2,20153	-3,18516
120	-0,45224	-1,06163	-0,96272	-2,37254	-2,70095	-3,00862
130	-0,61038	-1,19185	-1,17162	-2,43236	-3,05297	-3,49929
140	-0,82107	-1,33376	-1,39472	-2,63645	-2,38401	-3,11081
150	-1,07651	-1,54491	-1,67052	-2,89245	-3,01849	-3,80428
160	-1,42902	-1,82479	-2,02107	-3,61994	-2,584	-4,36087
170	-1,768	-2,27042	-2,38174	-4,24834	-3,05297	-5,32575
180	-2,12009	-2,66881	-2,61273	-3,14917	-3,59754	-3,67102
190	-2,58449	-3,23325	-3,73202	-4,24834	-5,11236	-5,71795
Ce	3,69629	1,93202	1,17328	0,70011	0,29507	0,16104
Co	9,7440	6,32106	5,25019	2,72977	1,79288	0,99052
ln(Co-Ce)	1,7997	1,4791	1,4053	0,7079	0,4040	-0,1870
k	0,0206	0,0222	0,0221	0,0258	0,0234	0,0255
R	-0,9826	-0,9853	-0,9737	-0,9782	-0,9579	-0,9579
R ²	0,9654	0,9708	0,9480	0,9568	0,9177	0,9177

Πίνακας 5.3.1-48 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

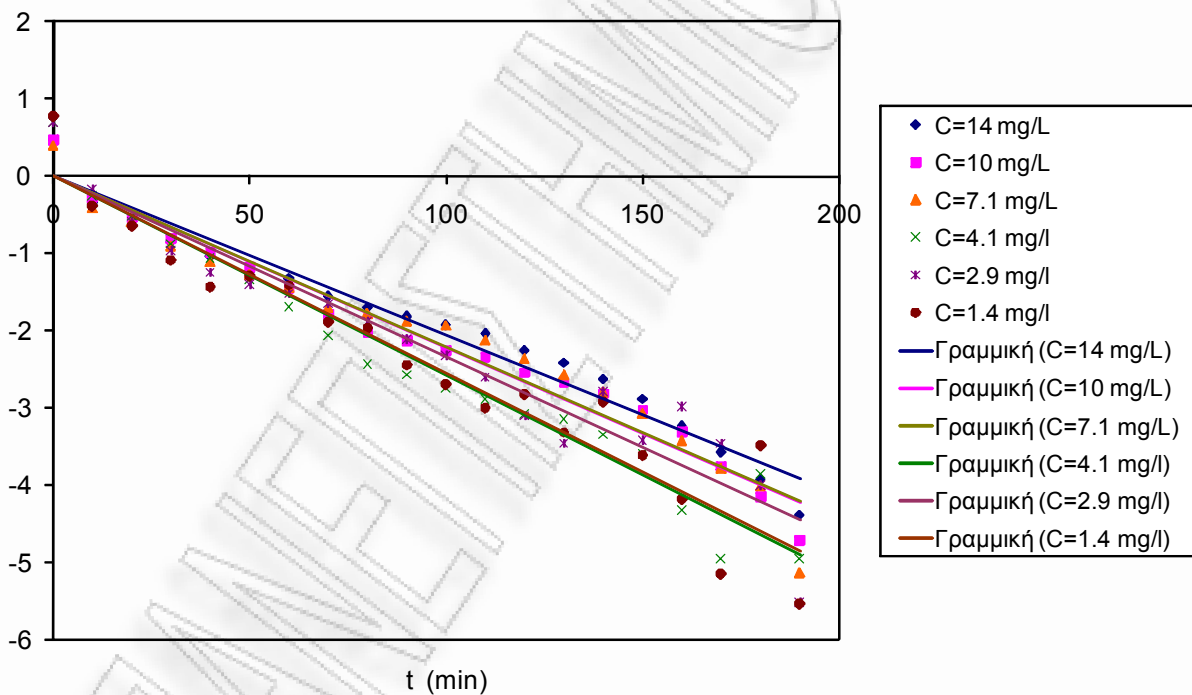
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 4 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,47418	0,4725	0,38862	0,70159	0,69387	0,76944
10	-0,34193	-0,27944	-0,42198	-0,25056	-0,16975	-0,39198
20	-0,56772	-0,53742	-0,60368	-0,52083	-0,59896	-0,64534
30	-0,84538	-0,80242	-0,90791	-0,87827	-0,96461	-1,09167
40	-1,03527	-0,98012	-1,11672	-1,06202	-1,25206	-1,44173
50	-1,23592	-1,171	-1,28064	-1,33675	-1,39937	-1,29194
60	-1,32225	-1,45564	-1,44403	-1,68952	-1,52628	-1,41661
70	-1,55276	-1,78327	-1,70852	-2,06427	-1,65209	-1,88983
80	-1,69556	-2,01364	-1,78388	-2,43042	-1,88948	-1,97113
90	-1,81153	-2,12671	-1,88416	-2,57287	-2,1183	-2,44658
100	-1,92413	-2,25405	-1,93988	-2,73845	-2,32762	-2,69968
110	-2,0355	-2,34087	-2,13185	-2,88709	-2,60553	-2,99821
120	-2,25192	-2,54074	-2,36806	-3,08041	-3,10495	-2,82167
130	-2,41006	-2,67096	-2,57695	-3,14022	-3,45698	-3,31234
140	-2,62075	-2,81287	-2,80006	-3,34432	-2,78802	-2,92386
150	-2,87619	-3,02402	-3,07585	-3,60032	-3,4225	-3,61733
160	-3,2287	-3,3039	-3,42641	-4,32781	-2,98801	-4,17392
170	-3,56768	-3,74953	-3,78708	-4,95621	-3,45698	-5,1388
180	-3,91977	-4,14792	-4,01807	-3,85704	-4,00154	-3,48407
190	-4,38417	-4,71236	-5,13735	-4,95621	-5,51636	-5,531
Ce	3,69629	1,93202	1,17328	0,70011	0,29507	0,16104
Co	9,744	6,32106	5,25019	2,72977	1,79288	0,99052
k	0,0206	0,0222	0,0221	0,0258	0,0234	0,0255



Σχήμα 5.3.1-34 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 4 h



Σχήμα 5.3.1-35 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσεως του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 4 h



Σχήμα 5.3.1-36 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 4 h

Πίνακας 5.3.1-49 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	12,801	9,53345	7,13802	4,49835	3,23195	1,56684	9,73026	6,4676	5,03986	2,89492	1,33615	0,60777
10	8,03594	5,26532	4,01278	2,13733	1,36528	0,63995	8,64103	5,59506	4,28301	2,39795	1,16578	0,53589
20	7,3946	4,63188	3,14259	1,71191	1,08604	0,51114	7,75052	4,8903	3,6741	2,00675	1,02414	0,4759
30	6,41553	4,02087	2,77314	1,46182	0,94478	0,46323	7,02247	4,32106	3,1842	1,69883	0,90638	0,42585
40	6,02397	3,51009	2,55235	1,30962	0,84772	0,3906	6,42724	3,86129	2,79006	1,45644	0,80847	0,38407
50	5,69041	3,23601	2,21157	1,19344	0,76453	0,35058	5,94061	3,48992	2,47296	1,26565	0,72708	0,34921
60	5,37568	2,95374	2,05927	1,02442	0,66997	0,33236	5,54275	3,18997	2,21783	1,11547	0,6594	0,32012
70	5,09013	2,79951	1,94158	0,89518	0,55431	0,30437	5,21748	2,9477	2,01258	0,99725	0,60314	0,29585
80	4,90331	2,62116	1,8621	0,86411	0,49055	0,27495	4,95155	2,75201	1,84744	0,9042	0,55637	0,27559
90	4,76347	2,53212	1,74146	0,84954	0,44624	0,26195	4,73414	2,59396	1,71458	0,83095	0,51748	0,25868
100	4,58939	2,49169	1,68044	0,80419	0,41244	0,22482	4,55639	2,4663	1,60769	0,77329	0,48514	0,24457
110	4,50644	2,43917	1,60397	0,77532	0,37889	0,20241	4,41107	2,36318	1,52169	0,72791	0,45826	0,2328
120	4,42351	2,40082	1,52396	0,73404	0,44285	0,18966	4,29226	2,2799	1,4525	0,69219	0,43591	0,22297
130	4,29607	2,32421	1,45213	0,7037	0,43269	0,17697	4,19513	2,21263	1,39684	0,66407	0,41733	0,21477
140	4,16862	2,21559	1,39224	0,66997	0,38391	0,204	4,11571	2,15829	1,35205	0,64193	0,40189	0,20793
150	4,10994	2,1634	1,36335	0,65053	0,33236	0,18331	4,05079	2,11441	1,31602	0,62451	0,38904	0,20222
160	4,02695	2,11329	1,32495	0,63115	0,4158	0,1849	3,99771	2,07896	1,28703	0,61079	0,37837	0,19746
170	3,96621	2,06127	1,27903	0,61009	0,38725	0,27658	3,95431	2,05033	1,26371	0,6	0,36949	0,19348
180	3,90747	2,01932	1,2409	0,57864	0,42086	0,25223	3,91883	2,0272	1,24495	0,5915	0,36211	0,19016
190	3,83657	1,96946	1,19154	0,5715	0,44454	0,23447	3,88983	2,00852	1,22985	0,58481	0,35597	0,18739

Πίνακας 5.3.1-50 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

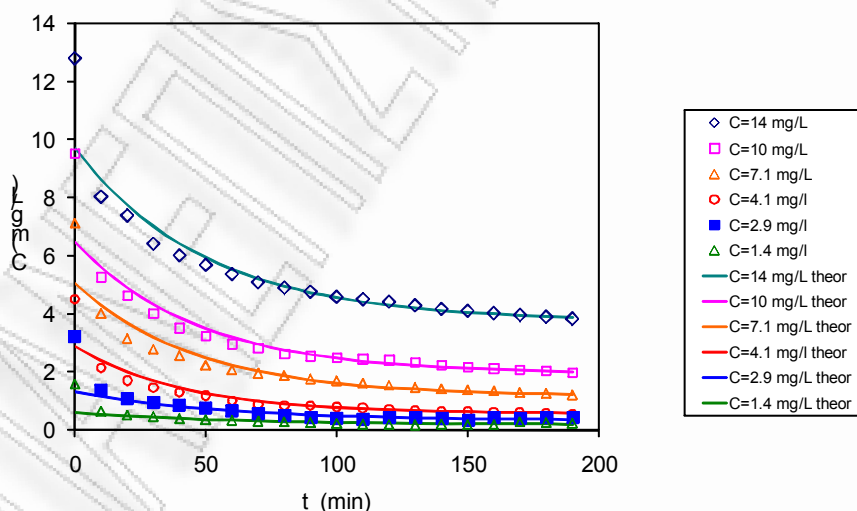
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 5 h						
C _e (mg/L)	3,75984	1,93007	1,16771	0,56007	0,32572	0,17343
C _o (mg/L)	9,7303	6,4676	5,0399	2,8949	1,3361	0,6078
k (min ⁻¹)	0,0201	0,0214	0,0217	0,0239	0,0185	0,0181
sum	10,6109	9,99366	5,10998	13,3457	9,27163	5,29202
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,60489	0,58703	0,46143	0,7457	0,62154	0,46958

Πίνακας 5.3.1-51 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

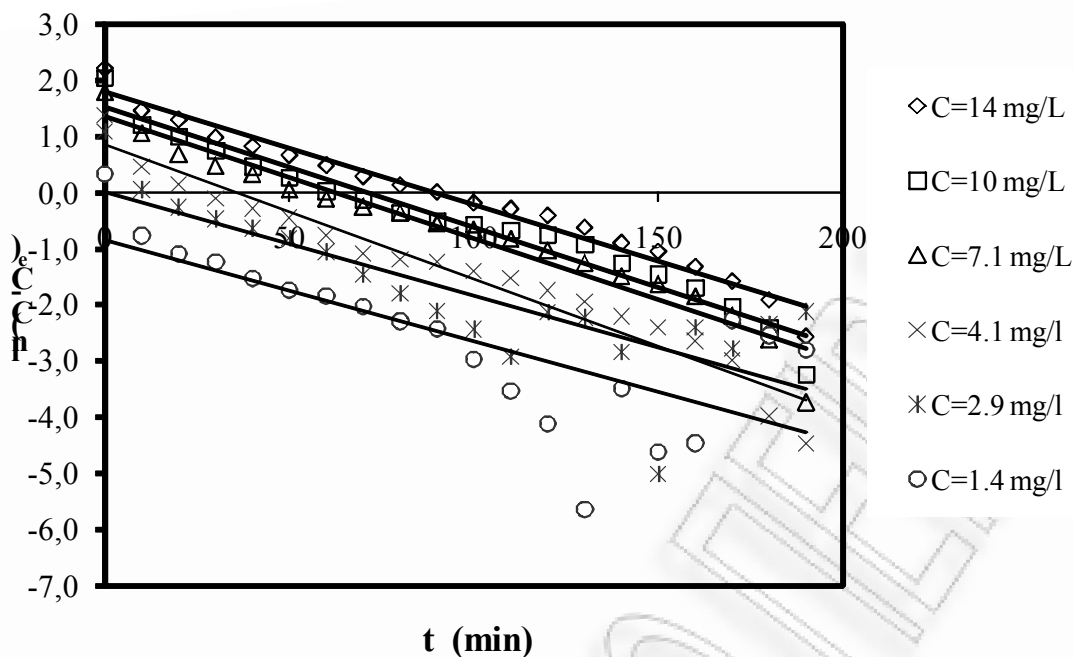
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,20178	2,02859	1,7868	1,37074	1,06686	0,33175
10	1,45304	1,20455	1,04559	0,45569	0,0388	-0,76245
20	1,29054	0,99392	0,68051	0,14136	-0,27402	-1,08557
30	0,97671	0,73755	0,47339	-0,10343	-0,47955	-1,23856
40	0,81719	0,45744	0,32544	-0,28828	-0,65008	-1,52707
50	0,65782	0,26693	0,04292	-0,45671	-0,82369	-1,73075
60	0,47986	0,0234	-0,11479	-0,76713	-1,06638	-1,83926
70	0,2854	-0,1399	-0,25635	-1,0933	-1,47582	-2,03298
80	0,13407	-0,36948	-0,36472	-1,19059	-1,80283	-2,28746
90	0,00363	-0,50741	-0,55556	-1,23971	-2,11594	-2,42452
100	-0,18687	-0,57693	-0,66801	-1,4101	-2,44509	-2,9683
110	-0,29222	-0,67511	-0,82953	-1,53596	-2,93422	-3,54124
120	-0,40997	-0,75342	-1,03212	-1,74887	-2,14449	-4,12061
130	-0,62318	-0,93103	-1,25731	-1,94051	-2,23522	-5,6438
140	-0,89457	-1,25344	-1,49377	-2,2082	-2,84408	-3,48762
150	-1,04954	-1,4553	-1,63146	-2,40289	-5,01355	-4,61714
160	-1,3201	-1,69705	-1,84998	-2,64397	-2,40698	-4,46817
170	-1,57809	-2,03104	-2,19536	-2,99545	-2,78815	-2,27155
180	-1,913	-2,41634	-2,61465	-3,98634	-2,35235	-2,54087
190	-2,56744	-3,23426	-3,73677	-4,47151	-2,13012	-2,79622
Ce	3,75984	1,93007	1,16771	0,56007	0,32572	0,17343
Co	9,7303	6,4676	5,03986	2,89492	1,33615	0,60777
ln(Co-Ce)	1,7868	1,5124	1,3538	0,8479	0,0104	-0,8339
k	0,0201	0,0214	0,0217	0,0239	0,0185	0,0181
R	-0,9801	-0,9789	-0,9836	-0,9638	-0,9659	-0,9070
R ²	0,9605	0,9582	0,9675	0,9289	0,9329	0,8227

Πίνακας 5.3.1-52 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

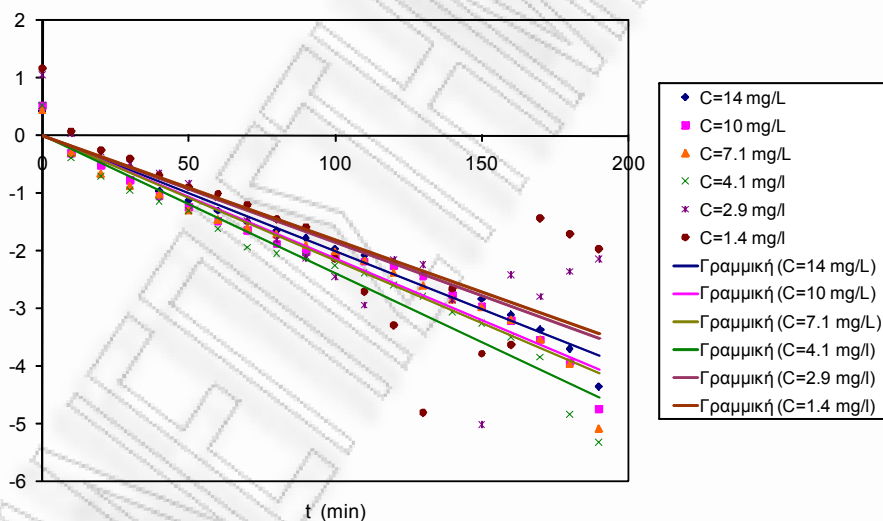
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,41497	0,51621	0,43299	0,5228	1,05648	1,16568
10	-0,33378	-0,30783	-0,30822	-0,39226	0,02842	0,07148
20	-0,49627	-0,51846	-0,6733	-0,70659	-0,28439	-0,25164
30	-0,81011	-0,77483	-0,88041	-0,95137	-0,48992	-0,40463
40	-0,96963	-1,05494	-1,02837	-1,13623	-0,66046	-0,69314
50	-1,129	-1,24546	-1,31088	-1,30466	-0,83406	-0,89683
60	-1,30696	-1,48899	-1,46859	-1,61508	-1,07675	-1,00533
70	-1,50142	-1,65229	-1,61016	-1,94125	-1,4862	-1,19906
80	-1,65275	-1,88187	-1,71853	-2,03854	-1,81321	-1,45353
90	-1,78319	-2,01979	-1,90937	-2,08765	-2,12632	-1,59059
100	-1,97369	-2,08931	-2,02182	-2,25805	-2,45546	-2,13437
110	-2,07904	-2,18749	-2,18334	-2,3839	-2,94459	-2,70731
120	-2,19679	-2,26581	-2,38593	-2,59681	-2,15486	-3,28669
130	-2,41	-2,44342	-2,61112	-2,78845	-2,24559	-4,80988
140	-2,68139	-2,76583	-2,84758	-3,05614	-2,85446	-2,65369
150	-2,83636	-2,96768	-2,98527	-3,25084	-5,02392	-3,78322
160	-3,10691	-3,20943	-3,20379	-3,49192	-2,41735	-3,63425
170	-3,36491	-3,54342	-3,54916	-3,84339	-2,79853	-1,43762
180	-3,69982	-3,92872	-3,96846	-4,83429	-2,36273	-1,70694
190	-4,35426	-4,74665	-5,09058	-5,31946	-2,14049	-1,9623
Ce	3,75984	1,93007	1,16771	0,56007	0,32572	0,17343
Co	9,73026	6,4676	5,03986	2,89492	1,33615	0,60777
k	0,0201	0,0214	0,0217	0,0239	0,0185	0,0181



Σχήμα 5.3.1-37 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H₂SO₄, για 5 h



Σχήμα 5.3.1-38 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσεως του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 5 h



Σχήμα 5.3.1-39 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,45\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 5 h

Πίνακας 5.3.1-53 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,3677	10,1389	6,98734	3,75753	3,26444	1,3499	10,477	8,10287	4,26309	1,56902	1,59759	0,72875
10	8,45933	5,69662	3,35785	2,14736	1,3307	0,31259	9,19716	6,93996	3,51602	1,40563	1,34717	0,57754
20	7,02366	4,99463	2,74881	1,6353	1,08604	0,31259	8,15712	5,99286	2,94322	1,26831	1,14386	0,45988
30	6,47388	4,48621	2,39679	1,3403	0,80781	0,29454	7,31196	5,22152	2,50405	1,1529	0,97878	0,36832
40	5,95681	3,9338	2,03929	1,08791	0,70905	0,22161	6,62516	4,59333	2,16733	1,0559	0,84476	0,29708
50	5,61811	3,70482	1,83237	0,97062	0,7412	0,1738	6,06705	4,08172	1,90916	0,97438	0,73595	0,24164
60	5,40025	3,55473	1,67258	0,88237	0,54738	0,20081	5,61352	3,66506	1,71121	0,90586	0,6476	0,1985
70	5,32251	3,35176	1,49868	0,82955	0,54218	0,19285	5,24497	3,32572	1,55945	0,84828	0,57587	0,16494
80	5,13286	3,02074	1,36143	0,69481	0,44793	0,15172	4,94548	3,04935	1,44309	0,79988	0,51764	0,13882
90	4,75335	2,91923	1,32303	0,68415	0,42762	0,13136	4,7021	2,82427	1,35387	0,7592	0,47035	0,11849
100	4,5995	2,84414	1,3192	0,63467	0,40235	0,12356	4,50433	2,64097	1,28546	0,72501	0,43197	0,10268
110	4,52262	2,688	1,26567	0,61535	0,37722	0,11733	4,34361	2,49168	1,23302	0,69628	0,4008	0,09037
120	4,43564	2,73057	1,20481	0,58736	0,37221	0,10492	4,21301	2,37009	1,19281	0,67213	0,37549	0,0808
130	4,36889	2,55842	1,14807	0,58561	0,38558	0,08793	4,10689	2,27107	1,16197	0,65184	0,35495	0,07334
140	4,17874	2,53617	1,16317	0,55604	0,37054	0,08332	4,02064	2,19043	1,13834	0,63478	0,33827	0,06755
150	4,0897	2,41898	1,09916	0,57516	0,36554	0,06798	3,95056	2,12475	1,12021	0,62044	0,32472	0,06303
160	4,02897	1,98141	1,1217	0,72153	0,35556	0,06187	3,89361	2,07126	1,10632	0,60839	0,31373	0,05952
170	3,73929	1,96149	1,08416	0,74837	0,32906	0,05425	3,84733	2,0277	1,09566	0,59827	0,3048	0,05679
180	3,77375	2,02331	1,08229	0,67351	0,31423	0,0573	3,80972	1,99222	1,08749	0,58976	0,29755	0,05466
190	3,72104	1,87401	1,09916	0,75375	0,2717	0,04817	3,77916	1,96333	1,08123	0,5826	0,29167	0,05301

Πίνακας 5.3.1-54 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

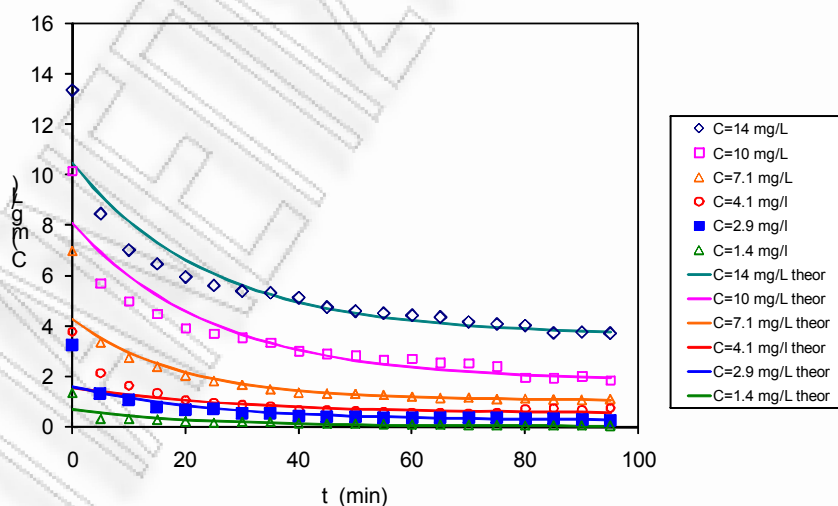
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
C _e (mg/L)	3,64662	1,83653	1,06064	0,54492	0,26626	0,04721
C _o (mg/L)	10,4770	8,1029	4,2631	1,5690	1,5976	0,7287
k (min ⁻¹)	0,0415	0,0411	0,0531	0,0348	0,0417	0,0502
sum	11,8635	8,34796	7,53525	7,0019	9,27145	6,03674
n-p	18	18	18	18	18	18
s	0,81184	0,68101	0,64701	0,62369	0,71769	0,57912

