



Πολυτεχνείο Κρήτης- Τμήμα Μηχανικών
Περιβάλλοντος
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΕΙΑ, 4^ο Εξάμηνο

Ομάδα Ε
1^η Εργαστηριακή Άσκηση

Ημερομηνία : 27 Φεβρουαρίου 2019

Μέλη: Ευαγγέλου Παναγιώτης Α.Μ. 2017050109
Ολύμπιος Πέτρος Α.Μ. 2017050107
Χατζηαθανασίου Χρύσω Α.Μ. 2017050111
Κανναβιάς Χρύσανθος Α.Μ. 2017050104

ΣΚΟΠΟΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Σκοπός της συγκεκριμένης εργαστηριακής άσκησης είναι η μελέτη του φαινομένου της προσρόφησης. Συγκεκριμένα, μελετήσαμε την προσρόφηση οξικού οξέος (CH_3COOH) σε ενεργό άνθρακα (C) και προσδιορίσαμε της εναπομένουσας συγκέντρωσης οξικού οξέος στην ρευστή φάση με την βοήθεια της χημικής τιτλοδότησης, δηλαδή, την εξουδετέρωση χρησιμοποιώντας καυστικό νάτριο (NaOH).

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

Ως γνωστό οι επιφάνειες των στερεών ουσιών είναι πηγές ελκτικών δυνάμεων, διότι τα άτομα ή τα ιόντα τους είναι μονόπλευρα κεκορεσμένα. Απομένουν, έτσι, ελεύθερες μονάδες συγγένειας στις επιφάνειες ή διεπιφάνειες των στερεών που μπορούν να συγκρατήσουν ισχυρά ξένα άτομα ή μόρια άλλων ουσιών που βρίσκονται με αυτά σε επαφή. Το φαινόμενο αυτό της συγκράτησης, στις επιφάνειες των στερεών και υγρών ατόμων, μορίων και ιόντων άλλων ουσιών, ονομάστηκε **προσρόφηση**.

Τα σώματα που έχουν την ικανότητα να συγκρατούν μόρια ρευστών (υγρών ή αερίων) ονομάζονται προσροφητικά μέσα. Τέτοια είναι ο ενεργός άνθρακας, ενεργό αργίλιο, αλουμίνη και βοξίτης. Οι εργασίες προσρόφησης βασίζονται στις ιδιότητες ορισμένων πορώδων στερεών σωμάτων, δηλαδή όσο πιο πορώδες (μεγαλύτερη επιφάνεια του στερεού) είναι τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ποσότητα της προσροφημένης ουσίας.

Κάθε στερεή επιφάνεια παρουσιάζει προτίμηση στην προσρόφηση κάποιων ουσιών σε σχέση με κάποιες άλλες. Αυτό συμβαίνει γιατί η προσρόφηση είναι φαινόμενο εκλεκτικό. Το χαρακτηριστικό αυτό βρίσκει εφαρμογή στον τομέα της μηχανικής των διεργασιών διαχωρισμού, στην ανάπτυξη μεθόδων ανάλυσης και στην κατάλυση.

Η προσρόφηση διακρίνεται σε φυσική και χημική (χημειορρόφηση). Η διάκριση αυτή οφείλεται στο είδος των δεσμών που αναπτύσσονται μεταξύ της ροφημένης ουσίας και της στερεής επιφάνειας. Πιο συγκεκριμένα στη φυσική προσρόφηση οι δυνάμεις που αναπτύσσονται με την επιφάνεια είναι ασθενείς διαμοριακές τύπου VanderWaals, ενώ στην χημική, οι δυνάμεις που συγκρατούν τα προσροφημένα είδη στην επιφάνεια του στερεού έχουν σχέση με δυνάμεις χημικού δεσμού (ιοντικός και ομοιοπολικός).