Πίνακας 5.3.1-55 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

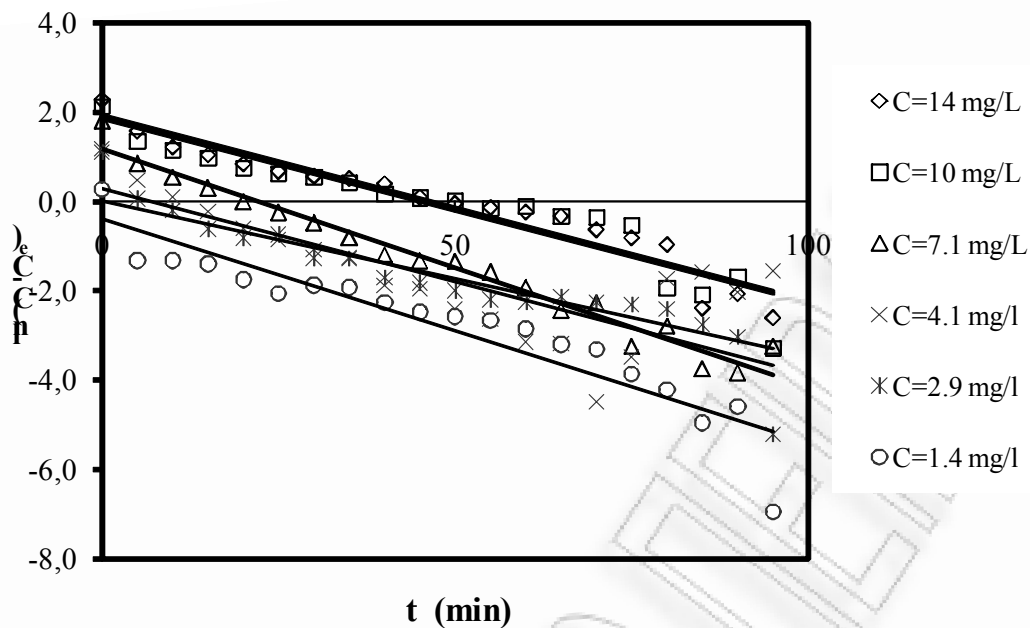
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0.9N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,2743	2,11654	1,77947	1,16708	1,098	0,26443
10	1,57126	1,35069	0,83169	0,47152	0,06245	-1,3266
20	1,217	1,14997	0,52364	0,08652	-0,19873	-1,3266
30	1,03931	0,97444	0,28979	-0,22894	-0,61333	-1,39702
40	0,83733	0,74064	-0,02159	-0,61067	-0,81468	-1,7464
50	0,67879	0,62503	-0,25912	-0,85401	-0,74457	-2,06677
60	0,56169	0,54128	-0,49113	-1,08633	-1,269	-1,87338
70	0,51634	0,41557	-0,82545	-1,25657	-1,28765	-1,92664
80	0,39625	0,16908	-1,20135	-1,89787	-1,70557	-2,25843
90	0,10141	0,07946	-1,33792	-1,97163	-1,82418	-2,4752
100	-0,04826	0,00758	-1,35264	-2,41075	-1,99451	-2,57246
110	-0,13239	-0,16079	-1,58461	-2,65322	-2,19863	-2,65752
120	-0,23696	-0,11201	-1,93679	-3,15976	-2,24482	-2,85234
130	-0,32535	-0,32588	-2,43694	-3,20174	-2,126	-3,20094
140	-0,63089	-0,35719	-2,27763	-4,49893	-2,26068	-3,32123
150	-0,81401	-0,5405	-3,25665	-3,49872	-2,30982	-3,87399
160	-0,96142	-1,9318	-2,79589	-1,7338	-2,41578	-4,22232
170	-2,37875	-2,07975	-3,74995	-1,59233	-2,76785	-4,95548
180	-2,06258	-1,67782	-3,83294	-2,05111	-3,03726	-4,59619
190	-2,59802	-3,28394	-3,25665	-1,56623	-5,21508	-6,94499
Ce	3,64662	1,83653	1,06064	0,54492	0,26626	0,04721
Co	10,4770	8,10287	4,26309	1,56902	1,59759	0,72875
ln(Co-Ce)	1,9214	1,8352	1,1639	0,0238	0,2862	-0,3834
k	0,0415	0,0411	0,0531	0,0348	0,0417	0,0502
R	-0,9627	-0,9362	-0,9839	-0,7290	-0,9252	-0,9329
R ²	0,9267	0,8765	0,9682	0,5315	0,8560	0,8703

Πίνακας 5.3.1-56 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0.9N H₂SO₄, για 0,5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

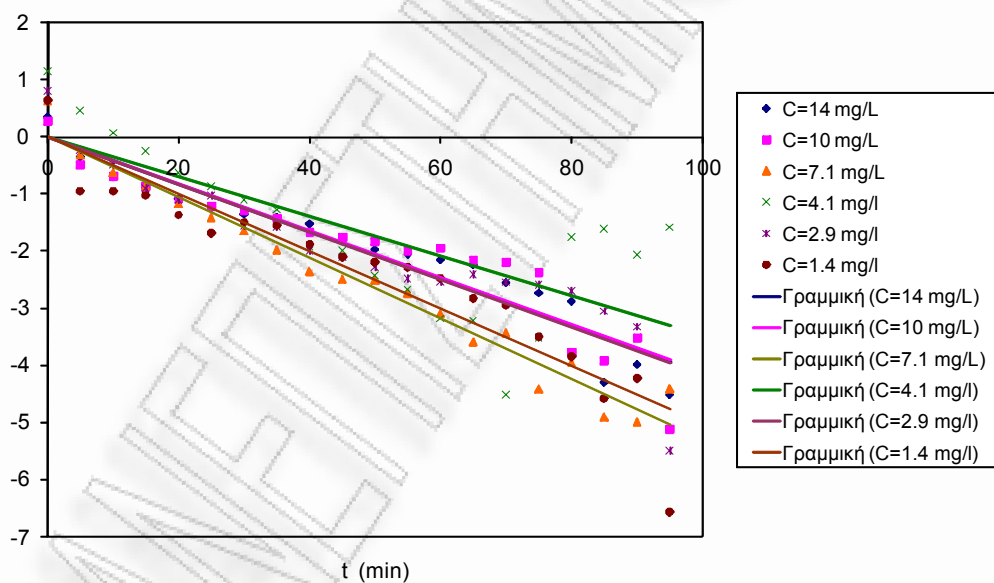
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0.9N H ₂ SO ₄ , για 0,5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,35292	0,28135	0,61555	1,14327	0,81183	0,64784
10	-0,35012	-0,4845	-0,33222	0,44772	-0,22373	-0,9432
20	-0,70438	-0,68522	-0,64027	0,06271	-0,48491	-0,9432
30	-0,88207	-0,86075	-0,87413	-0,25275	-0,89951	-1,01361
40	-1,08405	-1,09455	-1,18551	-0,63448	-1,10085	-1,36299
50	-1,24259	-1,21017	-1,42304	-0,87782	-1,03074	-1,68336
60	-1,35969	-1,29391	-1,65504	-1,11014	-1,55518	-1,48998
70	-1,40504	-1,41963	-1,98937	-1,28038	-1,57382	-1,54323
80	-1,52514	-1,66611	-2,36527	-1,92168	-1,99174	-1,87502
90	-1,81998	-1,75573	-2,50184	-1,99544	-2,11035	-2,09179
100	-1,96965	-1,82761	-2,51655	-2,43456	-2,28068	-2,18906
110	-2,05377	-1,99598	-2,74853	-2,67703	-2,48481	-2,27411
120	-2,15835	-1,9472	-3,10071	-3,18357	-2,53099	-2,46894
130	-2,24674	-2,16108	-3,60086	-3,22555	-2,41217	-2,81753
140	-2,55228	-2,19238	-3,44155	-4,52274	-2,54686	-2,93783
150	-2,7354	-2,3757	-4,42056	-3,52253	-2,59599	-3,49059
160	-2,8828	-3,767	-3,95981	-1,75761	-2,70196	-3,83891
170	-4,30013	-3,91495	-4,91387	-1,61614	-3,05402	-4,57208
180	-3,98396	-3,51301	-4,99686	-2,07492	-3,32344	-4,21278
190	-4,5194	-5,11914	-4,42056	-1,59004	-5,50126	-6,56159
Ce	3,64662	1,83653	1,06064	0,54492	0,26626	0,04721
Co	10,477	8,10287	4,26309	1,56902	1,59759	0,72875
k	0,0415	0,0411	0,0531	0,0348	0,0417	0,0502



Σχήμα 5.3.1-40 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 0,5



Σχήμα 5.3.1-41 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9 \text{ N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5$



Σχήμα 5.3.1-42 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9 \text{ N H}_2\text{SO}_4$, για $0,5 \text{ h}$

Πίνακας 5.3.1-57 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,5713	9,86101	7,44918	4,62176	2,9781	1,30388	12,4532	8,14502	5,43611	2,19712	0,81652	0,43222
10	10,308	6,36387	3,78793	1,70797	1,05424	0,41918	10,6395	6,97947	4,50932	1,82534	0,74527	0,36856
20	8,59863	5,13693	3,104	1,22759	0,8223	0,30273	9,21525	6,05321	3,78289	1,5353	0,68417	0,31748
30	7,74468	4,93577	2,76909	1,16884	0,7037	0,25061	8,09679	5,3171	3,2135	1,30901	0,63176	0,27652
40	6,77871	4,34867	2,39679	1,04304	0,55084	0,23447	7,21847	4,73211	2,76721	1,13247	0,58681	0,24365
50	6,4544	4,04922	2,20354	0,89701	0,50598	0,2136	6,52872	4,26722	2,41741	0,99475	0,54826	0,21729
60	5,92542	3,86696	2,07327	0,85318	0,44285	0,18014	5,98707	3,89777	2,14323	0,8873	0,5152	0,19615
70	5,66353	3,76361	1,93362	0,81505	0,44454	0,16906	5,56171	3,60416	1,92832	0,80347	0,48684	0,17919
80	5,15321	3,44311	1,83237	0,70905	0,38558	0,15802	5,22768	3,37083	1,75988	0,73807	0,46253	0,16558
90	5,07387	3,23804	1,70207	0,64876	0,36721	0,15487	4,96536	3,1854	1,62785	0,68704	0,44167	0,15467
100	4,81412	3,08369	1,58832	0,64171	0,35722	0,15959	4,75937	3,03804	1,52436	0,64724	0,42378	0,14591
110	4,80601	3,02074	1,55708	0,62412	0,34726	0,13604	4,5976	2,92094	1,44325	0,61618	0,40844	0,13889
120	4,48823	2,9172	1,40574	0,60658	0,3456	0,12356	4,47056	2,82787	1,37967	0,59195	0,39528	0,13326
130	4,41541	2,90299	1,40767	0,57864	0,3539	0,11889	4,3708	2,75391	1,32984	0,57305	0,384	0,12874
140	4,36485	2,70624	1,38453	0,56994	0,3906	0,11422	4,29246	2,69513	1,29078	0,55831	0,37432	0,12511
150	4,22325	2,70624	1,3403	0,55431	0,44793	0,11267	4,23094	2,64842	1,26016	0,5468	0,36602	0,12221
160	4,14434	2,58472	1,23139	0,54565	0,37221	0,122	4,18263	2,6113	1,23617	0,53783	0,3589	0,11987
170	4,14029	2,57056	1,2105	0,52491	0,33732	0,12979	4,14469	2,5818	1,21736	0,53082	0,3528	0,118
180	4,09982	2,54223	1,17829	0,53354	2,20755	0,12511	4,11489	2,55836	1,20262	0,52536	0,34756	0,1165
190	4,08767	2,51797	1,17262	0,5163	0,32246	0,13136	4,0915	2,53973	1,19106	0,5211	0,34307	0,1153

Πίνακας 5.3.1-58 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

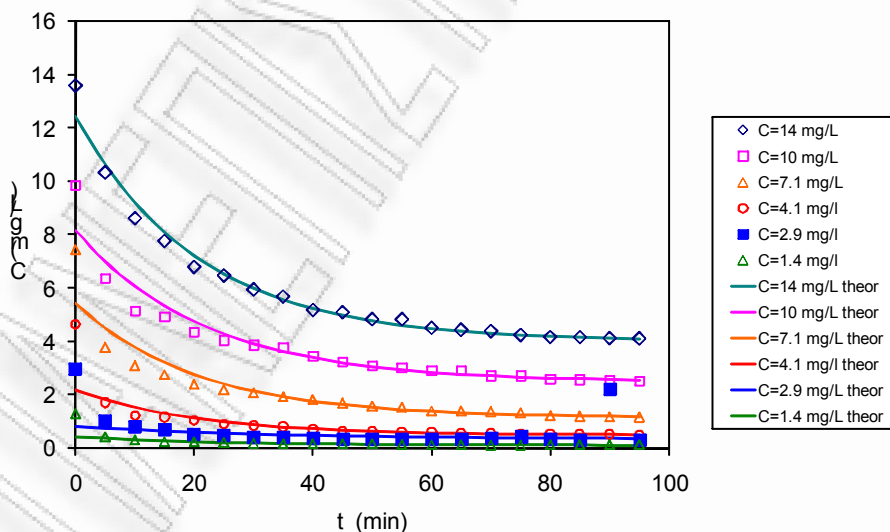
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
C _e (mg/L)	4,00592	2,46761	1,14917	0,50597	0,31601	0,11042
C _o (mg/L)	12,4532	8,1450	5,4361	2,1971	0,8165	0,4322
k (min ⁻¹)	0,0483	0,0460	0,0487	0,0497	0,0307	0,0441
sum	2,15047	4,58477	5,46989	17,0252	12,6792	5,51642
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,27231	0,39761	0,4774	0,84225	0,72684	0,47943

Πίνακας 5.3.1-59 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

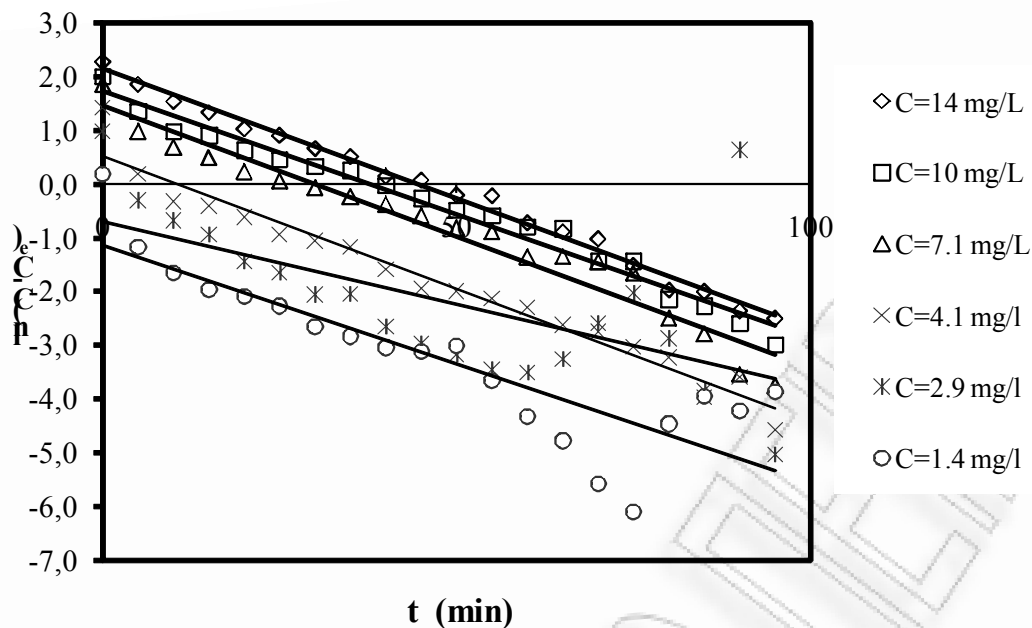
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,25815	2,00059	1,84055	1,41483	0,97911	0,17686
10	1,84088	1,36002	0,97031	0,18399	-0,30351	-1,17519
20	1,52447	0,98182	0,67031	-0,32626	-0,68066	-1,64861
30	1,31875	0,90347	0,48238	-0,41119	-0,94755	-1,96473
40	1,01985	0,63183	0,22124	-0,62163	-1,44891	-2,08704
50	0,89547	0,45844	0,05294	-0,93895	-1,66089	-2,27129
60	0,65206	0,33601	-0,07894	-1,05783	-2,06489	-2,66324
70	0,50538	0,25929	-0,24277	-1,17417	-2,05162	-2,8363
80	0,1374	-0,0248	-0,38096	-1,59419	-2,6655	-3,04492
90	0,06574	-0,2608	-0,59257	-1,94638	-2,9721	-3,11335
100	-0,21295	-0,48437	-0,8229	-1,99702	-3,18907	-3,01237
110	-0,22303	-0,59215	-0,89669	-2,13583	-3,46579	-3,6641
120	-0,72916	-0,79941	-1,36035	-2,2965	-3,5203	-4,33214
130	-0,89283	-0,83153	-1,35286	-2,62188	-3,27315	-4,77131
140	-1,02463	-1,43283	-1,44663	-2,74945	-2,59578	-5,57112
150	-1,52635	-1,43283	-1,65479	-3,02962	-2,02556	-6,09531
160	-1,97747	-2,14462	-2,49826	-3,22714	-2,87888	-4,45831
170	-2,00715	-2,27353	-2,79142	-3,96652	-3,84855	-3,94366
180	-2,36556	-2,59527	-3,53613	-3,59113	0,63739	-4,22006
190	-2,50405	-2,98857	-3,75278	-4,57309	-5,04379	-3,86616
Ce	4,00592	2,46761	1,14917	0,50597	0,31601	0,11042
Co	12,4532	8,14502	5,43611	2,19712	0,81652	0,43222
ln(Co-Ce)	2,1338	1,7365	1,4556	0,5254	-0,6921	-1,1338
k	0,0483	0,0460	0,0487	0,0497	0,0307	0,0441
R	-0,9957	-0,9881	-0,9751	-0,9808	-0,5955	-0,8610
R ²	0,9915	0,9764	0,9509	0,9620	0,3546	0,7413

Πίνακας 5.3.1-60 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 1 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

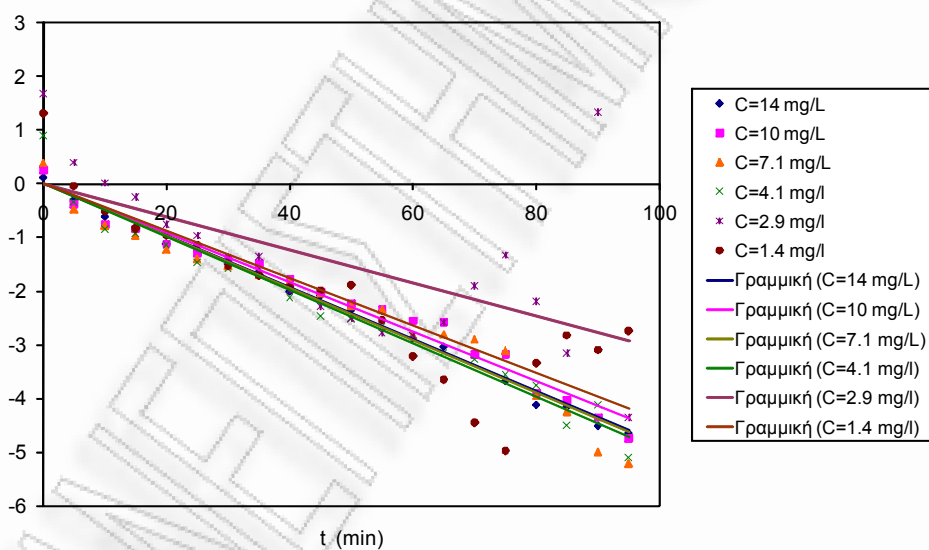
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 1 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,12431	0,26409	0,38498	0,88942	1,67124	1,31066
10	-0,29296	-0,37648	-0,48526	-0,34142	0,38862	-0,04139
20	-0,60937	-0,75467	-0,78527	-0,85167	0,01147	-0,51481
30	-0,81508	-0,83302	-0,9732	-0,93659	-0,25542	-0,83093
40	-1,11399	-1,10466	-1,23434	-1,14703	-0,75678	-0,95324
50	-1,23837	-1,27805	-1,40263	-1,46436	-0,96876	-1,13749
60	-1,48178	-1,40049	-1,53451	-1,58324	-1,37276	-1,52944
70	-1,62846	-1,47721	-1,69834	-1,69958	-1,35949	-1,7025
80	-1,99643	-1,76129	-1,83653	-2,1196	-1,97337	-1,91112
90	-2,0681	-1,9973	-2,04815	-2,47178	-2,27997	-1,97955
100	-2,34679	-2,22086	-2,27847	-2,52243	-2,49694	-1,87856
110	-2,35687	-2,32865	-2,35226	-2,66123	-2,77366	-2,53029
120	-2,863	-2,53591	-2,81593	-2,82191	-2,82817	-3,19834
130	-3,02667	-2,56802	-2,80843	-3,14729	-2,58102	-3,63751
140	-3,15847	-3,16932	-2,90221	-3,27485	-1,90365	-4,43732
150	-3,66019	-3,16932	-3,11037	-3,55503	-1,33343	-4,96151
160	-4,11131	-3,88111	-3,95383	-3,75254	-2,18675	-3,32451
170	-4,14099	-4,01003	-4,24699	-4,49192	-3,15642	-2,80986
180	-4,4994	-4,33176	-4,99171	-4,11653	1,32952	-3,08626
190	-4,63789	-4,72507	-5,20836	-5,0985	-4,35166	-2,73236
Ce	4,00592	2,46761	1,14917	0,50597	0,31601	0,11042
Co	12,4532	8,14502	5,43611	2,19712	0,81652	0,43222
k	0,0483	0,0460	0,0487	0,0497	0,0307	0,0441



Σχήμα 5.3.1-43 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 1 h



Σχήμα 5.3.1-44 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9 \text{ N H}_2\text{SO}_4$, για 1 h



Σχήμα 5.3.1-45 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9 \text{ N H}_2\text{SO}_4$, για 1 h

Πίνακας 5.3.1-61 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,9273	10,9377	7,41355	4,70273	3,41876	1,71782	9,52382	8,17622	5,06687	2,60353	1,39759	0,59786
10	7,58595	5,43509	3,9905	2,13934	1,28285	0,47175	8,32697	6,76078	4,23734	2,12187	1,17365	0,51474
20	6,78982	4,7169	3,58111	1,52591	0,9227	0,37722	7,35782	5,6552	3,58247	1,7473	0,99649	0,44733
30	5,95472	3,9986	2,90096	1,24852	0,78613	0,31588	6,57306	4,79164	3,06547	1,45603	0,85635	0,39266
40	5,18784	3,62573	2,41696	0,93189	0,55778	0,29946	5,9376	4,11713	2,65733	1,22951	0,74549	0,34831
50	5,17561	3,3213	2,07527	0,87689	0,54045	0,22964	5,42304	3,59029	2,33511	1,05337	0,65779	0,31235
60	4,9094	3,17102	1,91373	0,78974	0,50427	0,24576	5,00638	3,17877	2,08074	0,91639	0,58841	0,28318
70	4,64807	2,99435	1,77699	0,71975	0,47346	0,23769	4,66899	2,85734	1,87993	0,80986	0,53353	0,25952
80	4,30417	2,66774	1,59419	0,70014	0,482	0,2393	4,39578	2,60628	1,72139	0,72703	0,49011	0,24033
90	4,26371	2,53414	1,58246	0,6806	0,431	0,22321	4,17456	2,41018	1,59624	0,66261	0,45576	0,22476
100	4,07755	2,44321	1,45988	0,65406	0,42762	0,22161	3,99542	2,25701	1,49743	0,61251	0,42859	0,21214
110	3,85886	2,37057	1,44439	0,63467	0,42255	0,212	3,85037	2,13737	1,41943	0,57356	0,4071	0,2019
120	3,79604	2,09728	1,41539	0,61359	0,44454	0,2104	3,73291	2,04392	1,35785	0,54326	0,3901	0,19359
130	3,80212	1,99737	1,35374	0,55431	0,38558	0,19285	3,6378	1,97093	1,30924	0,5197	0,37665	0,18686
140	3,59531	1,99737	1,33454	0,5163	0,35722	0,19603	3,56078	1,91392	1,27086	0,50138	0,36601	0,1814
150	3,58111	1,95751	1,28667	0,50598	0,37722	0,19125	3,49842	1,86939	1,24056	0,48714	0,35759	0,17697
160	3,50603	1,81851	1,27521	0,49912	0,36721	0,18014	3,44792	1,8346	1,21664	0,47606	0,35093	0,17337
170	3,39642	1,78687	1,2124	0,45473	0,34395	0,16906	3,40703	1,80744	1,19776	0,46744	0,34566	0,17046
180	3,36191	1,76711	1,16317	0,45983	0,34395	0,16748	3,37391	1,78622	1,18285	0,46074	0,3415	0,16809
190	3,29896	1,74541	1,14996	0,44624	0,33236	0,16117	3,3471	1,76964	1,17109	0,45553	0,3382	0,16618