Φυσική ρόφηση:

- Η θερμότητα ρόφησης είναι μικρή ($\Delta H_p < 5 \text{ kcal/mol}$)
- Χαμηλές θερμοκρασίες
- Πολυστοιβαδική ρόφηση
- Μη ειδική διεργασία

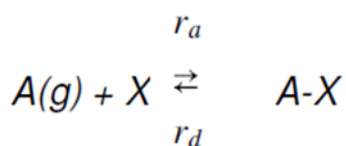
Χημική ρόφηση:

- Η θερμότητα ρόφησης είναι μεγάλη ($\Delta H_p = 10-100 \text{ kcal/mol}$)
- Υψηλές θερμοκρασίες
- Αυστηρά μονοστοιβαδική ρόφηση
- Ειδική διεργασία

Η μελέτη της χημικής ρόφησης πραγματοποιήθηκε από τους Langmuir, Freundlich και Temkin μέσω των ισόθερων καμπυλών. Σύμφωνα με την έρευνά του ο Langmuir υποστήριξε τις εξής παραδοχές:

1. Τα μόρια της ροφημένης ουσίας σχηματίζουν μονομοριακό στρώμα πάνω στην ενεργό επιφάνεια μέχρι την πλήρη κάλυψή της.
2. Όλες οι θέσεις στην ενεργό επιφάνεια είναι ισότιμες ως προς την ροφητική τους ικανότητα.
3. Τα ροφημένα είδη δεν αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.
4. Τα επιφανειακά σύμπλοκα έχουν ίδια δομή.

Η αμφίδρομη χημική αντίδραση του Langmuir σε ισορροπία:



Ο ρυθμός ρόφησης (r_a) και εκρόφησης (r_d) του είδους εκφράζεται από τις εξής σχέσεις:

$$r_a = k_a \cdot P_A \cdot \theta_u$$

$$r_d = k_d \cdot \theta_A$$

όπου: k_a και k_d είναι οι κινητικοί συντελεστές ρόφησης και εκρόφησης του A, θ_A είναι το ποσοστό των ενεργών θέσεων στο στερεό που έχουν καλυφθεί από το A και θ_u είναι το ποσοστό των ελεύθερων ενεργών θέσεων στην επιφάνεια.

Σε κατάσταση ισορροπίας και επειδή το σύστημα αφορά την ρόφηση ενός μόνο συστατικού (Α) έχουμε:

$$r_a=r_d \rightarrow k_a * P_A(1-\theta_A)=k_d * \theta_A \rightarrow \theta_A=\frac{K_A * P_A}{1+K_A * P_A} \text{ (εξίσωση Langmuir)}$$

Όπου $K_A=\frac{k_a}{k_d}$ (θερμοδυναμική σταθερά ρόφησης του Α)

Οι συντελεστές k_a και k_d υπακούουν στην μορφή της εξίσωσης Arrhenius.

$$K_A=\frac{k_a^0 * e^{-\frac{E_a}{RT}}}{k_d^0 * e^{-\frac{E_d}{RT}}} = K_A^0 * e^{\left[-\frac{(E_a-E_d)}{RT}\right]} = K_A^0 * e^{\left(\frac{-\Delta H_p}{RT}\right)}$$

Όπου: E_a και E_d είναι οι ενέργειες ενεργοποίησης της ρόφησης και της εκρόφησης του Α αντίστοιχα, ενώ k_a^0 και k_d^0 είναι οι προεκθετικοί παράγοντες ρόφησης και εκρόφησης του Α αντίστοιχως.

Από την κλίση της ευθείας που θα προκύψει από την γραφική παράσταση του $\ln K_A$ σε συνάρτηση το $\frac{1}{T}$ μπορούμε να υπολογίσουμε την θερμότητα ρόφησης ($-\Delta H_p$).

$$\rightarrow \ln K_A = \ln K_A^0 - \frac{\Delta H_p}{RT}$$

Γενικά, $\theta=\frac{V}{V_m}$ όπου V_0 όγκος που ροφήθηκε και V_m ο μέγιστος όγκος που μπορεί να ροφηθεί στο στερεό.