Πίνακας 5.3.1-62 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

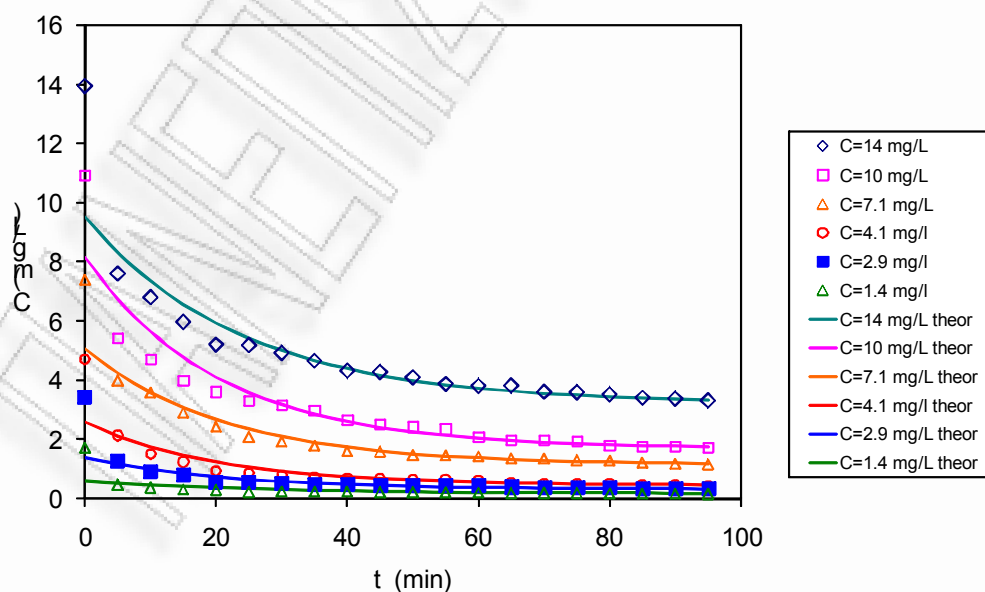
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 2 h						
C _e (mg/L)	3,23299	1,7105	1,12696	0,43731	0,32572	0,15794
C _o (mg/L)	9,5238	8,1762	5,0669	2,6035	1,3976	0,5979
k (min ⁻¹)	0,0422	0,0494	0,0473	0,0503	0,0469	0,0419
sum	21,346	11,353	5,79302	12,8314	9,61457	7,10752
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,85795	0,62569	0,4913	0,73119	0,63294	0,54419

Πίνακας 5.3.1-63 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

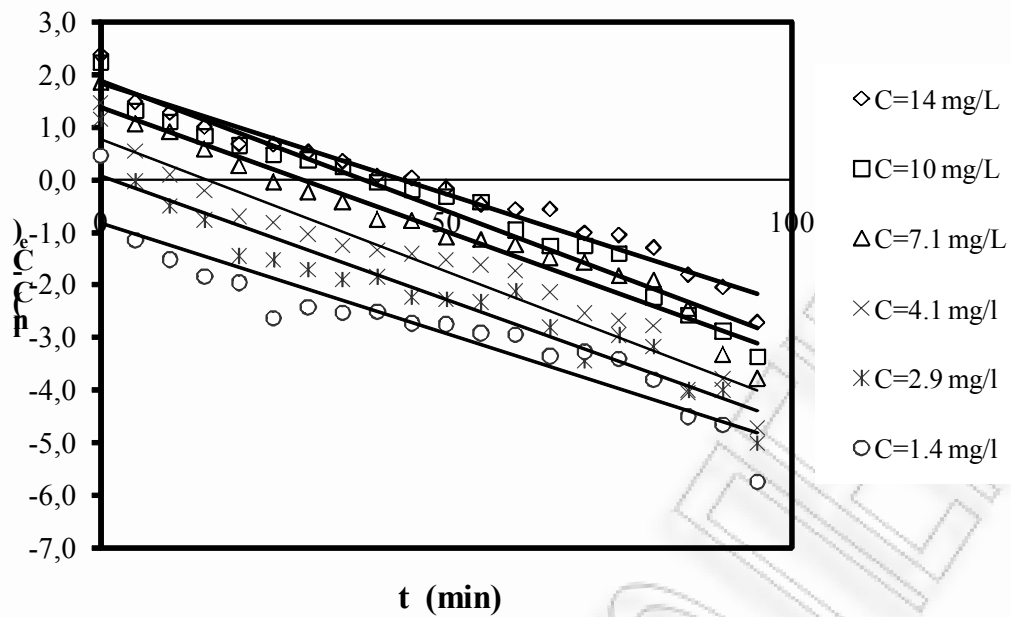
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 2 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,36971	2,22215	1,83842	1,45054	1,12915	0,4446
10	1,47086	1,31496	1,05206	0,53182	-0,04381	-1,15898
20	1,26887	1,10074	0,89778	0,08489	-0,51587	-1,51743
30	1,00127	0,82772	0,57324	-0,20923	-0,77562	-1,84559
40	0,67031	0,64984	0,25465	-0,70405	-1,46076	-1,95538
50	0,66404	0,47673	-0,05308	-0,82194	-1,53834	-2,6353
60	0,51666	0,3788	-0,23981	-1,04291	-1,72289	-2,43251
70	0,34719	0,24986	-0,43074	-1,26431	-1,9123	-2,52889
80	0,06876	-0,0437	-0,76093	-1,33624	-1,85612	-2,50887
90	0,03026	-0,19402	-0,78635	-1,4135	-2,25115	-2,72922
100	-0,16893	-0,31101	-1,09985	-1,52903	-2,28378	-2,75412
110	-0,46861	-0,41541	-1,1475	-1,62274	-2,33477	-2,91783
120	-0,57438	-0,94991	-1,2433	-1,73568	-2,13012	-2,94788
130	-0,56364	-1,24874	-1,48376	-2,14562	-2,81573	-3,35524
140	-1,01522	-1,24874	-1,57223	-2,53846	-3,45755	-3,26793
150	-1,05521	-1,39834	-1,83438	-2,67842	-2,96614	-3,4019
160	-1,29811	-2,2255	-1,90883	-2,78376	-3,18224	-3,80793
170	-1,81132	-2,57219	-2,45994	-4,05048	-4,0047	-4,4995
180	-2,04853	-2,8715	-3,31836	-3,79357	-4,0047	-4,65281
190	-2,71841	-3,35503	-3,7723	-4,71893	-5,01355	-5,73733
Ce	3,23299	1,7105	1,12696	0,43731	0,32572	0,15794
Co	9,5238	8,17622	5,06687	2,60353	1,39759	0,59786
ln(Co-Ce)	1,8391	1,8665	1,3712	0,7730	0,0694	-0,8212
k	0,0422	0,0494	0,0473	0,0503	0,0469	0,0419
R	-0,9819	-0,9813	-0,9778	-0,9682	-0,9562	-0,9301
R ²	0,9641	0,9630	0,9561	0,9374	0,9143	0,8651

Πίνακας 5.3.1-64 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 2 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

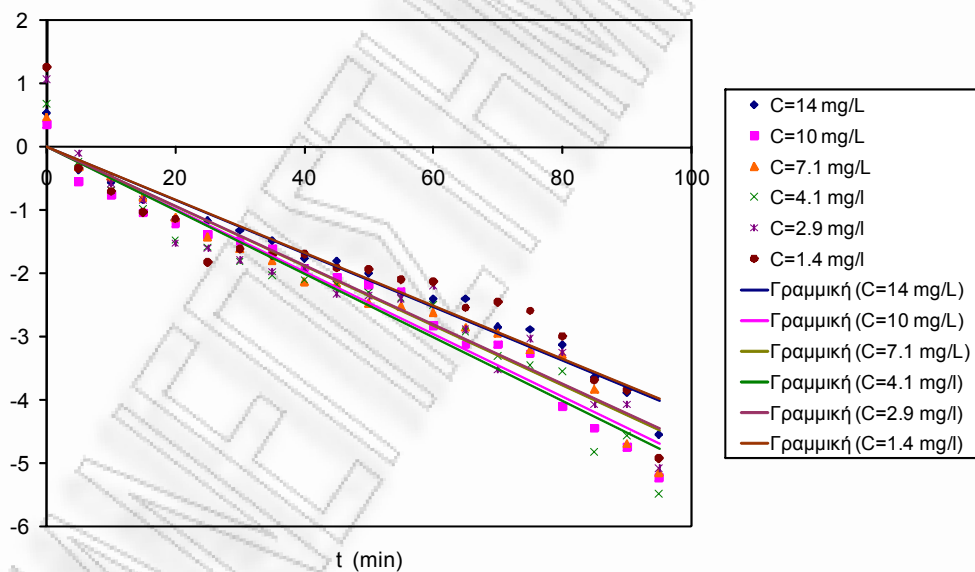
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 2 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,53062	0,35564	0,46726	0,67756	1,05974	1,26579
10	-0,36824	-0,55156	-0,3191	-0,24116	-0,11322	-0,33779
20	-0,57022	-0,76577	-0,47338	-0,68809	-0,58528	-0,69625
30	-0,83782	-1,03879	-0,79792	-0,98221	-0,84503	-1,02441
40	-1,16878	-1,21668	-1,11651	-1,47703	-1,53017	-1,1342
50	-1,17505	-1,38978	-1,42424	-1,59492	-1,60775	-1,81412
60	-1,32244	-1,48772	-1,61097	-1,81589	-1,7923	-1,61133
70	-1,4919	-1,61665	-1,8019	-2,03729	-1,98171	-1,7077
80	-1,77033	-1,91021	-2,13209	-2,10922	-1,92553	-1,68769
90	-1,80883	-2,06053	-2,15751	-2,18648	-2,32056	-1,90803
100	-2,00802	-2,17752	-2,47101	-2,30201	-2,35319	-1,93293
110	-2,3077	-2,28193	-2,51866	-2,39572	-2,40418	-2,09665
120	-2,41347	-2,81642	-2,61446	-2,50866	-2,19953	-2,12669
130	-2,40273	-3,11525	-2,85492	-2,9186	-2,88514	-2,53405
140	-2,85432	-3,11525	-2,94339	-3,31144	-3,52696	-2,44674
150	-2,8943	-3,26486	-3,20554	-3,4514	-3,03555	-2,58071
160	-3,13721	-4,09201	-3,27999	-3,55674	-3,25165	-2,98675
170	-3,65041	-4,43871	-3,8311	-4,82346	-4,07411	-3,67831
180	-3,88762	-4,73801	-4,68952	-4,56655	-4,07411	-3,83162
190	-4,55751	-5,22155	-5,14346	-5,49191	-5,08296	-4,91615
Ce	3,23299	1,7105	1,12696	0,43731	0,32572	0,15794
Co	9,52382	8,17622	5,06687	2,60353	1,39759	0,59786
k	0,0422	0,0494	0,0473	0,0503	0,0469	0,0419



Σχήμα 5.3.1-46 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 2 h



Σχήμα 5.3.1-47 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_∞ , $\ln(C - C_\infty)$, συναρτήσεως του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9 \text{ N H}_2\text{SO}_4$, για 2 h



Σχήμα 5.3.1-48 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_∞) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_∞) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9 \text{ N H}_2\text{SO}_4$, για 2 h

Πίνακας 5.3.1-65 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L theor	C=10 mg/L theor	C=7.1 mg/L theor	C=4.1 mg/l theor	C=2.9 mg/L theor	C=1.4 mg/L theor
0	13,4741	10,4206	7,60775	4,83033	3,09182	1,57465	10,0294	7,54699	5,2691	2,24329	1,51154	0,51446
5	8,71537	6,07239	3,73726	1,8403	1,04304	0,49569	8,82346	6,37684	4,32395	1,87305	1,23273	0,45519
10	7,33095	5,05761	3,00044	1,46569	1,00583	0,37889	7,83891	5,44334	3,58833	1,57984	1,01311	0,40499
15	6,67916	4,39721	2,68395	1,18775	0,75375	0,31423	7,03508	4,69861	3,01579	1,34765	0,84013	0,36248
20	5,59542	3,57705	2,55842	1,01512	0,51802	0,288	6,37881	4,1045	2,57018	1,16377	0,70387	0,32647
25	5,56658	3,21976	2,13132	0,84772	0,44793	0,25385	5,84299	3,63053	2,22336	1,01815	0,59654	0,29597
30	5,20821	3,09182	1,89982	0,83318	0,43438	0,26357	5,40553	3,25242	1,95343	0,90284	0,512	0,27014
35	4,92562	2,66977	1,77896	0,7251	0,40739	0,23125	5,04837	2,95077	1,74333	0,81152	0,44541	0,24827
40	4,64807	2,72854	1,46569	0,70905	0,3539	0,22964	4,75677	2,71012	1,57982	0,7392	0,39296	0,22974
45	4,47205	2,57056	1,43471	0,69125	0,33898	0,19285	4,5187	2,51814	1,45255	0,68194	0,35164	0,21404
50	4,2192	2,51999	1,37875	0,65053	0,42593	0,2168	4,32432	2,36499	1,3535	0,63658	0,3191	0,20075
55	4,23134	2,39679	1,34798	0,57516	0,39395	0,19444	4,16563	2,2428	1,27641	0,60067	0,29346	0,1895
60	4,09982	2,14936	1,27139	0,56472	0,32082	0,18172	4,03606	2,14533	1,2164	0,57223	0,27327	0,17996
65	4,12815	2,11129	1,18208	0,60133	0,26682	0,16117	3,93028	2,06757	1,1697	0,5497	0,25736	0,17189
70	3,9905	2,08527	1,18208	0,55951	0,22482	0,13604	3,84392	2,00553	1,13336	0,53187	0,24484	0,16505
75	3,94798	2,03529	1,13865	0,54565	0,29454	0,12979	3,7734	1,95605	1,10507	0,51774	0,23497	0,15925
80	3,7251	1,92765	1,10104	0,50598	0,23286	0,24738	3,71583	1,91656	1,08305	0,50656	0,2272	0,15435
85	3,76767	1,89188	1,05424	0,4974	0,20241	0,1849	3,66883	1,88507	1,06591	0,4977	0,22107	0,15019
90	3,58111	1,86806	1,02628	0,47346	0,2104	0,16748	3,63046	1,85994	1,05258	0,49068	0,21625	0,14667
95	3,53038	1,79675	1,04864	0,50255	0,22964	0,15959	3,59913	1,83989	1,0422	0,48513	0,21245	0,14369

Πίνακας 5.3.1-66 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

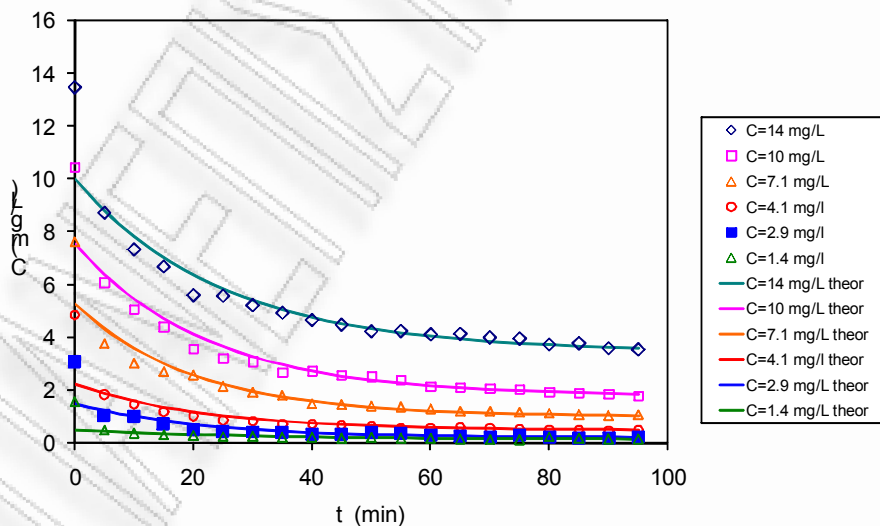
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,45N H ₂ SO ₄ , για 3 h						
C _e (mg/L)	3,45978	1,76082	1,00575	0,46399	0,19836	0,1272
C _o (mg/L)	10,0294	7,5470	5,2691	2,2433	1,5115	0,5145
k (min ⁻¹)	0,0406	0,0452	0,0501	0,0467	0,0477	0,0332
sum	13,148	9,20911	6,30897	13,1582	7,80913	6,10998
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,67333	0,56352	0,51271	0,74044	0,57042	0,50456

Πίνακας 5.3.1-67 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

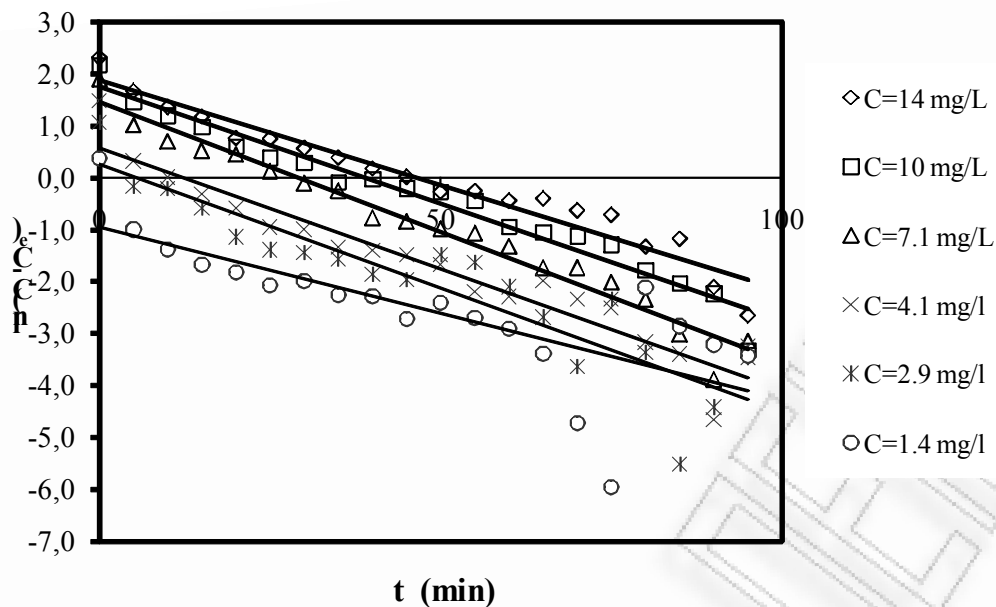
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 3 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	1,65929	1,4613	1,00485	0,31941	-0,16879	-0,99834
10	1,35356	1,19295	0,69049	0,0017	-0,21385	-1,37955
20	1,16919	0,96941	0,51772	-0,32329	-0,58808	-1,67647
30	0,75877	0,59676	0,43997	-0,59579	-1,14049	-1,82757
40	0,74517	0,37772	0,11829	-0,95781	-1,388	-2,06634
50	0,55872	0,28593	-0,11197	-0,99643	-1,44384	-1,99234
60	0,38244	-0,09546	-0,2572	-1,34279	-1,56528	-2,26286
70	0,17252	-0,03281	-0,77666	-1,40626	-1,86084	-2,27844
80	0,0122	-0,21104	-0,84639	-1,48163	-1,96169	-2,72345
90	-0,27519	-0,27552	-0,98618	-1,67911	-1,48031	-2,41239
100	-0,25933	-0,4526	-1,07228	-2,1967	-1,63171	-2,6995
110	-0,44622	-0,94535	-1,3256	-2,29527	-2,1	-2,90907
120	-0,40291	-1,04847	-1,73543	-1,98526	-2,68147	-3,38228
130	-0,6335	-1,12562	-1,73543	-2,34837	-3,63207	-4,72778
140	-0,71702	-1,2929	-2,0182	-2,50523	-2,3415	-5,95383
150	-1,32681	-1,79075	-2,35087	-3,17019	-3,36677	-2,11878
160	-1,17801	-2,03211	-3,02644	-3,39875	-5,5095	-2,8525
170	-2,10923	-2,23269	-3,88609	-4,65972	-4,41982	-3,21187
180	-2,65062	-3,32604	-3,14916	-3,2555	-3,46468	-3,42979
190						
Ce	10,0294	7,54699	5,2691	2,24329	1,51154	0,51446
Co	1,8825	1,7555	1,4501	0,5762	0,2725	-0,9487
ln(Co-Ce)	0,0406	0,0452	0,0501	0,0467	0,0477	0,0332
k	-0,9731	-0,9802	-0,9826	-0,9588	-0,9135	-0,7458
R	0,9469	0,9608	0,9654	0,9192	0,8344	0,5562
R ²	1,65929	1,4613	1,00485	0,31941	-0,16879	-0,99834

Πίνακας 5.3.1-68 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 3 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

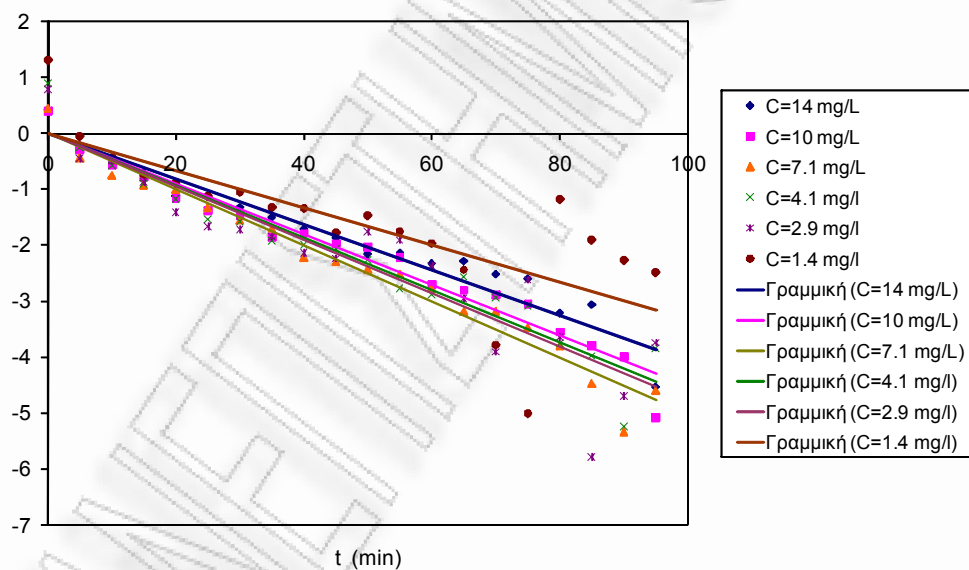
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 3 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,42156	0,40322	0,43732	0,8977	0,79	1,31846
10	-0,22316	-0,29417	-0,4452	-0,25682	-0,44124	-0,04968
20	-0,52889	-0,56252	-0,75957	-0,57452	-0,4863	-0,43089
30	-0,71326	-0,78606	-0,93233	-0,89951	-0,86053	-0,72781
40	-1,12368	-1,15871	-1,01008	-1,17201	-1,41294	-0,87891
50	-1,13728	-1,37775	-1,33176	-1,53403	-1,66045	-1,11768
60	-1,32373	-1,46954	-1,56203	-1,57266	-1,71629	-1,04368
70	-1,50002	-1,85093	-1,70726	-1,91901	-1,83773	-1,3142
80	-1,70993	-1,78828	-2,22671	-1,98248	-2,13329	-1,32978
90	-1,87025	-1,96651	-2,29644	-2,05786	-2,23414	-1,77479
100	-2,15764	-2,031	-2,43624	-2,25533	-1,75276	-1,46373
110	-2,14179	-2,20808	-2,52233	-2,77293	-1,90416	-1,75084
120	-2,32867	-2,70082	-2,77565	-2,87149	-2,37245	-1,96041
130	-2,28536	-2,80394	-3,18548	-2,56148	-2,95392	-2,43362
140	-2,51595	-2,88109	-3,18548	-2,9246	-3,90452	-3,77912
150	-2,59947	-3,04837	-3,46825	-3,08145	-2,61395	-5,00517
160	-3,20926	-3,54622	-3,80092	-3,74641	-3,63922	-1,17012
170	-3,06046	-3,78758	-4,4765	-3,97498	-5,78195	-1,90384
180	-3,99168	-3,98816	-5,33614	-5,23594	-4,69227	-2,26321
190	-4,53307	-5,08151	-4,59921	-3,83172	-3,73713	-2,48113
Ce	3,45978	1,76082	1,00575	0,46399	0,19836	0,1272
Co	10,0294	7,54699	5,2691	2,24329	1,51154	0,51446
k	0,0406	0,0452	0,0501	0,0467	0,0477	0,0332



Σχήμα 5.3.1-49 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 3 h



Σχήμα 5.3.1-50 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσεως του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9 \text{ N H}_2\text{SO}_4$, για 3 h



Σχήμα 5.3.1-51 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9 \text{ N H}_2\text{SO}_4$, για 3 h

Πίνακας 5.3.1-69 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
t (min)	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	12,4752	9,33834	6,95115	4,51655	3,1365	1,60201	10,7421	6,39302	5,71428	1,61918	1,32829	0,62553
10	7,02821	5,35727	4,01278	1,32687	1,1443	0,4974	8,78463	5,61368	4,70412	1,39226	1,13643	0,5254
20	5,961	4,26371	2,99841	1,0207	0,85136	0,42762	7,2616	4,96798	3,91298	1,20716	0,97977	0,44527
30	5,21841	3,92975	2,67382	0,88969	0,6682	0,3456	6,07659	4,43301	3,29336	1,05616	0,85184	0,38115
40	4,56713	3,58516	2,4533	0,75375	0,65759	0,31423	5,15458	3,98977	2,80809	0,93299	0,74737	0,32983
50	4,22729	3,46138	2,28395	0,73047	0,55257	0,28964	4,4372	3,62254	2,42803	0,83251	0,66206	0,28875
60	3,86088	3,25023	2,15337	0,67529	0,49055	0,26195	3,87903	3,31828	2,13037	0,75055	0,5924	0,25588
70	3,77577	3,10807	1,9376	0,67351	0,482	0,23608	3,44475	3,06619	1,89725	0,68369	0,53551	0,22957
80	3,43905	2,85429	1,79082	0,61885	0,45133	0,212	3,10685	2,85734	1,71467	0,62915	0,48906	0,20852
90	3,26444	2,82791	1,60592	0,56472	0,43438	0,18807	2,84394	2,68429	1,57167	0,58467	0,45113	0,19167
100	2,73867	2,46946	1,55318	0,55951	0,40907	0,16117	2,63938	2,54092	1,45968	0,54837	0,42015	0,17818
110	2,7407	2,47755	1,60397	0,50255	0,42086	0,15172	2,48023	2,42213	1,37197	0,51877	0,39486	0,16739
120	2,67179	2,41898	1,36913	0,51802	0,40907	0,14544	2,35639	2,32372	1,30328	0,49462	0,3742	0,15876
130	2,51999	2,3867	1,41346	0,54565	0,39731	0,14074	2,26004	2,24218	1,24948	0,47492	0,35734	0,15184
140	2,24975	2,18948	1,25042	0,45813	0,36221	0,17064	2,18507	2,17462	1,20734	0,45885	0,34356	0,14631
150	2,04128	2,29602	1,24852	0,42255	0,34395	0,12667	2,12674	2,11864	1,17434	0,44575	0,33232	0,14188
160	1,96149	2,10328	1,13488	0,46493	0,33071	0,13292	2,08136	2,07227	1,1485	0,43505	0,32313	0,13834
170	2,03329	1,88592	1,10855	0,39563	0,33236	0,15644	2,04605	2,03385	1,12826	0,42633	0,31563	0,1355
180	2,00734	2,07127	1,09541	0,48371	0,32741	0,14701	2,01858	2,00201	1,1124	0,41922	0,30951	0,13324
190	2,03729	2,01532	1,07667	0,42086	0,288	0,13917	1,9972	1,97564	1,09999	0,41341	0,30451	0,13142

Πίνακας 5.3.1-70 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

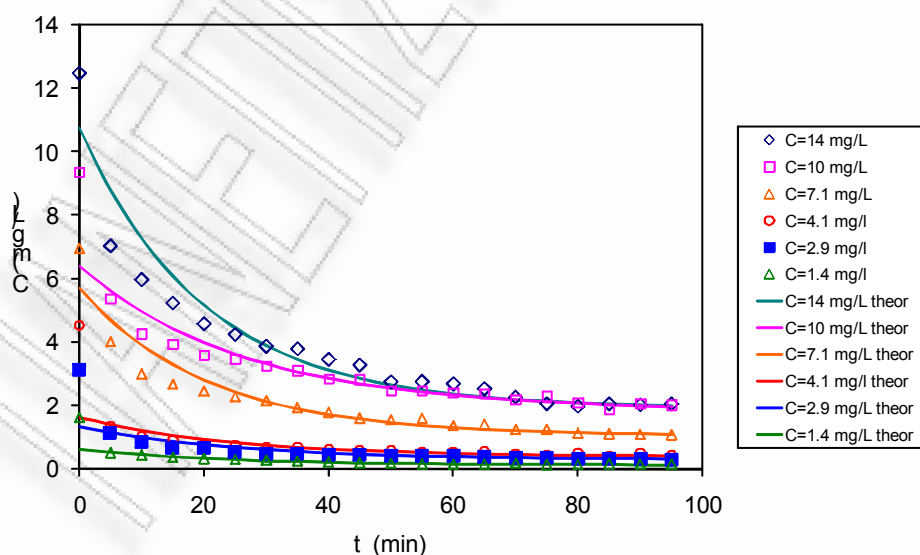
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 4 h						
C _e (mg/L)	1,92226	1,8482	1,05514	0,38772	0,28224	0,12414
C _o (mg/L)	10,7421	6,3930	5,7143	1,6192	1,3283	0,6255
k (min ⁻¹)	0,0502	0,0376	0,0489	0,0407	0,0405	0,0446
sum	9,57529	9,80569	3,48639	10,4436	7,8149	8,21185
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,57462	0,58149	0,38114	0,65966	0,57063	0,58494

Πίνακας 5.3.1-71 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

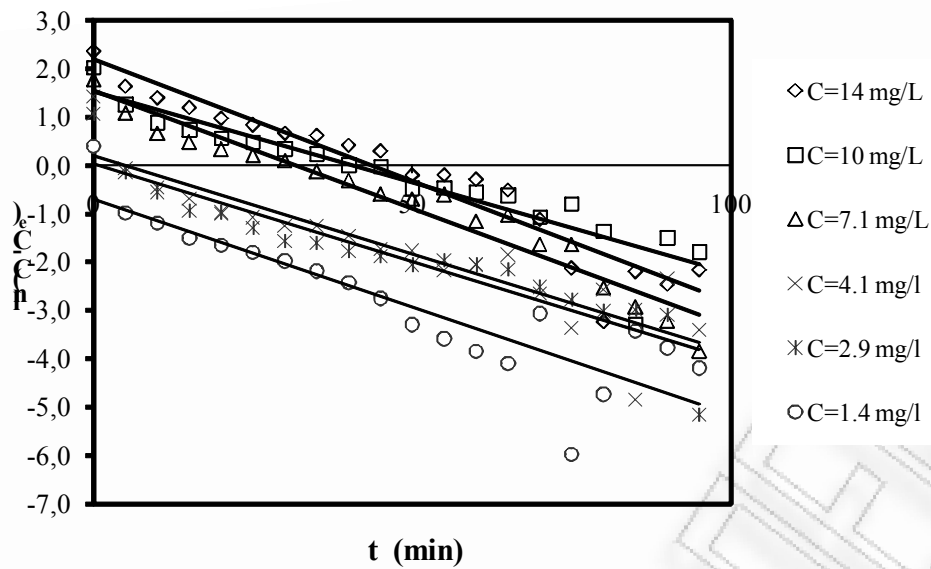
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 4 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,3564	2,01359	1,77428	1,418	1,04881	0,3906
10	1,63041	1,25535	1,08439	-0,06278	-0,14843	-0,98547
20	1,39593	0,88191	0,66437	-0,45732	-0,56366	-1,19246
30	1,19275	0,73311	0,48161	-0,68921	-0,95202	-1,50749
40	0,97262	0,55214	0,33516	-1,00503	-0,9799	-1,66025
50	0,8351	0,47821	0,20605	-1,07076	-1,3081	-1,79881
60	0,66198	0,33792	0,0937	-1,2463	-1,56874	-1,98188
70	0,61708	0,231	-0,12504	-1,25248	-1,61067	-2,18979
80	0,4166	0,00607	-0,30696	-1,46475	-1,77734	-2,43206
90	0,2943	-0,0205	-0,59641	-1,73158	-1,88298	-2,74989
100	-0,20283	-0,476	-0,69707	-1,76146	-2,06492	-3,29608
110	-0,20035	-0,46308	-0,59997	-2,16429	-1,97601	-3,59054
120	-0,2883	-0,56075	-1,15841	-2,03789	-2,06492	-3,84893
130	-0,51462	-0,61897	-1,02633	-1,84562	-2,16224	-4,09836
140	-1,11629	-1,07504	-1,6333	-2,65344	-2,52607	-3,06831
150	-2,12843	-0,80336	-1,6431	-3,35723	-2,78538	-5,97817
160	-3,23832	-1,36617	-2,52899	-2,56115	-3,02678	-4,73557
170	-2,19792	-3,27761	-2,92979	-4,8393	-2,99327	-3,43262
180	-2,46414	-1,50029	-3,21214	-2,34354	-3,09734	-3,77786
190	-2,16258	-1,78902	-3,83815	-3,40688	-5,15681	-4,19745
Ce	1,92226	1,8482	1,05514	0,38772	0,28224	0,12414
Co	10,7421	6,39302	5,71428	1,61918	1,32829	0,62553
ln(Co-Ce)	2,1770	1,5140	1,5388	0,2082	0,0450	-0,6904
k	0,0502	0,0376	0,0489	0,0407	0,0405	0,0446
R	-0,9571	-0,9309	-0,9723	-0,8977	-0,9287	-0,8854
R ²	0,9160	0,8665	0,9454	0,8059	0,8624	0,7839

Πίνακας 5.3.1-72 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H₂SO₄, για 4 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

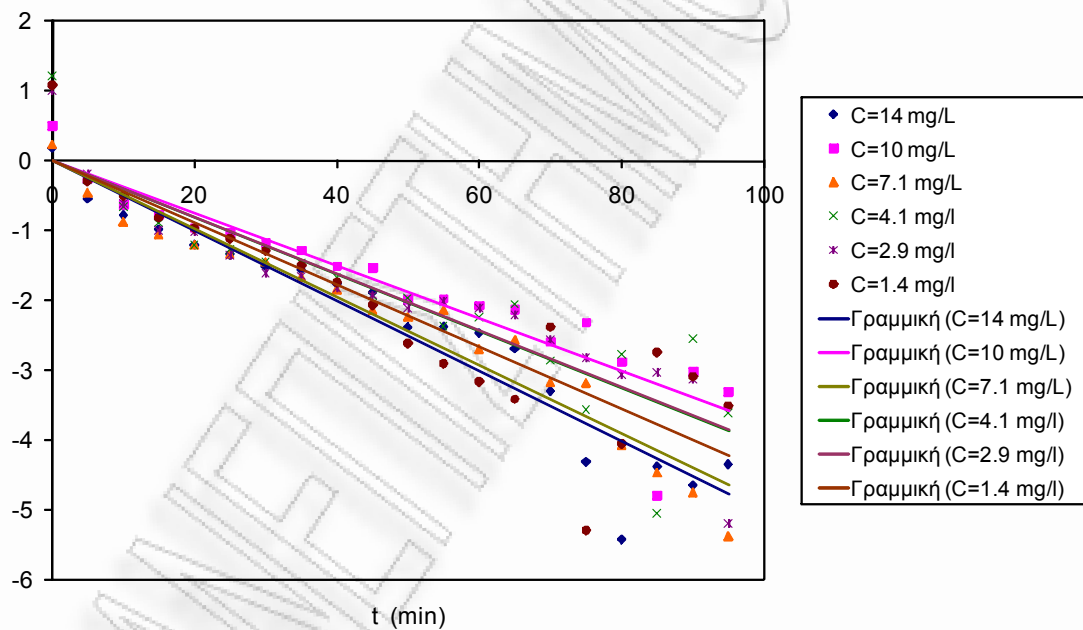
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9 N H ₂ SO ₄ , για 4 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,1794	0,4996	0,23544	1,20979	1,00379	1,08098
10	-0,5466	-0,25864	-0,45444	-0,27098	-0,19345	-0,29509
20	-0,78107	-0,63208	-0,87446	-0,66552	-0,60868	-0,50207
30	-0,98425	-0,78087	-1,05722	-0,89742	-0,99704	-0,81711
40	-1,20438	-0,96185	-1,20367	-1,21323	-1,02491	-0,96987
50	-1,34191	-1,03578	-1,33279	-1,27896	-1,35312	-1,10843
60	-1,51503	-1,17607	-1,44513	-1,4545	-1,61376	-1,29149
70	-1,55992	-1,28298	-1,66387	-1,46068	-1,65569	-1,49941
80	-1,7604	-1,50792	-1,84579	-1,67295	-1,82236	-1,74168
90	-1,88271	-1,53449	-2,13524	-1,93978	-1,928	-2,05951
100	-2,37984	-1,98999	-2,2359	-1,96966	-2,10994	-2,6057
110	-2,37736	-1,97706	-2,1388	-2,37249	-2,02103	-2,90016
120	-2,46531	-2,07473	-2,69724	-2,24609	-2,10994	-3,15855
130	-2,69162	-2,13296	-2,56516	-2,05383	-2,20726	-3,40798
140	-3,29329	-2,58903	-3,17213	-2,86165	-2,57109	-2,37793
150	-4,30544	-2,31734	-3,18193	-3,56543	-2,8304	-5,28778
160	-5,41532	-2,88016	-4,06782	-2,76935	-3,0718	-4,04519
170	-4,37493	-4,7916	-4,46862	-5,0475	-3,03829	-2,74224
180	-4,64114	-3,01428	-4,75098	-2,55174	-3,14235	-3,08748
190	-4,33958	-3,30301	-5,37698	-3,61508	-5,20183	-3,50707
Ce	1,92226	1,8482	1,05514	0,38772	0,28224	0,12414
Co	10,7421	6,39302	5,71428	1,61918	1,32829	0,62553
k	0,0502	0,0376	0,0489	0,0407	0,0405	0,0446



Σχήμα 5.3.1-52 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 4 h



Σχήμα 5.3.1-53 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9\text{ N H}_2\text{SO}_4$, για 4 h



Σχήμα 5.3.1-54 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9\text{ N H}_2\text{SO}_4$, για 4 h

Πίνακας 5.3.1-73 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H ₂ SO ₄ , για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).												
	Πειραματικές τιμές						Θεωρητικές τιμές					
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	13,6228	10,6036	7,1934	4,71082	3,11416	1,49285	10,447	7,20602	4,94972	2,45353	1,70201	0,63191
10	8,35723	5,64081	3,50603	2,06727	1,24281	0,50427	9,13244	6,17475	3,9866	2,10325	1,351	0,52307
20	7,01457	4,61569	3,02683	1,62942	0,97247	0,40235	8,06258	5,34141	3,25463	1,81697	1,08533	0,43777
30	6,58047	4,30619	2,52403	1,36528	0,72868	0,29618	7,19185	4,668	2,69833	1,58299	0,88426	0,37092
40	5,96939	3,61559	2,09928	1,28858	0,60308	0,28474	6,48317	4,12383	2,27554	1,39177	0,73207	0,31853
50	5,64494	3,42485	1,95352	1,14241	0,56646	0,29127	5,90639	3,6841	1,95423	1,23549	0,61688	0,27748
60	5,10641	3,13447	1,94954	1,05611	0,49226	0,24738	5,43697	3,32876	1,71003	1,10776	0,5297	0,2453
70	4,92765	2,91314	1,51034	0,87506	0,42931	0,19922	5,05491	3,04162	1,52444	1,00337	0,46372	0,22009
80	4,69665	2,83805	1,45213	0,87689	0,40067	0,17855	4,74396	2,80959	1,38339	0,91805	0,41377	0,20032
90	4,74322	2,75895	1,30005	0,79696	0,36721	0,17222	4,49088	2,62209	1,27619	0,84833	0,37597	0,18484
100	4,30012	2,35645	1,15656	0,7251	0,37722	0,16906	4,28491	2,47058	1,19472	0,79134	0,34736	0,1727
110	4,35878	2,30005	1,14619	0,65759	0,34726	0,17539	4,11727	2,34815	1,1328	0,74476	0,32571	0,16319
120	4,13017	2,421	1,05424	0,71261	0,32411	0,16274	3,98083	2,24921	1,08574	0,7067	0,30932	0,15573
130	4,01885	2,3222	1,03745	0,73583	0,2831	0,1849	3,86978	2,16926	1,04998	0,67559	0,29692	0,14989
140	3,89127	2,2397	1,03559	0,72153	0,31094	0,13448	3,77941	2,10465	1,0228	0,65016	0,28753	0,14531
150	3,83252	2,1213	0,98173	0,74658	0,3093	0,13604	3,70585	2,05245	1,00214	0,62938	0,28042	0,14173
160	3,71901	2,07127	0,95585	0,70192	0,27333	0,13917	3,64599	2,01026	0,98644	0,6124	0,27504	0,13892
170	3,57705	2,00734	1,0114	0,63115	0,2652	0,13136	3,59726	1,97617	0,97451	0,59852	0,27097	0,13671
180	3,52227	1,92765	0,97617	0,58213	0,26845	0,16117	3,55761	1,94863	0,96544	0,58717	0,26789	0,13498
190	3,45326	1,87004	0,96508	0,54738	0,26357	0,13448	3,52533	1,92637	0,95855	0,5779	0,26556	0,13363

Πίνακας 5.3.1-74 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

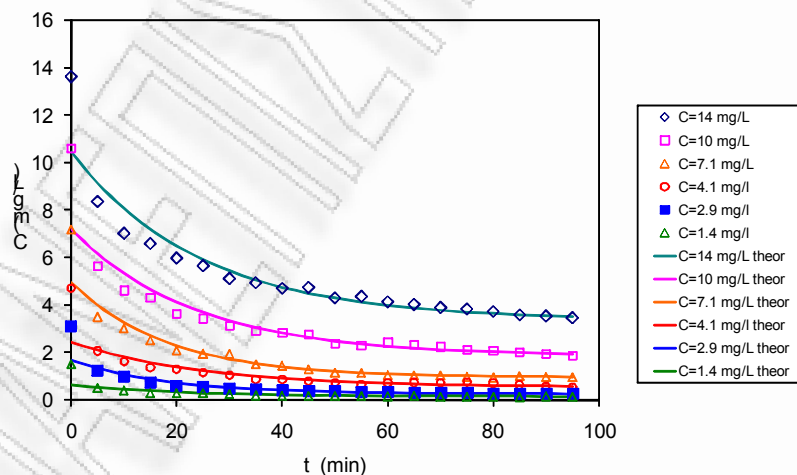
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H ₂ SO ₄ , για 5 h						
C _e (mg/L)	3,3842	1,83264	0,93673	0,53643	0,2583	0,12873
C _o (mg/L)	10,4470	7,2060	4,9497	2,4535	1,7020	0,6319
k (min ⁻¹)	0,0412	0,0426	0,0549	0,0404	0,0557	0,0487
sum	12,8269	12,9849	5,44708	13,0212	7,6827	6,1193
n-p	29	29	24	24	24	24
s	0,66506	0,66914	0,4764	0,73658	0,56578	0,50495

Πίνακας 5.3.1-75 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

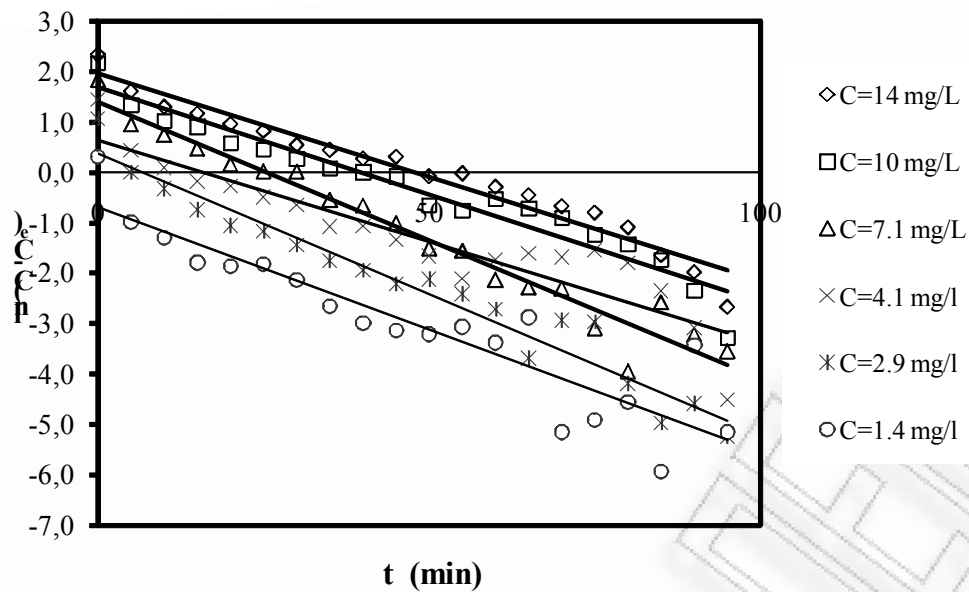
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H ₂ SO ₄ , για 5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	2,32617	2,17144	1,83365	1,42897	1,04937	0,31051
10	1,60403	1,33715	0,94363	0,42581	-0,01562	-0,9794
20	1,28933	1,02355	0,73721	0,08892	-0,33663	-1,29603
30	1,16198	0,90565	0,46204	-0,18772	-0,75422	-1,78706
40	0,9498	0,57827	0,15061	-0,28482	-1,06485	-1,85785
50	0,81569	0,46512	0,01665	-0,5009	-1,17714	-1,81682
60	0,54361	0,26377	0,01273	-0,65455	-1,45261	-2,13159
70	0,43402	0,07743	-0,5558	-1,08283	-1,76607	-2,6523
80	0,2719	0,0054	-0,66281	-1,07745	-1,94937	-2,99923
90	0,30677	-0,07655	-1,01246	-1,34503	-2,21725	-3,13516
100	-0,08782	-0,64662	-1,51489	-1,66772	-2,12933	-3,21064
110	-0,02575	-0,76055	-1,56325	-2,11062	-2,41956	-3,06492
120	-0,29306	-0,53041	-2,14124	-1,73623	-2,72099	-3,38091
130	-0,45468	-0,71425	-2,2954	-1,61242	-3,69685	-2,87938
140	-0,6791	-0,89879	-2,31408	-1,68684	-2,94427	-5,15817
150	-0,80225	-1,24249	-3,1012	-1,55993	-2,97598	-4,91771
160	-1,09417	-1,43286	-3,95718	-1,79881	-4,19812	-4,56157
170	-1,64584	-1,74467	-2,59468	-2,35681	-4,97695	-5,94187
180	-1,98001	-2,35374	-3,2329	-3,08574	-4,59083	-3,42837
190	-2,6727	-3,28606	-3,56314	-4,51464	-5,24545	-5,15817
Ce	3,3842	1,83264	0,93673	0,53643	0,2583	0,12873
Co	10,4470	7,20602	4,94972	2,45353	1,70201	0,63191
ln(Co-Ce)	1,9548	1,6815	1,3895	0,6508	0,3672	-0,6868
k	0,0412	0,0426	0,0549	0,0404	0,0557	0,0487
R	-0,9763	-0,9680	-0,9790	-0,9207	-0,9746	-0,9121
R ²	0,9531	0,9371	0,9584	0,8476	0,9498	0,8319

Πίνακας 5.3.1-76 Πειραματικά αποτελέσματα και επεξεργασία αυτών για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 5 h (χρόνος προθέρμανσης 40 min).