Έτσι η εξίσωση στην γραμμικοποιημένη μορφή της γράφεται ως εξής:

$$\frac{P_A}{V} = \frac{1}{K_A * V_m} + \frac{P_A}{V_m}$$

Από τους τύπους αυτούς μπορούμε να εξάγουμε γραμμικές γραφικές παραστάσεις και να υπολογίσουμε το μέγιστο όγκο αλλά και την σταθερά K_A .

Η επιφάνεια που καταλαμβάνει ένα μόριο ροφημένου είδους δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$a=1,09 * \left(\frac{M_i}{N_{AV} * \rho_i}\right)^{2/3} \text{ όπου } M_i \text{ είναι το μοριακό βάρος και } \rho_i \text{ η πυκνότητα.}$$

Η συνολική επιφάνεια στερεού ενεργή για ρόφηση δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$S_g = \frac{V_m * N_{AV}}{V} * a$$

Για την περιγραφή του φαινομένου της ρόφησης έχουμε την ισόθερμη Freundlich σύμφωνα με τον οποίο ισχύουν οι εξής παραδοχές:

1. Η ενθαλπία ρόφησης εξαρτάται από την κάλυψη $\rightarrow \Delta H_p = \Delta H_p^0 \ln \theta_A$
2. Η ισόθερμη Freundlich έχει την μορφή:

$$W = k \cdot C_{\text{ισ}}^{1/n}$$

Όπου: **W** είναι η ποσότητα της προσροφούμενης ουσίας που ροφάτε ανά μονάδα μάζας στερεού προσροφητή, **C_{ισ}** η συγκέντρωση της προσροφούμενης ουσίας στην φάση του ρευστού που είναι σε επαφή με το στερεό, όταν το σύστημα έρθει σε ισορροπία, **k** είναι η σταθερά εξαρτώμενη από την θερμοκρασία και την προσροφούμενη ουσία και **n** είναι μία άλλη σταθερά που παίρνει τιμές μεγαλύτερες της μονάδας.

Η εξίσωση του Freundlich σε λογαριθμική μορφή (γραμμικοποιημένη) είναι η εξής:

$$\text{Log}(W) = \log(k + (1/n)) \cdot \log(C_{\text{ισ}})$$

Χρησιμοποιώντας αυτήν την εξίσωση μπορούμε να υπολογίσουμε με ευκολία τις σταθερές **k** και **n** από την τεταγμένη και την κλίση της ευθείας στο επίπεδο $\log(W)$ συναρτήση του $\log(C)$.

Ένας άλλος που ασχολήθηκε με το φαινόμενο της προσρόφησης ήταν ο Temkin του οποίου η ισόθερμη έχει την μορφή: $\theta_A = k_1 \cdot \ln k_2 \cdot P_A$

Τέλος, όσον αφορά το φαινόμενο της φυσικής ρόφησης, μία ομάδα επιστημόνων απαρτιζόμενη από τους Brunauer, Emmet και Teller εξήγαγαν την ισόθερμη B.E.T.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

Για την εκτέλεση του πειράματος χρησιμοποιήσαμε τα εξής όργανα:

- Κωνικές φιάλες (250 ml)
- Σιφόνια
- Ποτήρια ζέσεως
- Υδροβολέας
- Πουάρ
- Συσκευή ανακίνησης κωνικών φιαλών
- Ενεργός άνθρακας
- Οξικό οξύ (1M)
- Καυστικό νάτριο
- Δείκτης φαινολοφθαλεΐνης
- Προχοΐδα

Αρχικά λήφθηκαν περίπου 200 ml οξικού οξέος CH_3COOH , συγκέντρωσης 1M και τοποθετήθηκαν σε κωνική φιάλη. Στη συνέχεια, παρασκευάστηκαν 5 διαλύματα οξικού οξέος συνολικού όγκου 100ml με τις ακόλουθες συγκεντρώσεις:

A διάλυμα: 1.00M

B διάλυμα: 0.50M

Γ διάλυμα: 0.25M

Δ διάλυμα: 0.125M

E διάλυμα: 0.10M

Στην συνέχεια, χρησιμοποιώντας τον τύπο της αραίωσης $C_{\text{αρχικό}} \cdot V_{\text{αρχικό}} = C_{\text{τελικό}} \cdot V_{\text{τελικό}}$ υπολογίσαμε την ποσότητα του όγκου που χρειάζεται για το αρχικό διάλυμα. Ακολουθώντας με το σιφώνιο βάλαμε την προκαθορισμένη ποσότητα οξικού οξέος (CH_3COOH) στην ογκομετρική φιάλη και γεμίσαμε με απιονισμένο νερό ως τη χαραγή με την βοήθεια του υδροβολέα. Τα διαλύματα που προέκυψαν τα τοποθετήσαμε σε κωνικές φιάλες. Μετέπειτα, από τους εργαστηριακούς βοηθούς μας δόθηκαν πέντε ζυγισμένες ποσότητες ενεργού άνθρακα ($\approx 1.5\text{g}$) τις οποίες προσθέσαμε στο κάθε διάλυμα. Οι κωνικές φιάλες, στη συνέχεια, τοποθετήθηκαν στη συσκευή ανακίνησης για 10 λεπτά. Με τη χρήση σιφονιού ογκομετρήσαμε από τα διαλύματα A και B 2 ml διαλύματος, 5 ml από το Γ και 10 ml από το Δ και E διάλυμα. Οι παραπάνω ποσότητες τοποθετήθηκαν σε πέντε διαφορετικά ποτήρια ζέσεως όπου και προστέθηκαν 2-3 σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Αρχίσαμε να αναδεύουμε το ποτήρι ζέσεως ενώ ταυτόχρονα προσθέταμε σταγόνες καυστικού νατρίου (NaOH) μέσω της προχοΐδας. Για να δημιουργήσουμε το τυφλό διάλυμα τοποθετήσαμε 0,1 ml απιονισμένου νερού σε ένα ποτήρι ζέσεως και μερικές σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Τέλος, για το κάθε διάλυμα πραγματοποιήθηκε ογκομέτρηση με την χρήση καυστικού νατρίου (NaOH). Επίσης, πραγματοποιήθηκε ογκομέτρηση και για το τυφλό διάλυμα.

Παρουσίαση πειραματικών αποτελεσμάτων:

Διάλυμα	V που ογκο. (ml)	m _C (g)	V _{αρχικό} (ml)	V _{τελικό} (ml)	ΔV _{NaOH} (ml)
A	2	1.46	0.7	20.2	19.5
B	2	1.47	20.2	29.2	9.0
Γ	5	1.48	29.2	39.7	10.5
Δ	10	1.53	4.9	14.4	9.5
E	10	1.55	14.4	21.6	7.2
Τυφλό	-	-	-	-	0.1

Πίνακας 1: Παρουσίαση πειραματικών αποτελεσμάτων

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ:

Διάλυμα	Συγκέντρωση C (M)	m _C (g)	m _{αρχ.} CH ₃ COOH (g)	V _{NaOH} (-V _{τυφλού}) (ml)	C _{ισ.} CH ₃ COOH (M)	m _{ισ.} CH ₃ COOH στα 100 ml (g)	X (g)	W=X/m _C (g)	logW	logC _{ισ}
A	1	1.46	6.0	19.5-0.1=19.4	0.97	5.82	0.18	0.12	-0.92	-0.01
B	0.5	1.47	3.0	9.0-0.1=8.9	0.45	2.7	0.30	0.20	-0.70	-0.35
Γ	0.25	1.48	1.5	10.5-0.1=10.4	0.21	1.26	0.24	0.16	-0.80	-0.68
Δ	0.125	1.53	0.75	9.5-0.1=9.4	0.09	0.54	0.21	0.14	-0.85	-1.05
E	0.10	1.55	0.60	7.2-0.1=7.1	0.07	0.42	0.18	0.12	-0.92	-1.15

Πίνακας 2: Παρουσίαση αποτελεσμάτων επεξεργασίας.

Ο παραπάνω πίνακας συμπληρώθηκε με τους παρακάτω υπολογισμούς:

- Αρχική μάζα οξικού οξέος

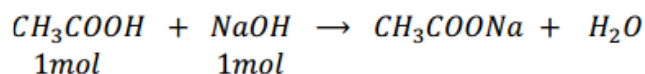
$$C_{\alpha\rho\chi} = \frac{n_{CH_3COOH}}{V} \text{ όπου } V=100\text{ml}=0,1\text{L}$$

$$\Rightarrow n_{CH_3COOH} = C_{\alpha\rho\chi} * V = 1 * 0,1 = 0,1\text{mol}$$

$$Mr_{CH_3COOH} = 60 \frac{g}{mol}$$

$$n_{CH_3COOH} = \frac{m_{CH_3COOH}}{Mr_{CH_3COOH}} \Rightarrow m_{CH_3COOH} = n_{CH_3COOH} * Mr_{CH_3COOH} = 0,1 * 60 \Rightarrow m_{CH_3COOH} = 6\text{g}$$

- Συγκέντρωση οξικού οξέος σε ισορροπία



$$n_{CH_3COOH} = n_{NaOH} \Rightarrow$$

$$C_{CH_3COOH} * V_{CH_3COOH} = C_{NaOH} * V_{NaOH} \Rightarrow$$

$$C_{CH_3COOH} = \frac{C_{NaOH} * V_{NaOH}}{V_{CH_3COOH}} = \frac{0,1 * 19,4 * 10^{-3}}{2 * 10^{-3}} = 0,97 \text{ M}$$

- Μάζα ισορροπίας του οξικού οξέος στα 100ml

$$C_{\iota\sigma} = \frac{n_{CH_3COOH}}{V} = \frac{\frac{m}{Mr}}{V} \Rightarrow m = C * V * Mr = 0,97 * 0,1 * 60 \Rightarrow m = 5,82 \text{ g}$$

- Εύρεση X

$$X = m_{CH_3COOH}(\alpha\rho\chi\iota\kappa\acute{o}) - m_{CH_3COOH}(\iota\sigma\omicron\rho\rho\omicron\pi\iota\alpha\varsigma) = 6 - 5,82 = 0,18\text{g}$$