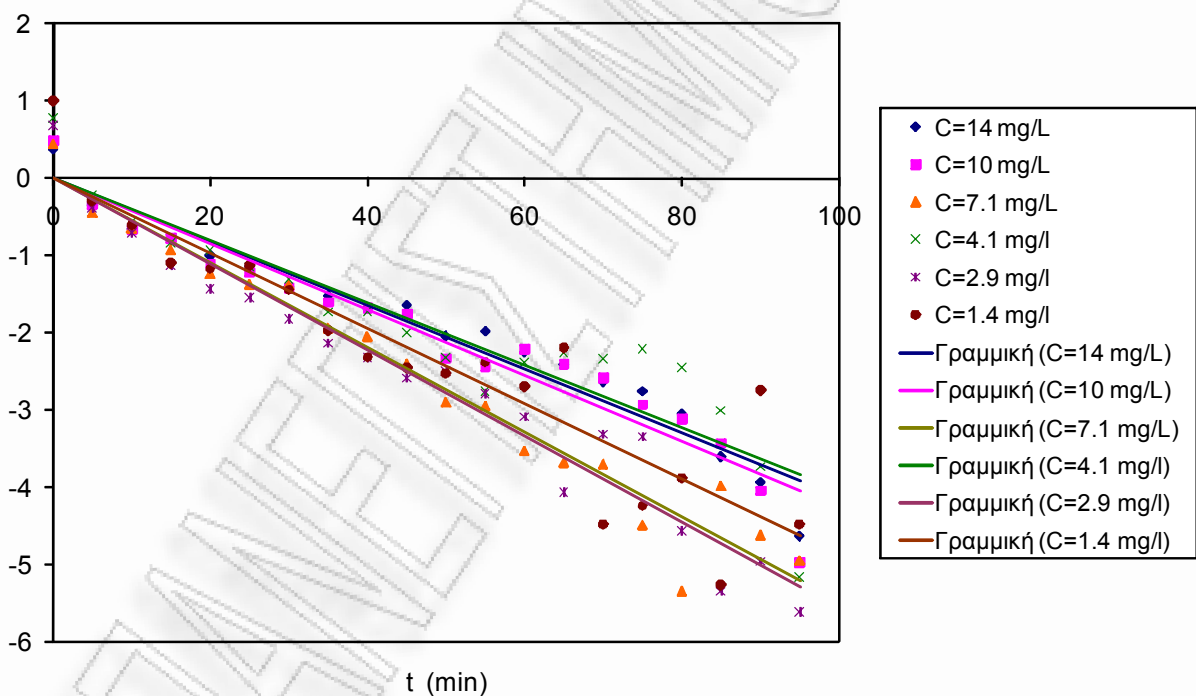
Πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H ₂ SO ₄ , για 5 h						
t (min)	C=14 mg/L	C=10 mg/L	C=7.1 mg/L	C=4.1 mg/l	C=2.9 mg/l	C=1.4 mg/l
0	0,37133	0,48999	0,44411	0,77816	0,68216	0,99731
10	-0,35081	-0,34431	-0,4459	-0,225	-0,38283	-0,2926
20	-0,6655	-0,65791	-0,65232	-0,56189	-0,70385	-0,60923
30	-0,79285	-0,7758	-0,9275	-0,83853	-1,12144	-1,10026
40	-1,00504	-1,10319	-1,23892	-0,93563	-1,43206	-1,17105
50	-1,13914	-1,21634	-1,37288	-1,15171	-1,54436	-1,13002
60	-1,41123	-1,41769	-1,37681	-1,30536	-1,81982	-1,44479
70	-1,52081	-1,60403	-1,94534	-1,73364	-2,13329	-1,9655
80	-1,68294	-1,67606	-2,05235	-1,72826	-2,31659	-2,31243
90	-1,64807	-1,758	-2,402	-1,99584	-2,58447	-2,44836
100	-2,04266	-2,32807	-2,90443	-2,31854	-2,49654	-2,52384
110	-1,98058	-2,442	-2,95278	-2,76143	-2,78678	-2,37812
120	-2,2479	-2,21187	-3,53078	-2,38704	-3,0882	-2,69411
130	-2,40951	-2,3957	-3,68494	-2,26323	-4,06407	-2,19258
140	-2,63394	-2,58025	-3,70361	-2,33765	-3,31149	-4,47138
150	-2,75709	-2,92395	-4,49073	-2,21075	-3,3432	-4,23091
160	-3,04901	-3,11431	-5,34672	-2,44963	-4,56534	-3,87477
170	-3,60067	-3,42613	-3,98421	-3,00762	-5,34416	-5,25507
180	-3,93484	-4,0352	-4,62243	-3,73655	-4,95804	-2,74157
190	-4,62754	-4,96752	-4,95267	-5,16545	-5,61266	-4,47138
Ce	3,3842	1,83264	0,93673	0,53643	0,2583	0,12873
Co	10,447	7,20602	4,94972	2,45353	1,70201	0,63191
k	0,0412	0,0426	0,0549	0,0404	0,0557	0,0487



Σχήμα 5.3.1-55 Γραφική απεικόνιση των πειραματικών και θεωρητικών συγκεντρώσεων συναρτήσει του χρόνου για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C, με 0,9N H₂SO₄, για 5 h



Σχήμα 5.3.1-56 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου της διαφοράς συγκέντρωσης σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞} , $\ln(C - C_{\infty})$, συναρτήσει του χρόνου t , για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 5 h



Σχήμα 5.3.1-57 Γραφική απεικόνιση του νεπέριου λογάριθμου του λόγου της διαφοράς συγκέντρωσης (σε χρονική στιγμή t μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) προς τη διαφορά συγκέντρωσης (αρχικής του διαλύματος μείον τη συγκέντρωση σε χρονική στιγμή t_{∞}) για πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C , με $0,9\text{N H}_2\text{SO}_4$, για 5 h

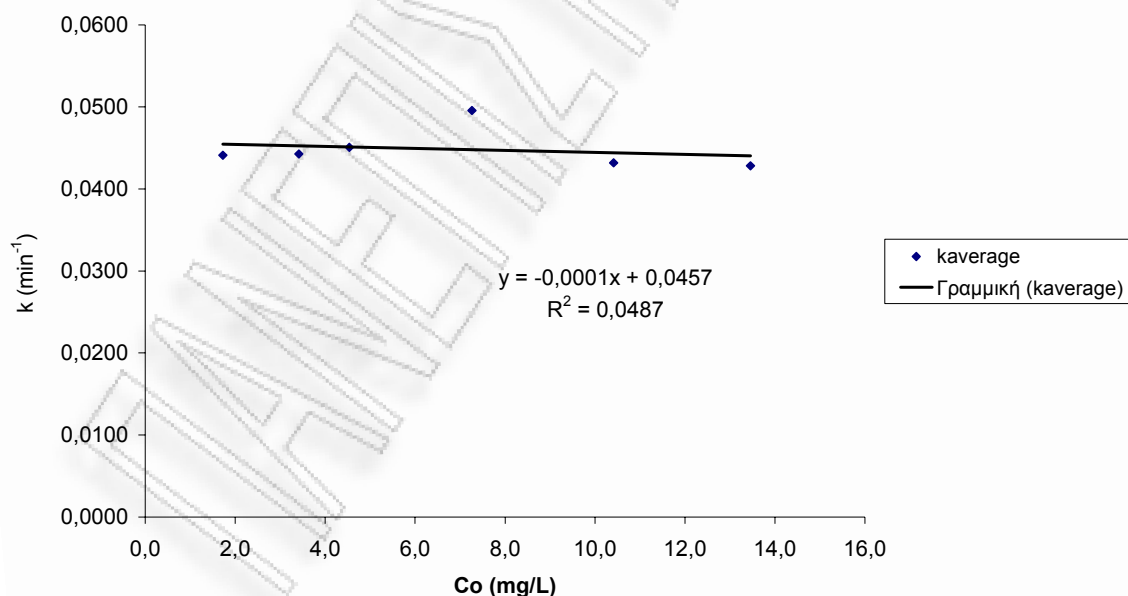
5.3.2. Συγκεντρωτικοί Πίνακες Κινητικής

Στη συνέχεια παρατίθενται ο συγκεντρωτικός πίνακας και διαγράμματα, για τη σταθερά ταχύτητας προσρόφησης k του Methylene Blue σε πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C με H_2SO_4 0.9N.

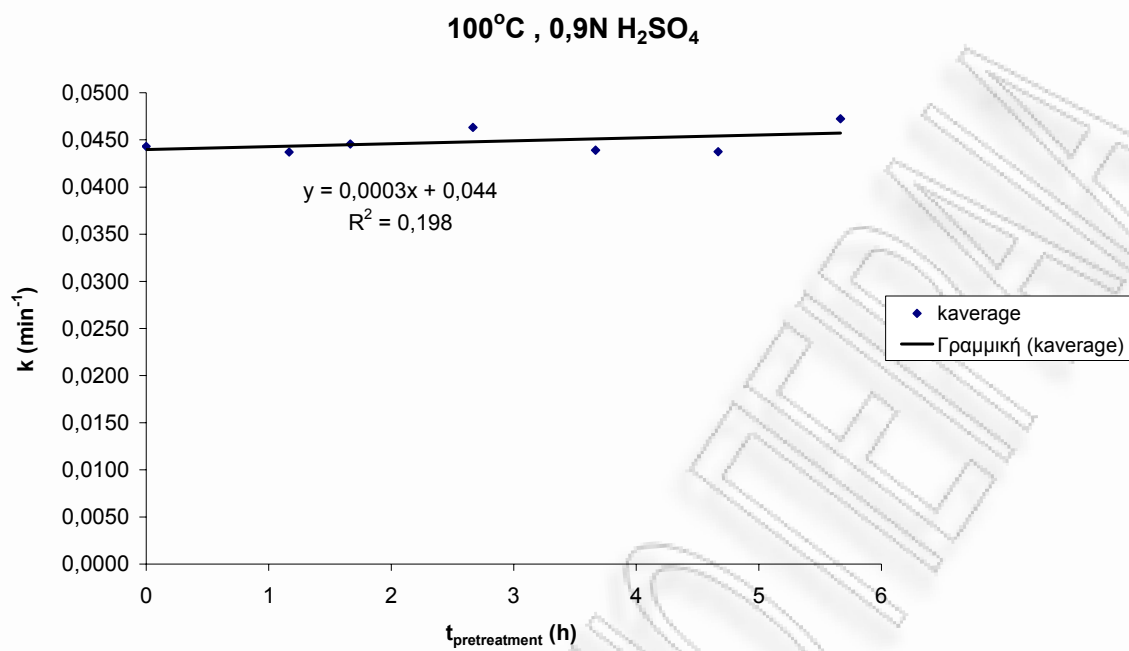
Πίνακας 5.3.2-1. Συγκεντρωτικός πίνακας της σταθεράς ταχύτητας προσρόφησης k του Methylene Blue σε πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C με H_2SO_4 0.9N.

100°C , 0,9N H_2SO_4

C ₀ (mg/L)	k (min ⁻¹)							
	απροκατέργαστο	0,5 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h	k _{average}
13,5	0,0358	0,0415	0,0483	0,0422	0,0406	0,0502	0,0412	0,0428
10,4	0,0403	0,0411	0,0460	0,0494	0,0452	0,0376	0,0426	0,0432
7,3	0,0440	0,0531	0,0487	0,0473	0,0501	0,0489	0,0549	0,0496
4,5	0,0531	0,0348	0,0497	0,0503	0,0467	0,0407	0,0404	0,0451
3,4	0,0467	0,0417	0,0307	0,0469	0,0477	0,0405	0,0557	0,0443
1,7	0,0461	0,0502	0,0441	0,0419	0,0332	0,0446	0,0487	0,0441
average	0,0443	0,0437	0,0446	0,0463	0,0439	0,0437	0,0473	0,0448



Σχήμα 5.3.2-1. Γραφική απεικόνιση της σταθεράς ταχύτητας προσρόφησης k του Methylene Blue σε πριονίδι πεύκου προκατεργασμένου στους 100°C με H_2SO_4 0,9N , συναρτήσεως της αρχικής συγκέντρωσης του διαλύματος Methylene Blue C_0 (mg/L).



Σχήμα 5.3.2-2. Γραφική απεικόνιση της σταθεράς ταχύτητας προσρόφησης k του Methylene Blue σε πριονίδι πεύκου προκατεργασμένου στους 100°C με H₂SO₄ 0,9N , συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας του προσροφητικού μέσου.

5.3.3 Συζήτηση αποτελεσμάτων κινητικής

Για να διερευνηθεί η επίδραση της προκατεργασίας του πριονιδιού πεύκου στην ταχύτητα της προσρόφησης, γίνεται σύγκριση της τιμής της παραμέτρου της σταθεράς ταχύτητας προσρόφησης k του Methylene Blue σε πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο στους 100°C με H_2SO_4 0,1125-3,6N (βλ. Πίνακας 5.3.2-1). Εξετάζεται η μεταβολή της τιμής της παραμέτρου της σταθεράς ταχύτητας προσρόφησης k ως προς τον χρόνο της προκατεργασίας.

Η προκατεργασία του πριονιδιού πεύκου με H_2SO_4 έχει πραγματοποιηθεί για 0,5 έως 5 ώρες προκατεργασίας στους 100°C . Η τιμή της σταθεράς ταχύτητας προσρόφησης k της εξίσωσης κινητικής πρώτης τάξης του Langergren είναι ανεξάρτητη από την αρχική συγκέντρωση του διαλύματος σε Methylene Blue (βλ. Σχήμα 5.3.2-1, όπου το τετράγωνο του συντελεστή συσχέτισης είναι $R^2=0,0487$). Η τιμή της σταθεράς ταχύτητας προσρόφησης k της εξίσωσης κινητικής πρώτης τάξης του Langergren είναι ανεξάρτητη από τον χρόνο προκατεργασίας (βλ. Σχήμα 5.3.2-2, όπου το τετράγωνο του συντελεστή συσχέτισης είναι $R^2=0,198$). Παρόλα αυτά, η ταχύτητα προσρόφησης $\frac{dC}{dt}$ αυξάνεται με την προκατεργασία

του υλικού, γιατί $\frac{dC}{dt} = -k(C_0 - C_{\infty})$ και η διαφορά $(C_0 - C_{\infty})$ αυξάνει, καθώς η συγκέντρωση C_{∞} του Methylene Blue σε άπειρο χρόνο μειώνεται όταν η ικανότητα προσρόφησης (capacity K_F) ενισχύεται αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας $t_{\text{pretreatment}}$ και συνεπώς (βλ. Κεφάλαιο 5.2.3). Συνεπώς, η αύξηση της συγκέντρωσης του θειικού οξέος ευνοεί την αύξηση της ταχύτητας προσρόφησης γιατί ευνοεί τον ρυθμό αύξησης της τιμής της σταθεράς K_F αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας (βλ. Κεφάλαιο 5.2.3).

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μελετήθηκε η επίδραση των συνθηκών προκατεργασίας του πριονιδιού πεύκου με θεϊκό οξύ, προκειμένου να βελτιωθεί η προσροφητική ικανότητά του. Πραγματοποιήθηκε σύγκριση των τιμών των παραμέτρων K_F και n της ισόθερμης εξίσωσης Freundlich, που προσδιορίστηκαν για προκατεργασμένο υλικό (σε συνθήκες που καλύπτουν ευρεία περιοχή τιμών των παραμέτρων ελέγχου της διεργασίας), με τις τιμές των παραμέτρων K_F και n του μη-προκατεργασμένου υλικού. Εξετάστηκε η συνάρτηση μεταβολής των τιμών των K_F ως προς τον χρόνο της προκατεργασίας. Βρέθηκε ότι η βέλτιστη καμπύλη που περιγράφει την μεταβολή των πειραματικών τιμών της παραμέτρου της χωρητικότητας K_F της εξίσωσης Freundlich συναρτήσει του χρόνου προκατεργασίας είναι η ευθεία. Η τιμή της σταθεράς K_F αυξάνεται μέχρι 4 φορές ως προς την τιμή της σταθεράς K_F του απροκατέργαστου υλικού, αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας. Επομένως η ικανότητα προσρόφησης ενισχύεται αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας. Παρατηρήθηκε ότι η αύξηση της συγκέντρωσης του θεϊκού οξέος ευνοεί τον ρυθμό αύξησης της τιμής της σταθεράς K_F αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας. Η σταθερά έντασης n της ισόθερμης Freundlich για όλους τους χρόνους προκατεργασίας κυμαίνεται από 1,3-2,9 με μέσο όρο $n=2,1$.

Για να διερευνηθεί η επίδραση της προκατεργασίας του πριονιδιού πεύκου στην ταχύτητα της προσρόφησης, γίνεται σύγκριση της τιμής της παραμέτρου της σταθεράς ταχύτητας προσρόφησης k του Methylene Blue σε πριονίδι πεύκου προκατεργασμένο. Η τιμή της σταθεράς ταχύτητας προσρόφησης k της εξίσωσης κινητικής πρώτης τάξης του Langergren ευρίσκεται ότι είναι ανεξάρτητη (α) από την αρχική συγκέντρωση του διαλύματος σε Methylene Blue και (β) από τον χρόνο προκατεργασίας. Παρόλα αυτά, η ταχύτητα προσρόφησης $\frac{dC}{dt}$ αποδεικνύεται ότι αυξάνεται με την προκατεργασία του υλικού.

Η αύξηση αυτή αποδίδεται στο ότι η διαφορά $(C_0 - C_\infty)$ αυξάνεται, καθώς η συγκέντρωση C_∞ του Methylene Blue σε άπειρο χρόνο μειώνεται όταν η ικανότητα προσρόφησης (capacity K_F) ενισχύεται αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας $t_{\text{pretreatment}}$, με συνέπεια την αύξηση της ταχύτητας $\frac{dC}{dt} = -k(C_0 - C_\infty)$. Συνεπώς, η αύξηση της συγκέντρωσης του θεϊκού οξέος ευνοεί την αύξηση της ταχύτητας προσρόφησης αφού ευνοεί τον ρυθμό αύξησης της τιμής της σταθεράς K_F αυξανόμενου του χρόνου προκατεργασίας. Οι εκτιμήσεις τιμών των

παραμέτρων, που οδήγησαν στο συμπέρασμα αυτό, αποτελούν ουσιαστική συμβολή στην εφαρμογή της μεθόδου σε μεγάλη/βιομηχανική κλίμακα.

Σημειώνεται ότι ο μεγάλος αριθμός αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τον συνδυασμό πειραματικών μετρήσεων και υποδειγμάτων (ισόθερμων και κινητικών) προσρόφησης δημιούργησε την ανάγκη χρησιμοποίησης μιας σχεσιακής βάσης δεδομένων (Relational Data Base – RDB), προκειμένου να αποθηκεύονται τα αποκτώμενα στοιχεία σε εύκολα ανακτήσιμη αλλά και αξιοποιήσιμη μορφή. Ως τέτοια RDB, χρησιμοποιήθηκε η Microsoft Access, ώστε η αναζήτηση των στοιχείων να μπορεί να γίνεται μέσω SQL (Structured Query Language) και η επεξεργασία αυτών να γίνεται στο ίδιο προγραμματιστικό περιβάλλον μέσω της ενσωματωμένης στο συγκεκριμένο λογισμικό γλώσσας VBA (Visual Basic for Applications). Με αντιπροσωπευτικά παραδείγματα, αποδεικνύεται η εφαρμοσιμότητα / χρησιμότητα της μεθόδου ενώ είναι εφικτή και η επέκταση αυτής προς την κατεύθυνση του διαρκούς εμπλουτισμού της RDB μέσω ευφυούς μηχανισμού αναζήτησης (Intelligent Agent) που ανακαλύπτει / επεξεργάζεται δεδομένα (data mining) σε εξωτερικές Βάσεις Πληροφοριών.

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abo-Elela SI, el-Dib MA. Color removal via adsorption on wood shaving. *Sci.Tot.Envir.*1987; 66: 269.
2. Allen SJ, Gan Q, Matthews R, Johnson PA. Comparison of optimized isotherm models for basic dye adsorption by kudzu. *Biores. Techn.* 2003; 88: 143.
3. Annadurai G, Juang R-S, Lee D-J. Use of cellulose based wastes for adsorption of dyes from aqueous solutions. *J. Hazard. Mater.* 2002; B92: 263.
4. Batzias F.A., D.K. Sidoras, Dye adsorption by calcium chloride treated beech sawdust in batch and fixed-bed systems, *J Hazard. Mater.* 114(1-3) (2004) 167.
5. Batzias F.A., D.K. Sidoras, Optimal design of adsorption tower equipped with a novel packed biomass bed for colouring-processes-wastewater treatment, CHISA 2004, Proc. 16th Intern. Congress of Chem. & Process Eng., 22-26 August 2004, Prague, Czech Republic.
6. Batzias FA, Sidoras DK. Wastewater Treatment with Gold Recovery through Adsorption by Activated Carbon. *Water Pollution IV: Modelling, Measuring and Prediction*, Ed. Brebbia C.A., Series: Progress in Water Resources, WIT Press, Southampton, 2001; 3: 533.
7. Bohart GS, Adams EQ. Adsorption in columns. *J.Chem.Soc.* 1920; 42.
8. Carrillo F, Lis MJ, Valldeperas J. Sorption isotherms and behaviour of direct dyes on lyocel fibres. *Dyes & Pigments.* 2002; 53: 129.
9. Chubar A, Carvalho JR, Correia MJN. Heavy metals biosorption on cork biomass: effect of the pre-treatment. *Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects.* 2004; 238: 51.
10. Chun L, Hongzhang C, Zuohu L. Adsorption of Cr(VI) by Fe-modified steam exploded wheat straw. *Proc.Biochem.* 2003, in press.
11. Clark RM. Modeling TOC removal by GAC: The general logistic function. *J. Am.Wat.Works Assoc.* 1987; 79 (1): 33.
12. Crank G. *The mathematics of diffusion.* London, New York: Clarendon Press, 1993.
13. El-Shobaky GA, Youssef AM. Chemical activation of charcoals. *Surface Techn.* 1978; 7(3): 209.

14. Garg VK, Gupta R, Yadav A-B, Kumar R. Dye removal from aqueous solutions by adsorption on treated sawdust. *Biores.Techn.* 2003; 89: 121.
15. Hutchins RA. New method simplifies design of activated-carbon systems. *Chem. Eng.* 1973; 80 (19): 133.
16. Ibrahim NA, Hashem A, Abou-Shosha MH. Amination of wood sawdust for removing anionic dyes from aqueous solutions. *Polym.-Plast.Techol.&Eng.* 1997; 36(6): 963.
17. Jawaid MNA, Weber TW. Effect of mineral salts on adsorption and regeneration of activated carbon. *Carbon.* 1979; 17(2): 97.
18. Kannan N, Sundaram MM. Kinetics and mechanism of removal of methylene blue by adsorption on various carbons – a comparative study. *Dyes & Pigments.* 2001; 51: 25.
19. Low KS, Lee CK, Ng AY. Column study on the sorption of Cr(IV) using quaternized rice hull. *Biores.Techn.* 1999; 68: 205.
20. McKay G, Duri BA. Simplified model for the equilibrium adsorption of dyes from mixtures using activated carbon. *Chem. Eng. &Proc.* 1987; 22(3): 145.
21. Meshko V, Markovska L, Mincheva M, Rondrigues AE. Adsorption of basic dyes on granular activated carbon and natural zeolite. *Wat. Res.* 2001; 35 (14): 3357.
22. Mohan SV, Rao NC, Karthikeyan J. Adsorption removal of direct azo dye from aqueous phase onto coal based sorbents: a kinetic and mechanistic study. *J. Hazard. Mater.* 2002; B90: 189.
23. Namasivayam C, Kumar MD, Begum RA. 'Waste' coir pith – a potential biomass for the treatment of dyeing wastewaters. *Biom.Bioenerg.* 2001; 21: 477.
24. Namasivayam C, Radhika R, Suba S. Uptake of dyes by a promising locally available agricultural solid waste: coir pith. *Waste Management.* 2001; 21: 381.
25. Nassar MM, Magdy YH. Removal of different basic dyes from aqueous solutions by adsorption on palm-fruit bunch particles. *Chem. Eng. J.* 1997; 66: 223.
26. Nassar MM. Intra-particle diffusion of basic red and basic yellow dyes on palm fruit bunch. *Wat.Sci. & Techn.* 1999; 40(7): 133.
27. Nigam P, Armour G, Banat IM, Singh D, Marchant R. Physical removal of textile dyes from effluents and solid-state fermentation of dye-adsorbed agricultural residues. *Biores.Techn.* 2000; 72: 219.
28. Oulman CS. Logistic curve as a model for carbon bed design. *J.Am.Wat. Works Assoc.* 1980; 72(1): 50.
29. Poots VJP, McKay G, Healy JJ. Removal of basic dye from effluent using wood as an adsorbent. *J. Wat. Poll. Contr. Fed.* 1978; 50 (5): 926.

30. Rajeshwarisivaraj, Sivakumar S, Senthilkumar P, Subburam V. Carbon from cassava peel, an agricultural waste, as an adsorbent in the removal of dyes and metal ions from aqueous solution. *Biores.Techn.* 2001; 80: 233.
31. Robinson, T, Chandran, B, Naidu G-S, Nigam, P. Studies on the removal of dyes from a synthetic textile effluent using barley husk in static-bath and in a continuous flow, packed-bed, reactor. *Biores.Techn.* 2002; 85: 43.
32. Robinson, T, Chandran, B, Nigam, P. Removal of dyes from a synthetic textile effluent by biosorption on apple pomace and wheat straw. *Water Res.* 2002; 36: 2824.
33. Robinson, T, Chandran, B, Nigam, P. The effect of pretreatments of three waste residues, wheat straw, corncobs and barley husks on dye adsorption. *Biores.Techn.*, 2002; 85: 119.
34. Saeman JF, Bubl JF, Harris EE., Quantitative saccharification of wood and cellulose. *Ind. Eng. Chem. Anal. Ed.* 1945; 17: 35.
35. Segal L, Greely JJ, Martin AE, Conrad CM. An empirical method for estimating the degree of crystallinity of native cellulose using the x-ray diffractometer. *Textile Res. J.* 1959 ; 29: 786.
36. Shukla A, Zhang Y-H, Dubey P, Margrave JL. The role of sawdust in the removal of unwanted materials from water. *J. Hazard. Mater.* 2002; B95: 137.
37. Somogyi M. Notes on Sugar Determination. *J. Biol. Chem.* 1952; 195: 19.
38. Tappi Standards. Atlanta, Tappi Tests Methods, 1997.
39. Trivedi HC, Patel VM, Patel RD. Adsorption of cellulose triacetate on calcium silicate. *Eur. Polym. J.* 1973 ; 9 : 525.
40. Tsai WT, Chang CY, Lin MC, Chien SF, Sun HF, Hsieh MF. Adsorption of acid dye onto activated carbons prepared from agricultural waste bagasse by ZnCl₂ activation. *Chemosphere.* 2001; 45: 51.
41. Van Vliet BM, Weber WJ. Comparative performance of synthetic adsorbents and activated carbon for specific compound removal from wastewaters. *J. Water Poll. Contr. Fed.* 1981; 53 (11): 1585.
42. Walker GM, Weatherley LR. Adsorption of dyes from aqueous solution – the effect of adsorbent pore size distribution and dye aggregation. *Chem. Eng. J.* 2001; 83: 201.
43. Walker GM, Weatherley LR. COD removal from textile industry effluent: pilot plant studies. *Chem.Eng.J.* 2001; 84: 125.
44. F. A. Batzias, D. K. Sidiras, Dye adsorption by prehydrolyzed beech sawdust in batch and fixed-bed systems, *Bioresource Technology*, 2007, 98, 1208-1217.

45. F. A. Batzias, D. K. Sidiras, Simulation of methylene blue adsorption by salts-treated beech sawdust in batch and fixed-bed systems, *Journal of Hazardous Materials*, 2007, 149, 8-17.
46. F.A. Batzias, D.K. Sidiras, Simulation of dye adsorption by beech sawdust as affected by pH, *Journal of Hazardous Materials*, 2007, 141, 668–679.
47. D. Sidiras, E. Koukios, Simulation of acid-catalysed organosolv fractionation of wheat straw, *Bioresource Technology*, 2004, 94, 91–98.
48. Robert H. Perry, Don W. Green, *Perry's Chemical Engineers' Handbook* 1997, 16, 1-52.
49. Warren L. McCabe, Julian C. Smith, Peter Harriott, *Βασικές Φυσικές Διεργασίες Μηχανικής*, 6^η έκδοση, 2003, 25, 931-982.
50. Θ. Ν. Σκουλικίδη, *Φυσικοχημεία Ι₂*, ΣΤ' έκδοση, Αθήνα 1984, ΙΙΙ, 321- 387.
51. Γεωργίου Δ. Σαραβάκου, *Τεχνική Φυσικών Διαχωρισμών*, Β' έκδοση, Αθήνα 1985, 10, 356-367.
52. Ιωάννης Δ. Χανδρινός, *Στοιχεία – Αρχές Χημικής Κινητικής και Κατάλυσης*, Τρίτη έκδοση, Ε. Μ. Π., Αθήνα 1997, 3, 144-154.
53. Φ. Ρουμπάνη-Καλαντζοπούλου, *Χημική Κινητική και Κατάλυση*, Αθήνα 1998, ΙΙΙ, Γ, 6, 171-178.
54. *Φυσικές Μέθοδοι Ανάλυσης – Εργαστηριακές Ασκήσεις*, Συλλογική έκδοση Εργαστηρίου Ανόργανης και Αναλυτικής Χημείας, Ε.Μ.Π., Αθήνα 1999, ΙΙΙ, 8-9, 73-86, Ι, 4, 37-42.
55. <http://en.wikipedia.org>
56. Christopher A. Toles, Wayne E. Marshall, Mitchell M. Johns, Lynda H. Wartelle, Andrew McAloon. Acid-activated carbons from almond shells: physical, chemical and adsorptive properties and estimated cost of production. *Bioresource Technology*, Volume 71, Issue 1, January 2000, Pages 87-92
57. Christopher A. Toles, Wayne E. Marshall, Lynda H. Wartelle, Andrew McAloon. Steam- or carbon dioxide-activated carbons from almond shells: physical, chemical and adsorptive properties and estimated cost of production. *Bioresource Technology*, Volume 75, Issue 3, December 2000, Pages 197-203
58. Jian Sun, E. J. Hippo, H. Marsh, W. S. O'Brien, J. C. Crelling. Activated carbon produced from an Illinois Basin coal. *Carbon*, Volume 35, Issue 3, 1997, Pages 341-352

59. Peter Bayer, Edda Heuer, Ute Karl, Michael Finkel. Economical and ecological comparison of granular activated carbon (GAC) adsorber refill strategies. *Water Research*, Volume 39, Issue 9, May 2005, Pages 1719-1728
60. S. Rio, L. Le Coq, C. Faur, D. Lecomte, P. Le Cloirec. Preparation of Adsorbents from Sewage Sludge by Steam Activation for Industrial Emission Treatment. *Process Safety and Environmental Protection*, Volume 84, Issue 4, July 2006, Pages 258-264
61. Md. Zahangir ALAM, Suleyman A. MUYIBI, Mariatul F. MANSOR, Radziah WAHID. Activated carbons derived from oil palm empty-fruit bunches: Application to environmental problems. *Journal of Environmental Sciences*, Volume 19, Issue 1, January 2007, Pages 103-108
62. Isabel M. Lima, Andrew McAloon, Akwasi A. Boateng. Activated carbon from broiler litter: Process description and cost of production. *Biomass and Bioenergy*, Volume 32, Issue 6, June 2008, Pages 568-572
63. Angel Linares-Solano, Diego Cazorla-Amorós. Adsorption on Activated Carbon Fibers. *Adsorption by Carbons*, 2008, Pages 431-454
64. W.J. Frederick Jr., S.J. Lien, C.E. Courchene, N.A. DeMartini, A.J. Ragauskas, K. Lisa. Production of ethanol from carbohydrates from loblolly pine: A technical and economic assessment. *Bioresource Technology*, Volume 99, Issue 11, July 2008, Pages 5051-5057
65. Carlo N Hamelinck, Geertje van Hooijdonk, André PC Faaij. Ethanol from lignocellulosic biomass: techno-economic performance in short-, middle- and long-term. *Biomass and Bioenergy*, Volume 28, Issue 4, April 2005, Pages 384-410
66. CP Mitchell, AV Bridgwater, DJ Stevens, AJ Toft, MP Watters. Technoeconomic assessment of biomass to energy. *Biomass and Bioenergy*, Volume 9, Issues 1-5, 1995, Pages 205-226
67. Margareta von Sivers, Guido Zacchi. A techno-economical comparison of three processes for the production of ethanol from pine. *Bioresource Technology*, Volume 51, Issue 1, 1995, Pages 43-52
68. Carroll R. Keim. Technology and economics of fermentation alcohol — An update. *Enzyme and Microbial Technology*, Volume 5, Issue 2, March 1983, Pages 103-114
69. Richard A. Baltz, Andy F. Burcham, Oliver C. Sitton, Neil L. Book. The recycle of sulfuric acid and xylose in the prehydrolysis of corn stover. *Energy*, Volume 7, Issue 3, March 1982, Pages 259-265

70. G. Skodras, Ir. Diamantopoulou, A. Zabaniotou, G. Stavropoulos, G.P. Sakellaropoulos. Enhanced mercury adsorption in activated carbons from biomass materials and waste tires. *Fuel Processing Technology*, Volume 88, Issue 8, August 2007, Pages 749-758
71. G.G. Stavropoulos, A.A. Zabaniotou. Production and characterization of activated carbons from olive-seed waste residue. *Microporous and Mesoporous Materials*, Volume 82, Issues 1-2, 5 July 2005, Pages 79-85
72. Walid K. Lafi. Production of activated carbon from acorns and olive seeds. *Biomass and Bioenergy*, Volume 20, Issue 1, January 2001, Pages 57-62
73. F. Vegliò, F. Beolchini, M. Prisciandaro. Sorption of copper by olive mill residues. *Water Research*, Volume 37, Issue 20, December 2003, Pages 4895-4903
74. S. H. Gharaibeh, Wail Y. Abu-el-sha'r, M. M. Al-Kofahi. Removal of selected heavy metals from aqueous solutions using processed solid residue of olive mill products. *Water Research*, Volume 32, Issue 2, February 1998, Pages 498-502
75. Francesca Pagnanelli, Luigi Toro, Francesco Vegliò. Olive mill solid residues as heavy metal sorbent material: a preliminary study. *Waste Management*, Volume 22, Issue 8, December 2002, Pages 901-907
76. Andrew Bousher, Xiaodong Shen, Robert G.J. Edyvean. Removal of coloured organic matter by adsorption onto low-cost waste materials. *Water Research*, Volume 31, Issue 8, August 1997, Pages 2084-2092
77. F. Ferrero. Dye removal by low cost adsorbents: Hazelnut shells in comparison with wood sawdust. *Journal of Hazardous Materials*, Volume 142, Issues 1-2, 2 April 2007, Pages 144-152
78. Saima Q. Memon, Najma Memon, Amber R. Solangi, Jamil-ur-Rehman Memon. Sawdust: A green and economical sorbent for thallium removal. *Chemical Engineering Journal*, Volume 140, Issues 1-3, 1 July 2008, Pages 235-240
79. P. Misaelides, D. Zamboulis, Pr. Sarridis, J. Warchoń, A. Godelitsas. Chromium (VI) uptake by polyhexamethylene-guanidine-modified natural zeolitic materials. *Microporous and Mesoporous Materials*, Volume 108, Issues 1-3, 1 February 2008, Pages 162-167
80. G. E. Christidis, P. W. Scott, A. C. Dunham. Acid activation and bleaching capacity of bentonites from the islands of Milos and Chios, Aegean, Greece. *Applied Clay Science*, Volume 12, Issue 4, October 1997, Pages 329-347

81. Rashmi Sanghi and Bani Bhattacharya. Review on decolorisation of aqueous dye solutions by low cost adsorbents. *Color. Technol.*, 118 (2002) 256-269.
82. F. A. Batzias and D. K. Sdiras, Simulation of dye adsorption by beech sawdust as affected by pH, *Journal of Hazardous Materials*. 141(3), 668-679 (2007).
83. F.A. Batzias, D.K. Sdiras, E. Schroeder and C. Weber, Simulation of dye adsorption on hydrolyzed wheat straw in batch and fixed-bed systems, *Chemical Engineering Journal*, in press, available online on ScienceDirect.
84. F. A. Batzias, D. K. Sdiras. Calcium Chloride Treated Lignocellulosic Biomass As An Activated Carbon Substitute. Proc. 14th European Biomass Conference. Biomass for Energy, Industry and Climate Protection. Palais des Congrès. Paris, France 17-21 October 2005. pp. 1779-1782
85. F. A. Batzias and D. K. Sdiras, Zinc chloride treated beech sawdust as an activated carbon low-cost substitute, 15th European Biomass Conference, 07 - 11 May 2007, ICC Berlin, Germany, pp. 2121-2130.
86. D.K. Sdiras, Lignocellulosic materials as low cost adsorbents for wastewater dye removal, 16th European Biomass Conference, 02-06 June 2008, Valencia, Spain, pp. 1697-1705.
87. A.F. Batzias, D.K. Sdiras, Thermochemical conversion of waste biomass to obtain activated carbon substitutes for dye adsorption – A decision making approach on kinetics, 16th European Biomass Conference, 02-06 June 2008, Valencia, Spain, pp. 1727-1732.

8. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

8.1 Προσδιορισμός συγκέντρωσης διαλύματος με τη βοήθεια φασματοφωτόμετρου



Σχήμα 7.1. Φασματοφωτόμετρο UV-VIS τύπου HACH 1 στο Εργαστήριο Προσομοίωσης Βιομηχανικών Διεργασιών του τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιά.

Αν I_0 και I_1 οι εντάσεις της προσπίπτουσας σε διάλυμα και εξερχόμενης από αυτό ακτινοβολίας, αντίστοιχα, τότε ο λόγος I_1/I_0 δίνεται από τη σχέση :

$$-\log \frac{I_1}{I_0} = \varepsilon * c * l$$

(Νόμος Beer-Lambert) (1)

όπου ο αριστερός όρος της ισότητας λέγεται απορρόφηση A (παλαιότερα οπτική πυκνότητα), ε = συντελεστής απορρόφησης (παλαιότερα συντελεστής απόσβεσης), ο οποίος εξαρτάται από τη συχνότητα της προσπίπτουσας ακτινοβολίας ($1/M*cm$), c = συγκέντρωση του διαλύματος (M) και l = μήκος διαδρομής που ακολουθεί η ακτινοβολία μέσα στο διάλυμα (cm).

Το φασματοφωτόμετρο είναι ένα όργανο που μετρά τη διαπερατότητα $T (= I_1/I_0)$ και τη δίνει ως κλάσμα ή ποσοστό στην περιοχή 0-1 ή 0-100%, αντίστοιχα. Σε ιδιαίτερη κλίμακα ανάγνωσης δίνει κατευθείαν την απορρόφηση :

$$A = -\log \frac{I_1}{I_0} \quad (2)$$

Αν μετρηθεί η απορρόφηση n διαλυμάτων διαφορετικής (γνωστής) συγκέντρωσης C_i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) σε διαλυμένη ουσία, είναι δυνατό να απεικονιστούν τα ζεύγη (C_i, A_i) ως σημεία σε σύστημα αξόνων και να χαραχθεί η πλησιέστερη προς αυτά ευθεία, που διέρχεται από την αρχή των αξόνων, αφού η έκφραση :

$$A = b * C, \quad \text{όπου } b = \varepsilon * l \quad (3)$$

είναι απλή αναλογική σχέση χωρίς σταθερό όρο. Για να χρησιμοποιηθεί αυτή η σχέση, πρέπει να χρησιμοποιούνται κυψελίδες ίσου πάχους ώστε το μήκος διαδρομής της ακτινοβολίας να μένει σταθερό. Για μεγαλύτερη ακρίβεια στον προσδιορισμό της ευθείας, υπολογίζεται η κλίση b με τη βοήθεια της ακόλουθης σχέσης (4), η οποία εξάγεται με γραμμική παλινδρόμηση με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων :

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n C_i^2} \quad (4)$$

Στη συνέχεια δίνεται διάλυμα άγνωστης συγκέντρωσης C_x , στην ίδια διαλυμένη ουσία, και μετριέται η απορρόφηση του A_x . Με τη βοήθεια της σχέσης (3) υπολογίζεται η τιμή της άγνωστης συγκέντρωσης C_x , αφού η τιμή της παραμέτρου b έχει εκτιμηθεί προηγουμένα από τη σχέση (4).

Όταν είναι γνωστή η περιοχή στην οποία λαμβάνει τιμές η άγνωστη συγκέντρωση C_x , μετριέται η απορρόφηση A_i διαλυμάτων συγκέντρωσης C_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$ που καλύπτουν την περιοχή αυτή και απεικονίζονται τα ζεύγη (C_i, A_i) με τη βοήθεια H/Y ως διαγράμματα διασποράς των μετρήσεων (scatter diagram). Αν οι μετρήσεις φαίνεται ότι ακολουθούν μη γραμμική πορεία, η άγνωστη συγκέντρωση C_x προσδιορίζεται με μέτρηση της απορρόφησης A_x και παρεμβολή Lagrange, η οποία επιτυγχάνεται με το αντίστοιχο πρόγραμμα H/Y . Αν οι μετρήσεις φαίνεται ότι ακολουθούν γραμμική πορεία, τότε χρησιμοποιείται το γραμμικό υπόδειγμα με σταθερό όρο:

$$A = \alpha + bC \quad (5)$$

του οποίου οι τιμές των παραμέτρων a , b εκτιμώνται με γραμμική παλινδρόμηση με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων:

$$a = \frac{(\sum A_i)(\sum C_i^2) - (\sum C_i)(\sum C_i A_i)}{n \sum C_i^2 - (\sum C_i)^2} \quad (6)$$

$$b = \frac{n \sum C_i A_i - (\sum C_i)(\sum A_i)}{n \sum C_i^2 - (\sum C_i)^2} \quad (7)$$

Αφού προσδιοριστούν οι τιμές των παραμέτρων a και b , με τη βοήθεια της σχέσης (5) μπορεί να υπολογιστεί η άγνωστη συγκέντρωση C_x διαλύματος του οποίου μετριέται η απορρόφηση A_x . Η εκτίμηση του σφάλματος S_{C_x} που διαπράττεται με τον υπολογισμό αυτό είναι εξαιρετικά πολύπλοκη, καθώς εδώ μετριέται η εξαρτημένη μεταβλητή και υπολογίζεται η ανεξάρτητη, ακολουθείται δηλαδή πορεία αντίστροφη αυτής που υποδεικνύει η τυποποιημένη στατιστική ανάλυση. Στην περίπτωση αυτή, οι περισσότεροι αναλυτές χρησιμοποιούν τη σχέση:

$$S_{C_x} = \frac{S_{A/C}}{b} \left[\frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{(A_x - \bar{A})^2}{b^2 \sum (C_i - \bar{C})^2} \right]^{1/2} \quad (8)$$

όπου:

n ο αριθμός των μετρήσεων απορρόφησης ή διαλυμάτων διαφορετικής γνωστής συγκέντρωσης (μια μέτρηση για κάθε διάλυμα)

\bar{A} η μέση τιμή των n μετρήσεων απορρόφησης

m ο αριθμός των μετρήσεων n δειγμάτων του ίδιου άγνωστου διαλύματος (μια μέτρηση για κάθε δείγμα)

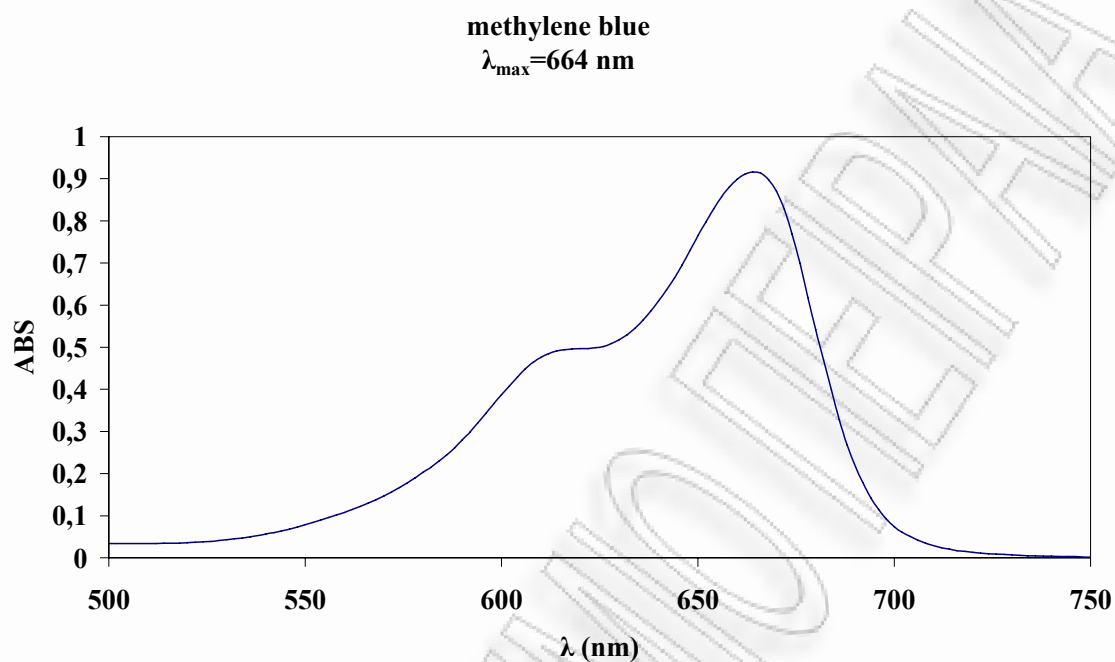
A_x η μέση τιμή των m μετρήσεων απορρόφησης

$S_{A/C}$ το σφάλμα της εκτίμησης της εξαρτημένης μεταβλητής πάνω στην ανεξάρτητη, το οποίο δίνεται από την έκφραση:

$$S_{A/C} = \left[\frac{\sum (A_i - \hat{A}_i)^2}{n - 2} \right]^{1/2} \quad (9)$$

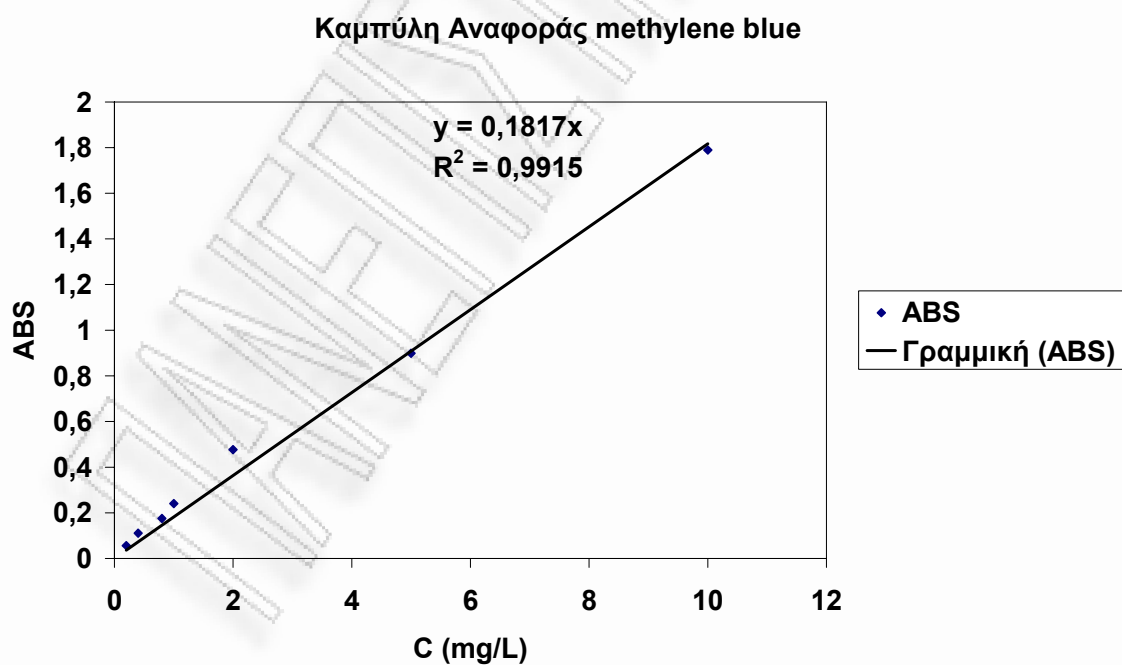
όπου: $\hat{A}_i = a + bC_i, i = 1, 2, \dots, n.$

8.2. Καμπύλη αναφοράς χρωστικής ουσίας Μπλε του Μεθυλενίου.



Σχή

μα 7.2 Methylene Blue



Σχήμα 7.3. Καμπύλη αναφοράς χρωστικής ουσίας Μπλε του Μεθυλενίου.

8.3 Βάση Δεδομένων Προσρόφησης

Πίνακας 8.3-1. Βάση Γνώσης Προσρόφησης – Δεδομένα

No	TOPI C	MEC HANISM	KINE TIC MOD EL	MODE L	CONST ANT	VARI ABLE S PARA	PARAMETER IDENTIFICAT ION	ADSOR BENT	ADSOR BATE	APPLICATIONS	PRETREATMENT	REFERENCE
1	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	Hazelnut scells	Methylene blue	recycle purpose / color removal from dyehouse effluents	the shells were washed with deionised water and dried in air over at 1000C for 24 h.	F.Ferrero Journal of Hazardous Materials 142 (2007) 144-152
2	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	Hazelnut scells	Acid blue 25	recycle purpose / color removal from dyehouse effluents	the shells were washed with deionised water and dried in air over at 1000C for 24 h.	F.Ferrero Journal of Hazardous Materials 142 (2007) 144-152
3	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	kudzu	Basic Yellow 21	removal of contaminants from wastewater	air dried and sieved	J.Allen Bioresource Technology Vol.88 Issue 2 (2003) 143-152
4	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	kudzu	Basic Red 22	removal of contaminants from wastewater	air dried and sieved	J.Allen Bioresource Technology Vol.88 Issue 2 (2003) 143-152
5	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	peat	Basic Red 22	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
6	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	peat	Basic Blue 3	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
7	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	peat	Basic Yellow 21	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
8	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	neem trees	Brillant Green	textile industry	washed, dried and crushed into a fine powder	Bhattacharyya and Sarma. Dyes and Pigments 57 (2003) 211-222
9	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	date pits	Methylene blue	textile industry	washed, dried, sieved, carbonisation, activation, washed with 0.1 M H2SO4	Banat et al. Process Biochemistry 39 (2003)193-202
10	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	almond	Methylene blue	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl2, dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
11	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	walnut	Methylene blue	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl2, dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
12	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	hazelnut scells	Methylene blue	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl2, dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
13	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	apricot stones	Methylene blue	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl2, dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
14	ISOT HERMS			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	apricot stones	Phenol	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl2, dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195

15	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	almond	Phenol	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl ₂ , dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
16	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	walnut	Phenol	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl ₂ , dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
17	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	hazelnut scells	Phenol	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl ₂ , dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
18	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	apricot stones	iodine	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl ₂ , dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
19	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	almond	iodine	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl ₂ , dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
20	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	sawdust	congo Red	wastewater (textile, leader; food processing, dyeing, cosmetics, paper and	cleaned, washed, distilled, dried	Jain and Sikarwar. Journal of Hazardous Materials 152(2008)942-948
21	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	walnut	iodine	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl ₂ , dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
22	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	hazelnut scells	iodine	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl ₂ , dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
23	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	coir bith	Acid Violet	wastewater / textiles industries	dried, sieved, used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al. Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
24	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	coir bith	Brilliant Blue	wastewater / textiles industries	dried, sieved, used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al. Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
25	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	coir bith	Rhodamine B	wastewater / textiles industries	dried, sieved, used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al. Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
26	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	coir bith	Methylene blue	wastewater / textiles industries	dried, sieved, used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al. Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
27	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	apricot stones	Methylene blue	wastewater	dried, mixed with solution ZnCl ₂ , dehydrated, activated	Aygun et al. Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
28	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	bamboo dust	Methylene blue	textile industry	washed, dried, carbonised, acid treated	Kannan and Sundaran. Dyes and Pigments 51(2001)25-40
29	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	coconut shell	Methylene blue	textile industry	washed, dried, carbonised, acid treated	Kannan and Sundaran. Dyes and Pigments 51(2001)25-40
30	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	groundnut shell	Methylene blue	textile industry	washed, dried, carbonised, acid treated	Kannan and Sundaran. Dyes and Pigments 51(2001)25-40

31	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	rice husk	Methylene blue	textile industry	washed, dried, carbonised, acid treated	Kannan and Sundaran. Dyes and Pigments 51(2001)25-40
32	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	straw	Methylene blue	textile industry	washed, dried, carbonised, acid treated	Kannan and Sundaran. Dyes and Pigments 51(2001)25-40
33	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	coir pith	Congo Red	textile industry (paper, rubber, plastics, paints, printing, inks art and	dried in sunlight for 5h, sieved	Namasivayam and Kavitha. Dyes and Pigments 54(2002)47-58
34	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	phenol	sawdust	municipal and industrial wastewater	washed, dried, chemical activation ZnCl ₂	Mohanty and Biswas. Chemical Engineering Journal 115(2005)121-131
35	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	basic red 46	clay wood	dye industry wastewater	washed, dried, sieved	Yeddou and Bensmaili. Desalination 185(2005)499-508
36	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(VI)	sawdust	industrial, agricultural and domestic wastes	washed, dried, immersed in 2N NaOH	Kumar Meena et al. Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
37	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Pb(II)	sawdust	industrial, agricultural and domestic wastes	washed, dried, immersed in 2N NaOH	Kumar Meena et al. Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
38	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Pb(II)	pith	industries (electroplating, dyes, textiles, tanneries, oil refineries, electroplating)	washed, drying, activation, carbonised	Ayyappan et al. Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
39	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Pb(II)	bagasse	industries (electroplating, dyes, textiles, tanneries, oil refineries, electroplating)	washed, drying, activation, carbonised	Ayyappan et al. Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
40	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	malachite green	sawdust	textile, cosmetics, printing, dyeing, food coloring, papermaking	chemical activation with ZnCl ₂	Akmal-Basar et al. Journal of Hazardous Materials B127(2005)73-80
41	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	malachite green	pet	textile, cosmetics, printing, dyeing, food coloring, papermaking	chemical activation with NaOH	Akmal-Basar et al. Journal of Hazardous Materials B127(2005)73-80
42	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Pb(II)	sawdust	industries (electroplating, dyes, textiles, tanneries, oil refineries, electroplating)	washed, drying, activation, carbonised	Ayyappan et al. Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
43	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Hg(II)	sawdust	industrial, agricultural and domestic wastes	washed, dried, immersed in 2N NaOH	Kumar Meena et al. Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
44	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	acid orange 10	sugar cane bagasse	wastewater	chemical activation with ZnCl ₂	Tsai et al. Chemosphere 45(2001)51-58
45	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cu(II)	sawdust	industrial, agricultural and domestic wastes	washed, dried, immersed in 2N NaOH	Kumar Meena et al. Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
46	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	acid yellow 36	sawdust	industrial wastes	washed, dried, carbonised, steam-activation	Malik. Dyes and Pigments 56(2003)239-249

47	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	acid yellow 36	rice - husk	industrial wastes	washed, dried, carbonised, steam-activation	Malik. Dyes and Pigments 56(2003)239-249
48	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	basic blue 69	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
49	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	acid blue 264	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
50	ISOTHERMS	3	LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	methylene blue	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
51	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	phenol	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
52	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	3 - chlorophenol	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
53	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	o - cresorol	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
54	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(VI)	pine sawdust	wastewater	washed with distilled water, dried	Gode et al., Journal of Hazardous Materials 152(2008)1201-1207
55	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$					
56	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Pb(II)				
57	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Pb(II)				
58	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	4 chlorophenol	rattan sawdust	industry	washed, dried, sieved	Hameed et al. Desalination 225 (2008) 185-198
59	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(VI)	coir pith	wastewater	washed, dried, sieved	Namasivayan and Sureshkumar. Bioresource Technology 99(2008)2218-2225
60	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(III)	coir pith	wastewater	washed, dried, sieved	Namasivayan and Sureshkumar. Bioresource Technology 99(2008)2218-2225
61	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	methyl violet	4 chlorophenol	paper, textile, leather, dye house, pharmaceutical, food, cosmetics	washed, sieved	Ofomaja and Ho. Bioresource Technology (2007)
62	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	methylene blue	palm shell	textile, leather, paper plastics	washed, dried, dried shell was crushed and sieved	Tan et al. Desalination 225(2008)13-18

63	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	methyl paration	watermelon peels	spaying in corps, droplets of methyl parathion in the air fall on soil,	washed, dried, sieved	Memon et al, Chemical Engineering Journal 138(2008)616-621
64	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Pb(II)	lichen	storage battery, manufacturing, printing pigments, fuels, phot	washed, dried, sieved	Uluozlu et.al Bioresource Technology 99(2008)2972-2980
65	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Pb(II)	peanut husk	electroplating, metal finishing, textile, storage batteries, mining, pla	washed, dried, sieved	Zhai et al. Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
66	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(III)	peanut husk	electroplating, metal finishing, textile, storage batteries, mining, pla	washed, dried, sieved	Zhai et al. Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
67	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cu(II)	peanut husk	electroplating, metal finishing, textile, storage batteries, mining, pla	washed, dried, sieved	Zhai et al. Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
68	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	nitrotriacetic acid	sawdust	pulp and paper industries	steam pyrolysis	Krishnan. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 3 17(2008)344-351
69	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	methylene blue	cedar sawdust	coloring paper, dyeing cottons, wools, coating for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui. Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
70	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	methylene blue	crushed brick	coloring paper, dyeing cottons, wools, coating for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui. Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
71	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(VI)	rhizopus arrhizus	wastewater		Preetha and Viruthagiri. Separation and Purification Technology 57(2007)126-133
72	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(VI)	pine sawdust	wastewater	washed, dried, sieved	Uysan and Ar. Journal of Hazardous Materials 149(2007)482-491
73	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(VI)	chitin	contamination of waters by heavy metals	ground and sieved	Sag and Aktay. Process Biochemistry 36(2001)1187-1197
74	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(VI)	granual activated carbon	wastewater, textile dyeing, chemical and pigments production	size of 2,5mm	Quintelas et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
75	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	bismark brown	rubberwood tree	wastewater, textile, dyeing industries	carbonized, activated by chemical, steam activation	Velan et al. Journal of Hazardous Materials B126(2005)63-70
76	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	Cr(VI)	granual activated carbon	textile dyeing, chemical and pigments production	washed in 60% nitric acid	Travares et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
77	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	methylene blue	beech sawdust	wastewater	H2SO4	Batzias and Sidiras. Journal of Hazardous Materials 149(2007)8-17
78	ISOTHERMS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (qmKLCe) / [1 + (KLCe)]$	methylene blue	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H2SO4	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217

79			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	red basic 22	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H ₂ SO ₄	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217
80	ISOT HER MS		LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	methylen e blue	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl ₂	Batzias and Sidiras. Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
81			LANG MUIR	KL	ce qm q	$q_e = (q_m K_L C_e) / [1 + (K_L C_e)]$	red basic 22	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl ₂	Batzias and Sidiras. Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
82	ISOT HER MS		FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	bismark brown	rubber wood tree	wastewater, textile, dyeing industries	carbonized, activated by chemical, steam activation	Velan et al. Journal of Hazardous Materials B126(2005)63-70
83			FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	methylen e blue	beech sawdust	wastewater	H ₂ SO ₄	Batzias and Sidiras. Journal of Hazardous Materials 149(2007)8-17
84			FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	methylen e blue	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H ₂ SO ₄	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217
85			FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	red basic 22	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H ₂ SO ₄	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217
86			FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	methylen e blue	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl ₂	Batzias and Sidiras. Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
87			FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	red basic 22	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl ₂	Batzias and Sidiras. Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
88			FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	basic red 46	clay wood	dye industry wastewater	washed, dried, sieved	Yeddou and Bensmaili. Desalination 185(2005)499-508
89	ISOT HER MS		FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	Cr(VI)	chitin	contamination of water by heavy metals	ground and sieved	Sag and Aktay. Process Biochemistry 36(2001)1187-1197
90	ISOT HER MS		FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	methylen e blue	cedar sawdust	coloring paper, dyeing cottons, wools, coating for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui. Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
91	ISOT HER MS		FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	Cr(VI)	granual activated carbon	textile dyeing, chemical and pigments production	washed in 60% nitric acid	Travares et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
92	ISOT HER MS		FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	methylen e blue	crushed brick	coloring paper, dyeing cottons, wools, coating for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui. Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
93	ISOT HER MS		FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	Cr(VI)	granual activated carbon	wastewater, textile dyeing, chemical and pigments production	size of 2,5mm	Quintelas et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
94	ISOT HER MS		FREUN DLICH	Kf n	qe ce	$q_e = K_f C_e / n$	Pb(II)	peanut husk	electroplating, metal finishing, textile, storage batteries, mining, pla	washed, dried, sieved	Zhai et al. Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167

95	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Cr(III)	peanut husk	electroplating,metal finishing,textile,storage batteries,mining,pla	washed, dried, sieved	Zhai et al.Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
96	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Cu(II)	peanut husk	electroplating,metal finishing,textile,storage batteries,mining,pla	washed, dried, sieved	Zhai et al.Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
97	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Cr(VI)	pine sawdust	wastewater	washed,dried,sieved	Uysan and Ar.Journal of Hazardous Materials 149(2007)482-491
98	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Cr(VI)	coir pith	wastewater	washed, dried, sieved	Namasivayan and Sureshkumar. Bioresource Technology 99(2008)2218-2225
99	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	methylen e blue	palm shell	textile, leather, paper plastics	washed,dried, dried shell was crushed and sieved	Tan et al. Desalination 225(2008)13-18
100	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	methyl paration	watermelon peels	spaying in corps,droplets of methyl parathion in the air fall on soil,	washed, dried, sieved	Memon et al, Chemical Engineering Journal 138(2008)616-621
101	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Cr(III)	coir pith	wastewater	washed, dried, sieved	Namasivayan and Sureshkumar. Bioresource Technology 99(2008)2218-2225
102	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Pb(II)	lichen	storage batery, manufacturing,printing pigments,fuels,phot	washed, dried, sieved	Uluozlu et.al Bioresource Technology 99(2008)2972-2980
103	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Cr(III)	coir pith	wastewater	washed, dried, sieved	Namasivayan and Sureshkumar. Bioresource Technology 99(2008)2218-2225
104	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	rattan sawdust	sawdust	industry	washed, dried, sieved	Hameed et al.Desalination 225 (2008) 185-198
105	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	methyl violet	4 chlorophenol	paper,textile,leather ,dye house,pharmaceutical,food,cosmetics	washed,sieved	Ofofomaja and Ho.Bioresource Technology (2007)
106	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	nitrilotriacetic acid	sawdust	pulp and paper industries	steam pyrolysis	Krishnan.Colloids and Surfaces A: Physicochem.Eng.Aspects3 17(2008)344-351
107	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Cr(VI)	sawdust	wastewater	washed with distilled water,dried	Gode et al.,Journal of Hazarous Marerials 152(2008)1201-1207
108	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n		pine sawdust			
109	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	acid yellow 36		industrial wastes	washed,dried,carbonised, steam-activation	Malik.Dyes and Pigments 56(2003)239-249
110	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	sawdust	sawdust	wastewater(textile,leader;food processing,dyeing,cosmetics,paper and	cleaned,washed,distilled,dried	Jain and Sikarwar.Journal of Hazardous Materials 152(2008)942-948

111	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	basic blue 69	congo Red	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
112	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	acid blue 264	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
113	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	methylene blue	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
114	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	phenol	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
115	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	3 - chlorophenol	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
116	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	acid yellow 36	pinewood	industrial wastes	washed, dried, carbonised, steam-activation	Malik. Dyes and Pigments 56(2003)239-249
117	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	o - cresor	rice - husk	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
118	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	acid orange 10	pinewood	wastewater	chemical activation with ZnCl2	Tsai et al. Chemosphere 45(2001)51-58
119	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	peat	sugarcane bagasse	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G. McKay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
120	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Pb(II)		industries (electroplating, dyes, textiles, tanneries, oil refineries, electroplating)	washed, drying, activation, carbonised	Ayyappan et al. Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
121	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Pb(II)	sawdust	industries (electroplating, dyes, textiles, tanneries, oil refineries, electroplating)	washed, drying, activation, carbonised	Ayyappan et al. Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
122	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Pb(II)	pith	industries (electroplating, dyes, textiles, tanneries, oil refineries, electroplating)	washed, drying, activation, carbonised	Ayyappan et al. Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
123	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Cr(VI)	bagasse	industrial, agricultural and domestic wastes	washed, dried, immersed in 2N NaOH	Kumar Meena et al. Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
124	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Pb(II)	sawdust	industrial, agricultural and domestic wastes	washed, dried, immersed in 2N NaOH	Kumar Meena et al. Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
125	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Hg(II)	sawdust	industrial, agricultural and domestic wastes	washed, dried, immersed in 2N NaOH	Kumar Meena et al. Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
126	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	Cu(II)	sawdust	industrial, agricultural and domestic wastes	washed, dried, immersed in 2N NaOH	Kumar Meena et al. Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611

127	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	phenol	sawdust	municipal and industrial wastewater	washed,dried,chemical activation ZnCl2	Mohanty and Biswas.Chemical Engineering Journal 115(2005)121-131
128	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	coir pith	Basic Red 22	textile industry(paper, rubber,plastics,paints,printing,inks art and	dried in sunlight for 5h,sieved	Namasivayam and Kavitha.Dyes and Pigments 54(2002)47-58
129	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	peat	sawdust	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
130	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	peat	Congo Red	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
131	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	neem trees	Basic Blue 3	wastewater / textiles industries	washed,dried and crushed into a fine powder	Bhattacharyya and Sarma. Dyes and Pigments 57 (2003) 211-222
132	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	almond	Basic Yellow 21	textile industry	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
133	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	coir bith	Brilliant Green	wastewater / textiles industries	dried,sieved,used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al.Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
134	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	coir bith	Methylene blue	wastewater / textiles industries	dried,sieved,used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al.Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
135	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	coir bith	Acid Violet	wastewater / textiles industries	dried,sieved,used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al.Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
136	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	coir bith	Brilliant Blue	wastewater / textiles industries	dried,sieved,used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al.Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
137	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	walnut	Rhodamine B	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
138	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	hazelnut scells	Methylene blue	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
139	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	appricot stones	Methylene blue	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
140	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	almond	Methylene blue	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
141	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	walnut	Methylene blue	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
142	ISOTHERMS			FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	hazelnut scells	Phenol	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195

143	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	apricot stones	Phenol	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
144	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	almond	Phenol	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
145	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	walnut	Phenol	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
146	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	hazelnut scells	iodine	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
147	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	apricot stones	iodine	wastewater	dried,mixed with solution ZnCl2,dehydrated,activated	Aygun et al.Microporous and Mesoporous Materials 66(2003)189-195
148	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	bamboo dust	iodine	textile industry	washed,dried,carbonised,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25-40
149	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	coconut shell	iodine	textile industry	washed,dried,carbonised,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25-40
150	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	groundnut shell	Methylene blue	textile industry	washed,dried,carbonised,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25-40
151	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	rice husk	Methylene blue	textile industry	washed,dried,carbonised,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25-40
152	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n	straw	Methylene blue	textile industry	washed,dried,carbonised,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25-40
153	ISOTHERMS		FREUNDLICH	Kf n	qe ce	qe=KfCe1/n		Methylene blue			
154	ISOTHERMS		TEMKIN			qe=[(RT/b)(ln ACe)]	neem trees	Methylene blue		milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
155	ISOTHERMS		TEMKIN			qe=[(RT/b)(ln ACe)]	methylene blue	palm shell	textile,leather,paper plastics	washed,dried,dried shell was crushed and sieved	Tan et al. Desalination 225(2008)13-18
156	ISOTHERMS		TEMKIN			qe=[(RT/b)(ln ACe)]	rattan sawdust		industry	washed,dried, sieved	Hameed et al.Desalination 225 (2008) 185-198
157	ISOTHERMS		TEMKIN			qe=[(RT/b)(ln ACe)]	date pits	4 chlorophenol	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
158	ISOTHERMS		TEMKIN			qe=[(RT/b)(ln ACe)]	peat	Basic Red 22	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332

159	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	rattan sawdust	Basic Blue 3	industry	washed,dried, sieved	Hameed et al.Desalination 225 (2008) 185-198
160	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	Cr(VI)	rhizopus arrhizus	wastewater		Preetha and Viruthagiri. Separation and Purification Technology 57(2007)126-133
161	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	methylen e blue	palm shell	textile,leather,paper plastics	washed,dried,dried shell was crushed and sieved	Tan et al. Desalination 225(2008)13-18
162	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	Cr(VI)	granual activate d carbon	wastewater, textile dyeing, chemical and pigments production	size of 2,5mm	Quintelas et al.Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
163	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	Cr(VI)	granual activate d carbon	textile dyeing, chemical and pigments production	washed in 60% nitric acid	Travares et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
164	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	Cr(VI)	chitin	contamination of waters by heavy metals	ground and sieved	Sag and Aktay.Process Biochemistry 36(2001)1187-1197
165	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	methyl violet	4 chlorop henol	paper,textile,leather ,dye house,pharmaceutic al,food,cosmetics	washed,sieved	Ofofaja and Ho.Bioresource Technology (2007)
166	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	peat	sawdust	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
167	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	peat	Basic Yellow 21	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
168	ISOTHERMS		REDLI CH PETER SON			$q_e=(KRCe)[1+(aR CBe)]$	peat	Basic Red 22	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
169	ISOTHERMS		TOTH			$q_e=[(KTc_e)/(at + Cte)1/t]$	peat	Basic Blue 3	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
170	ISOTHERMS		TOTH			$q_e=[(KTc_e)/(at + Cte)1/t]$	Cr(VI)	granual activate d carbon	textile dyeing, chemical and pigments production	washed in 60% nitric acid	Travares et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
171	ISOTHERMS		TOTH			$q_e=[(KTc_e)/(at + Cte)1/t]$	peat	Basic Yellow 21	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
172	ISOTHERMS		TOTH			$q_e=[(KTc_e)/(at + Cte)1/t]$	peat	Basic Red 22	wastewater / textiles industries	milled, air dried and sieved	G.Mckay et al. Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 322-332
173	ISOTHERMS		ELOVI CH	a b	dqt dt	$dq/dt=aexp(-bqt)$	basic blue 69	pinewo od	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al.,Carbon 41(2003)487-495
	ISOTHERMS		ELOVI CH	a b	dqt dt	$dq/dt=aexp(-bqt)$	acid blue 264	pinewo od	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al.,Carbon 41(2003)487-495

	ISOTHERMS		ELOVICH	a b	dqt dt	$dq/dt = a \exp(-bqt)$	methylene blue	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
	ISOTHERMS		ELOVICH	a b	dqt dt	$dq/dt = a \exp(-bqt)$	phenol	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
	ISOTHERMS		ELOVICH	a b	dqt dt	$dq/dt = a \exp(-bqt)$	3-chlorophenol	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
	ISOTHERMS		ELOVICH	a b	dqt dt	$dq/dt = a \exp(-bqt)$	o-cresol	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
174	ISOTHERMS		DUBININ RADUSHKEVICH	β	qe qs ϵ	$q_e = q_s \exp(-\beta \epsilon^2)$	Cr(VI)	coir pith	wastewater	washed, dried, sieved	Namasivayam and Sureshkumar. Bioresource Technology 99(2008)2218-2225
175	ISOTHERMS		DUBININ RADUSHKEVICH	β	qe qs ϵ	$q_e = q_s \exp(-\beta \epsilon^2)$	Cr(III)	coir pith	wastewater	washed, dried, sieved	Namasivayam and Sureshkumar. Bioresource Technology 99(2008)2218-2225
176	ISOTHERMS		DUBININ RADUSHKEVICH	β	qe qs ϵ	$q_e = q_s \exp(-\beta \epsilon^2)$	Cr(VI)	granulated activated carbon	textile dyeing, chemical and pigments production	washed in 60% nitric acid	Travares et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
177	ISOTHERMS		DUBININ RADUSHKEVICH	β	qe qs ϵ	$q_e = q_s \exp(-\beta \epsilon^2)$	methyl parathion	watermelon peels	spaying in corps, droplets of methyl parathion in the air fall on soil,	washed, dried, sieved	Memon et al, Chemical Engineering Journal 138(2008)616-621
178	ISOTHERMS		DUBININ RADUSHKEVICH	β	qe qs ϵ	$q_e = q_s \exp(-\beta \epsilon^2)$	Pb(II)	lichen	storage battery, manufacturing, printing pigments, fuels, phot	washed, dried, sieved	Uluozlu et al. Bioresource Technology 99(2008)2972-2980
179	ISOTHERMS		DUBININ RADUSHKEVICH	β	qe qs ϵ	$q_e = q_s \exp(-\beta \epsilon^2)$	rattan sawdust	Basic Blue 3	industry	washed, dried, sieved	Hameed et al. Desalination 225 (2008) 185-198
180	ISOTHERMS		DUBININ RADUSHKEVICH	β	qe qs ϵ	$q_e = q_s \exp(-\beta \epsilon^2)$		4-chlorophenol		chemical activation with ZnCl ₂	Akmil-Basar et al. Journal of Hazardous Materials B127(2005)73-80
181	ISOTHERMS		SIPS			$q_e = (KSCe_1/bs) / (1 + asCe_1/bs)$	Cr(VI)	granulated activated carbon	textile dyeing, chemical and pigments production	washed in 60% nitric acid	Travares et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
182	ISOTHERMS		SIPS			$q_e = (KSCe_1/bs) / (1 + asCe_1/bs)$					
183	BATCH	FIRST-ORDER	LAGERGRÉN	k1	qe t qt	$q_t = q_e [1 - \exp(-k_1 t)]$	methylene blue	palm shell	textile, leather, paper plastics	washed, dried, dried shell was crushed and sieved	Tan et al. Desalination 225(2008)13-18
184	BATCH	FIRST-ORDER	LAGERGRÉN	k1	qe t qt	$q_t = q_e [1 - \exp(-k_1 t)]$	basic blue 69		industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
185	BATCH	FIRST-ORDER	LAGERGRÉN	k1	qe t qt	$q_t = q_e [1 - \exp(-k_1 t)]$	methyl parathion	watermelon peels	spaying in corps, droplets of methyl parathion in the air fall on soil,	washed, dried, sieved	Memon et al, Chemical Engineering Journal 138(2008)616-621

186	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	acid blue 264	pinewo od	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
187	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	methylen e blue	pinewo od	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
188	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	phenol	pinewo od	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
189	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	sawdust	pinewo od	wastewater(textile,l eader;food processing,dyeing,c osmetics,paper and	cleaned,washed,distill ed,dried	Jain and Sikarwar.Journal of Hazardous Materials 152(2008)942-948
190	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	3 - chloroph enol	congo Red	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
191	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	o - cresor	pinewo od	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
192	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	nitrilotria cetic acid	pinewo od	pulp and paper industries	steam pyrolysis	Krishnan.Colloids and Surfaces A: Physicochem.Eng.Aspects3 17(2008)344-351
193	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	malachite green	sawdust	textile,cosmetics,pr inting,dying,food coloring,papermaki ng	chemical activation with NaOH	Akmil-Basar et.al.Journal of Hazardous Materials B127(2005)73-80
194	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	malachite green	sawdust	textile,cosmetics,pr inting,dying,food coloring,papermaki ng		
195	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	acid yellow 36	pet	industrial wastes	washed,dried,carbonis ed, steam-activation	Malik.Dyes and Pigments 56(2003)239-249
196	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	acid yellow 36	sawdust	industrial wastes	washed,dried,carbonis ed, steam-activation	Malik.Dyes and Pigments 56(2003)239-249
197	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$		rice - husk		washed,dried and crushed into a fine powder	Bhattacharyya and Sarma. Dyes and Pigments 57 (2003) 211-222
198	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	coir bith		wastewater / textiles industries	dried,sieved,used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al.Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
199	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	coir bith	Brillant Green	wastewater / textiles industries	dried,sieved,used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al.Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
200	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	coir bith	Acid Violet	wastewater / textiles industries	dried,sieved,used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al.Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483
201	BAT CH	FIRST- ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	$qt = qe[1 - e^{-k1t}]$	coir bith	Brillant Blue	wastewater / textiles industries	dried,sieved,used without any pretreatment to avoid extra expenditure	Namasivayam et al.Biomass and Bioenergy 21(2001)477-483

202	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	bamboo dust	Rhodam ine B	textile industry	washed,dried,carbonis ed,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25- 40
203	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	coconut shell	Methyle ne blue	textile industry	washed,dried,carbonis ed,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25- 40
204	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	groundnu t shell	Methyle ne blue	textile industry	washed,dried,carbonis ed,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25- 40
205	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	rice husk	Methyle ne blue	textile industry	washed,dried,carbonis ed,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25- 40
206	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	straw	Methyle ne blue	textile industry	washed,dried,carbonis ed,acid treated	Kannan and Sundaran.Dyes and Pigments 51(2001)25- 40
207	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	phenol	Methyle ne blue	municipal and industrial wastewater	washed,dried,chemical activation ZnCl2	Mohanty and Biswas.Chemical Engineering Journal 115(2005)121-131
208	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Pb(II)	sawdust	industries(electropl ating,dyes,textiles,t anneries,oil refineries,electropla	washed,drying,activati on,carbonised	Ayyappan et.al.Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
209	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Pb(II)	pith	industries(electropl ating,dyes,textiles,t anneries,oil refineries,electropla	washed,drying,activati on,carbonised	Ayyappan et.al.Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
210	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Pb(II)	bagasse	industries(electropl ating,dyes,textiles,t anneries,oil refineries,electropla	washed,drying,activati on,carbonised	Ayyappan et.al.Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
211	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]		sawdust			
212	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	coir pith		textile industry(paper,rubb er,plastics,paints,pri nting,inks art and	dried in sunlight for 5h,sieved	Namasivayam and Kavitha.Dyes and Pigments 54(2002)47-58
213	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Cr(VI)	sawdust	industrial,agricultur al and domestic wastes	wasted,dried,immerse d in 2N NaOH	Kumar Meena et.al.Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
214	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Pb(II)	sawdust	industrial,agricultur al and domestic wastes	wasted,dried,immerse d in 2N NaOH	Kumar Meena et.al.Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
215	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Hg(II)	sawdust	industrial,agricultur al and domestic wastes	wasted,dried,immerse d in 2N NaOH	Kumar Meena et.al.Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
216	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Cu(II)	sawdust	industrial,agricultur al and domestic wastes	wasted,dried,immerse d in 2N NaOH	Kumar Meena et.al.Journal of Hazardous Materials 150(2008)604-611
217	BAT CH		FIRST - ORDER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Pb(II)	peanut husk	electroplating,metal finishing,textile,stor age batteries,mining,pla	washed, dried, sieved	Zhai et al.Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167

218	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Cr(III)	peanut husk	electroplating,metal finishing,textile,stor age batteries,mining,pla	washed, dried, sieved	Zhai et al.Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
219	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Cu(II)	peanut husk	electroplating,metal finishing,textile,stor age batteries,mining,pla	washed, dried, sieved	Zhai et al.Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
220	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	Cr(VI)	pine sawdust	wastewater	washed, dried, sieved	Uysan and Ar.Journal of Hazardous Materials 149(2007)482-491
221	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	basic magenta	sawdust	textile industry	oxidizing peat.gelling,coating,w ashong,sieving	Sun and Yang.Water Research 37(2003)1535- 1544
222	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	basic brillant green	peat	textile industry	oxidizing peat.gelling,coating,w ashong,sieving	Sun and Yang.Water Research 37(2003)1535- 1544
223	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	methylen e blue	indian rosewoo d sawdust	wastewater, textile, paper, printing, leather, food,cosmetics	washed,dried,sieved	Garg et al, Dyes and Pigments 63(2004) 243-250
224	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	methylen e blue	beech sawdust	wastewater	H2SO4	Batzias and Sidiras.Journal of Hazardous Materials 149(2007)8-17
	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]					
225	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	methylen e blue	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H2SO4	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217
226	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	red basic 22	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H2SO4	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217
227	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	methylen e blue	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl2	Batzias and Sidiras.Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
228	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]	red basic 22	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl2	Batzias and Sidiras.Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
229	BAT CH		FIR T - ORD ER	LAGER GREN	k1	qe t qt	qt = qe[1- e- (k1t)]					
230	BAT CH	INTR A- PART ICLE		WEBE R AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	Pb(II)	peanut husk	wastewater	washed,dried,sieved	Zhai et al.Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
231	BAT CH	INTR A- PART ICLE		WEBE R AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	methylen e blue	beech sawdust	wastewater	H2SO4	Batzias and Sidiras.Journal of Hazardous Materials 149(2007)8-17
232	BAT CH	INTR A- PART ICLE		WEBE R AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	methylen e blue	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H2SO4	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217

233	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	red basic 22	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H2SO4	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217
234	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	methylene blue	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl2	Batzias and Sidiras. Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
235	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	red basic 22	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl2	Batzias and Sidiras. Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
236	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	Cr(III)	peanut husk	wastewater	washed, dried, sieved	Zhai et al. Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
237	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	Cu(II)	peanut husk	wastewater	washed, dried, sieved	Zhai et al. Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
238	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2					
239	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	methylene blue	palm shell	textile, leather, paper plastics	washed, dried, dried shell was crushed and sieved	Tan et al. Desalination 225(2008)13-18
240	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	methyl parathion	watermelon peels	spaying in corps, droplets of methyl parathion in the air fall on soil,	washed, dried, sieved	Memon et al, Chemical Engineering Journal 138(2008)616-621
241	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	acid yellow 36	Congo Red	industrial wastes	washed, dried, carbonised, steam-activation	Malik. Dyes and Pigments 56(2003)239-249
242	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	acid yellow 36	sawdust	industrial wastes	washed, dried, carbonised, steam-activation	Malik. Dyes and Pigments 56(2003)239-249
243	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	basic magenta	rice - husk	textile industry	oxidizing peat, gelling, coating, washong, sieving	Sun and Yang. Water Research 37(2003)1535-1544
244	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	basic brilliant green	peat	textile industry	oxidizing peat, gelling, coating, washong, sieving	Sun and Yang. Water Research 37(2003)1535-1544
245	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2		peat	textile industry	washed, dried, sieved, carbonisation, activation, washed with 0.1 M H2SO4	Banat et al. Process Biochemistry 39 (2003)193-202
246	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	Pb(II)	Brilliant Green	industries (electroplating, dyes, textiles, tanneries, oil refineries, electroplating)	washed, drying, activation, carbonised	Ayyappan et al. Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
247	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	Pb(II)	pith	industries (electroplating, dyes, textiles, tanneries, oil refineries, electroplating)	washed, drying, activation, carbonised	Ayyappan et al. Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
248	BATCH	INTR A-PARTICLE	WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	malachite green	bagasse	textile, cosmetics, printing, dying, food coloring, papermaking		

249	BATCH	INTR A- PART ICLE		WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	malachite green	sawdust	textile,cosmetics,printing,dyeing,food coloring,papermaking		
250	BATCH	INTR A- PART ICLE		WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	Pb(II)	pet	industries(electroplating,dyes,textiles,tanneries,oil refineries,electroplating)	washed,drying,activation,carbonised	Ayyappan et.al.Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
251	BATCH	INTR A- PART ICLE		WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2	phenol	sawdust	municipal and industrial wastewater	washed,dried,chemical activation ZnCl2	Mohanty and Biswas.Chemical Engineering Journal 115(2005)121-131
252	BATCH	INTR A- PART ICLE		WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2		sawdust			
253	BATCH	INTR A- PART ICLE		WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2					
254	BATCH	INTR A- PART ICLE		WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2					
255	BATCH	INTR A- PART ICLE		WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2					
256	BATCH	INTR A- PART ICLE		WEBER AND MORIS	Kp	qt t	qt=Kpt1/2					
257	BATCH		SECOND- ORDER	HONDA AND MCKAY	K2	dq dt qe q	dq / dt = K2(qe - q)2	basic magenta		textile industry	washed,drying,activation,carbonised	Ayyappan et.al.Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
258	BATCH		SECOND- ORDER	HONDA AND MCKAY	K2	dq dt qe q	dq / dt = K2(qe - q)2	basic brilliant green	peat	textile industry	washed,drying,activation,carbonised	Ayyappan et.al.Process Biochemistry 40(2005)1293-1299
259	BATCH		SECOND- ORDER	HONDA AND MCKAY	K2	dq dt qe q	dq / dt = K2(qe - q)2	Pb(II)	peanut husk	wastewater	washed,dried,sieved	Zhai et al.Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
260	BATCH		SECOND- ORDER	HONDA AND MCKAY	K2	dq dt qe q	dq / dt = K2(qe - q)2	Cr(III)	peanut husk	wastewater	washed,dried,sieved	Zhai et al.Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
261	BATCH		SECOND- ORDER	HONDA AND MCKAY	K2	dq dt qe q	dq / dt = K2(qe - q)2	Cu(II)	peanut husk	wastewater	washed,dried,sieved	Zhai et al.Journal of Hazardous Materias 141(2007)163-167
262	BATCH		SECOND- ORDER	HONDA AND MCKAY	K2	dq dt qe q	dq / dt = K2(qe - q)2	basic blue 69	peat	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al.,Carbon 41(2003)487-495
263	BATCH		SECOND- ORDER	HONDA AND MCKAY	K2	dq dt qe q	dq / dt = K2(qe - q)2	acid blue 264	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al.,Carbon 41(2003)487-495
264	BATCH		SECOND- ORDER	HONDA AND MCKAY	K2	dq dt qe q	dq / dt = K2(qe - q)2	methylene blue	pinewood	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al.,Carbon 41(2003)487-495

265	BAT CH		SEC OND - ORD ---	HO AND MCKA Y	K2	$\frac{dq}{dt}$ $\frac{dq}{qe - q}$	$\frac{dq}{dt} = K2(qe - q)^2$	phenol	pinewo od	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
266	BAT CH		SEC OND - ORD ---	HO AND MCKA Y	K2	$\frac{dq}{dt}$ $\frac{dq}{qe - q}$	$\frac{dq}{dt} = K2(qe - q)^2$	3 - chloroph enol	pinewo od	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
267	BAT CH		SEC OND - ORD ---	HO AND MCKA Y	K2	$\frac{dq}{dt}$ $\frac{dq}{qe - q}$	$\frac{dq}{dt} = K2(qe - q)^2$	o - cresol	pinewo od	industrial wastes	dried, heated, activation	Tseng et al., Carbon 41(2003)487-495
268	BAT CH		SEC OND - ORD ---	HO AND MCKA Y	K2	$\frac{dq}{dt}$ $\frac{dq}{qe - q}$	$\frac{dq}{dt} = K2(qe - q)^2$					
269	BAT CH		SEC OND - ORD ---	HO AND MCKA Y	K2	$\frac{dq}{dt}$ $\frac{dq}{qe - q}$	$\frac{dq}{dt} = K2(qe - q)^2$					
270	BAT CH											
271	BAT CH											
272	BAT CH											
273	BAT CH											
274	BAT CH											
275	BAT CH											
276	BAT CH			REICH ENBER G			$Q = 1 - (6e - Bt/\pi^2)$	methyl parathion	waterm elon peels	spaying in corps, droplets of methyl parathion in the air fall on soil,	washed, dried, sieved	Memon et al, Chemical Engineering Journal 138(2008)616-621
277	COL UMN			BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	$\frac{u}{K} \frac{t}{C}$	$\ln[(C_i/C) - 1] = [(KNx)/u]$	Cr(VI)	Granual activate d carbon	wastewater, textile dyeing, chemical and pigments production	size of 2,5mm	Quintelas et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
278	COL UMN			BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	$\frac{u}{K} \frac{t}{C}$	$\ln[(C_i/C) - 1] = [(KNx)/u]$	Cr(VI)	rhizopu s arrhizus	wastewater		Preetha and Viruthagiri. Separation and Purification Technology 57(2007)126-133
279	COL UMN			BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	$\frac{u}{K} \frac{t}{C}$	$\ln[(C_i/C) - 1] = [(KNx)/u]$	Cr(VI)	Granual activate d carbon	textile dyeing, chemical and pigments production	washed in 60% nitric acid	Travares et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
280	COL UMN			BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	$\frac{u}{K} \frac{t}{C}$	$\ln[(C_i/C) - 1] = [(KNx)/u]$	methylen e blue	beech sawdust	wastewater	H2SO4	Batzias and Sidiras. Journal of Hazardous Materials 149(2007)8-17

281	COL UMN		BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	u t N K CI C	$\ln[(Ci/C)-1]=[(KNx)/u]$	methylen e blue	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H2SO4	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217
282	COL UMN		BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	u t N K CI C	$\ln[(Ci/C)-1]=[(KNx)/u]$	red basic 22	beech sawdust	wastewater, dyeing, textile, tannery, paint industry	prehydrolysis 1000C, 1,8M H2SO4	Batzias and Sidiras. Bioresource Technology 98(2007)1208-1217
283	COL UMN		BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	u t N K CI C	$\ln[(Ci/C)-1]=[(KNx)/u]$	methylen e blue	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl2	Batzias and Sidiras.Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
284	COL UMN		BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	u t N K CI C	$\ln[(Ci/C)-1]=[(KNx)/u]$	red basic 22	beech sawdust	dyeing, textile, tannery and paint industry	1h 20% w/v CaCl2	Batzias and Sidiras.Journal of Hazardous Materials B114(2004)167-174
285	COL UMN		BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	u t N K CI C	$\ln[(Ci/C)-1]=[(KNx)/u]$	methylen e blue	cedar sawdust	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
286	COL UMN		BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	u t N K CI C	$\ln[(Ci/C)-1]=[(KNx)/u]$	methylen e blue	crushed brick	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
287	COL UMN		BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	u t N K CI C	$\ln[(Ci/C)-1]=[(KNx)/u]$	Cr(VI)	chitin	contamination of waters by heavy metals	ground and sieved	Sag and Aktay.Process Biochemistry 36(2001)1187-1197
288	COL UMN		BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	u t N K CI C	$\ln[(Ci/C)-1]=[(KNx)/u]$	hazelnut scells	Methyle ne blue	recycle purpose / color removal from dyehouse effluents	the shells were washed with deionised water and dried in air over at 1000C for 24 h.	F.Ferrero Journal of Hazardous Materials 142 (2007) 144-152
289	COL UMN		BOHA RT- ADAM S	x (bed depth)	u t N K CI C	$\ln[(Ci/C)-1]=[(KNx)/u]$	hazelnut scells	Acid Violet	recycle purpose / color removal from dyehouse effluents	the shells were washed with deionised water and dried in air over at 1000C for 24 h.	F.Ferrero Journal of Hazardous Materials 142 (2007) 144-152
290	COL UMN		BDST	VO	NO CO Z tb ZO	$tb=((NO/COV O)/(Z-ZO))$	methylen e blue	cedar sawdust	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
291	COL UMN		BDST	VO	NO CO Z tb ZO	$tb=((NO/COV O)/(Z-ZO))$	methylen e blue	crushed brick	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
292	COL UMN		BDST	VO	NO CO Z tb ZO	$tb=((NO/COV O)/(Z-ZO))$	bismark brown	rubberw ood tree	wastewater, textile, dyeing industries	carbonized, activated by chemical, steam activation	Velan et al.Journal of Hazardous Materials B126(2005)63-70
293	COL UMN		BDST	VO	NO CO Z tb ZO	$tb=((NO/COV O)/(Z-ZO))$	hazelnut scells	Methyle ne blue	recycle purpose / color removal from dyehouse effluents	the shells were washed with deionised water and dried in air over at 1000C for 24 h.	F.Ferrero Journal of Hazardous Materials 142 (2007) 144-152
294	COL UMN		BDST	VO	NO CO Z tb ZO	$tb=((NO/COV O)/(Z-ZO))$	hazelnut scells	Acid Violet	recycle purpose / color removal from dyehouse effluents	the shells were washed with deionised water and dried in air over at 1000C for 24 h.	F.Ferrero Journal of Hazardous Materials 142 (2007) 144-152
295	COL UMN		BDST	VO	NO CO Z tb ZO	$tb=((NO/COV O)/(Z-ZO))$					
296	COL UMN		CLAR K	A r	CO C t	$(CO/C)n-1-1=Ae-rt$	methylen e blue	cedar sawdust	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)

297	COL UMN		CLAR K	A r	CO C t	(CO/C)n-1- l=Ae-rt	methylen e blue	crushed brick	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
298	COL UMN		CLAR K	A r	CO C t	(CO/C)n-1- l=Ae-rt	Cr(VI)	chitin	contamination of waters by heavy metals	ground and sieved	Sag and Aktay.Process Biochemistry 36(2001)1187-1197
299	COL UMN		CLAR K	A r	CO C t	(CO/C)n-1- l=Ae-rt					
300	COL UMN		CLAR K	A r	CO C t	(CO/C)n-1- l=Ae-rt					
301	COL UMN		WOLB ORSK A		C CO Ba NO t Cb CS	ln(C/CO)=(Ba CO/NO)t- Ba(Cb-CS)	methylen e blue	cedar sawdust	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
302	COL UMN		WOLB ORSK A		C CO Ba NO t Cb CS	ln(C/CO)=(Ba CO/NO)t- Ba(Cb-CS)	Cr(VI)	rhizopu s arrhizus	wastewater		Preetha and Viruthagiri.Separation and Purification Technology 57(2007)126-133
303	COL UMN		WOLB ORSK A		C CO Ba NO t Cb CS	ln(C/CO)=(Ba CO/NO)t- Ba(Cb-CS)	Cr(VI)	Granual activate d carbon	textile dyeing, chemical and pigments production	washed in 60% nitric acid	Travares et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
304	COL UMN		WOLB ORSK A		C CO Ba NO t Cb CS	ln(C/CO)=(Ba CO/NO)t- Ba(Cb-CS)	methylen e blue	crushed brick	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
305	COL UMN		WOLB ORSK A		C CO Ba NO t Cb CS	ln(C/CO)=(Ba CO/NO)t- Ba(Cb-CS)	Cr(VI)	Granual activate d carbon	wastewater, textile dyeing, chemical and pigments production	size of 2,5mm	Quintelas et al.Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
306	COL UMN		WOLB ORSK A		C CO Ba NO t Cb CS	ln(C/CO)=(Ba CO/NO)t- Ba(Cb-CS)	Cr(VI)	chitin	contamination of waters by heavy metals	ground and sieved	Sag and Aktay.Process Biochemistry 36(2001)1187-1197
307	COL UMN		YOON AND NELSO N	KYN	C CO t	ln(C/CO- C)=KYNt- t1/2KYN	Cr(VI)	Granual activate d carbon	textile dyeing, chemical and pigments production	washed in 60% nitric acid	Travares et al. Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
308	COL UMN		YOON AND NELSO N	KYN	C CO t	ln(C/CO- C)=KYNt- t1/2KYN					
309	COL UMN		YOON AND NELSO N	KYN	C CO t	ln(C/CO- C)=KYNt- t1/2KYN	Cr(VI)	Granual activate d carbon	wastewater, textile dyeing, chemical and pigments production	size of 2,5mm	Quintelas et al.Journal of Hazardous Material 153 (2008) 799-809
310	COL UMN		YOON AND NELSO N	KYN	C CO t	ln(C/CO- C)=KYNt- t1/2KYN	methylen e blue	cedar sawdust	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
311	COL UMN		YOON AND NELSO N	KYN	C CO t	ln(C/CO- C)=KYNt- t1/2KYN	methylen e blue	crushed brick	coloring paper, dyeing cottons,wools,coati ng for paper stock	washing, grinding, size classification by sieving	Hamdaoui.Journal of Hazardous Materials B 138(2006)
312	COL UMN		THOM AS	KTh	Co C qo X O Veff	ln((Co/C)-1)= (KThqoX/Q)- KTh(Co/O)Vef					