- Γραμμάρια οξικού οξέος που προσροφήθηκαν ανά γραμμάριο ενεργού άνθρακα

$$W = \frac{X}{m_C} = \frac{0,18}{1,46} = 0,12\text{g}$$

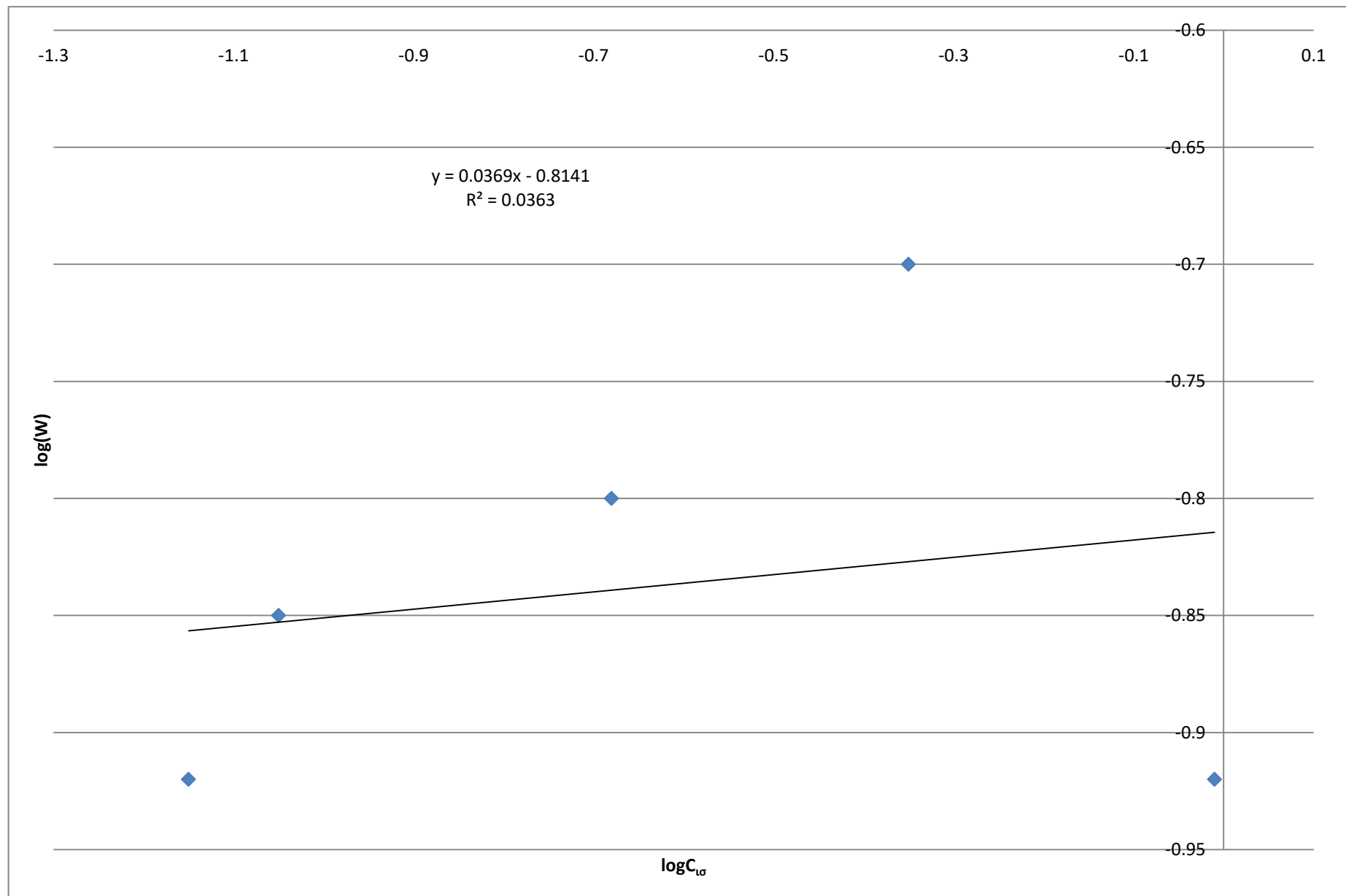
Λογαριθμίζοντας έχουμε: **$\log W = -0.92$** και **$\log C_{10} = -0.01$**

Οι παραπάνω υπολογισμοί αφορούν το διάλυμα Α. Για τα υπόλοιπα διαλύματα, ο πίνακας συμπληρώθηκε με τον αντίστοιχο τρόπο.

Ακολούθως λογαριθμίστηκαν τα X και W και κατασκευάστηκε το ακόλουθο διάγραμμα, από το οποίο προκύπτει η εξίσωση καλύτερης ευθείας:



$$y = 0,0369x - 0,8141$$



Από την εξίσωση της καλύτερης ευθείας και με τη βοήθεια της ημιεμπειρικής εξίσωσης Freundlich την οποία προσαρμόσαμε στα πειραματικά δεδομένα προκύπτει ότι:

$$Y=0,0369x-0,8141$$

$$\text{Log}(k)=-0,8141$$

$$\frac{1}{n}=0,0369$$

$$\text{Log}(W(=\log(k+\frac{1}{n}(*\log(C_{15}))))$$

$$\text{Log}(k)=-0,8141 \rightarrow k=10^{-0,8141} \rightarrow k=0,153$$

$$\frac{1}{n}=0,0369 \rightarrow n=27.1$$

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως παρατηρείται από τον Πίνακα 1, η ποσότητα του οξικού οξέος μειώθηκε, γεγονός που είναι αναμενόμενο αφού ορισμένη ποσότητα αυτού προσροφήθηκε από την επιφάνεια του ενεργού άνθρακα. Στη συνέχεια, όπως είναι φανερό από το διάγραμμα που κατασκευάστηκε τα 4 σημεία απέχουν αρκετά από την καλύτερη ευθεία. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι οι μετρήσεις μας δεν παρουσιάζουν μεγάλη ακρίβεια αφού θα έπρεπε τα σημεία να προσεγγίζουν όσο το δυνατό περισσότερο την ευθεία (πιο κοντά). Αυτό πιθανόν να οφείλεται σε τυχόν σφάλματα που προέκυψαν κατά την εκτέλεση του πειράματος. Πρώτον, οι ζυγισμένες ποσότητες ενεργού άνθρακα που μας δόθηκαν προσέγγιζαν το 1.5 γραμμάριο χωρίς όμως να είναι απόλυτα ακριβής μιας και ήταν με 2 δεκαδικά ψηφία. Ως αποτέλεσμα εμφανίζεται μια επιπλέον απόκλιση στις πειραματικές μετρήσεις ανεξάρτητα από την διαφορά που θα υπάρχει στην προσροφούμενη ποσότητα οξικού οξέος λόγω των διαφορετικών συγκεντρώσεων των διαλυμάτων. Έπειτα από την ανακίνηση των διαλυμάτων, οι κωνικές φιάλες παρέμειναν ακίνητες για μερικά λεπτά ώσπου να μεταφερθεί δείγμα διαλύματος στο ποτήρι ζέσεως. Αποτέλεσμα αυτής της καθυστέρησης είναι ένα μέρος του ενεργού άνθρακα να καθιζάνει στον πυθμένα της κωνικής φιάλης και τα διαλύματα να μην είναι πλήρως ομοιογενείς, πράγμα που επηρέασε την διήθηση. Τέλος ένα ακόμα σφάλμα μπορεί να προέκυψε από την λάθος ανάγνωση του παρατηρητή κατά τη διάρκεια του πειράματος. Στη συνέχεια από την εξίσωση της καλύτερης ευθείας και με τη βοήθεια της ημιεμπειρικής εξίσωσης Freundlich την οποία προσαρμόσαμε στα πειραματικά δεδομένα προκύπτουν οι συντελεστές k και n . Η σταθερά k εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την προσροφούμενη ουσία. Πιο συγκεκριμένα στον εργαστηριακό χώρο οι συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης διαφοροποιούνται. Παρόλα ταύτα για την διεξαγωγή των αποτελεσμάτων ($k=0,153$) θεωρούνται ιδανικές και δεν λαμβάνονται υπόψη. Πρέπει να

σημειωθεί ότι η τιμή του n αναμένεται να είναι μεγαλύτερη της μονάδας, ωστόσο στην συγκεκριμένη περίπτωση αν και ισχύει είναι πολύ μεγαλύτερη ($n=27,1$). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί ως εξής: Η τιμή του n εξαρτάται έμμεσα από την τιμή του X καθώς το W ισούται με $W=X/m_c$, επομένως ο λογάριθμος του W θα μεταβάλει την τελική τιμή του n . Η τιμή του X ήταν αναμενόμενο να μειωθεί αλλά όπως παρατηρείται από τον πίνακα 1 αυτό δεν ισχύει για τα διαλύματα Γ και Ε. Αυτό πιθανόν να οφείλεται σε πειραματικά σφάλματα που συνέβησαν στο εργαστήριο κατά την διεξαγωγή της ογκομέτρησης.

ΑΣΚΗΣΗ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ

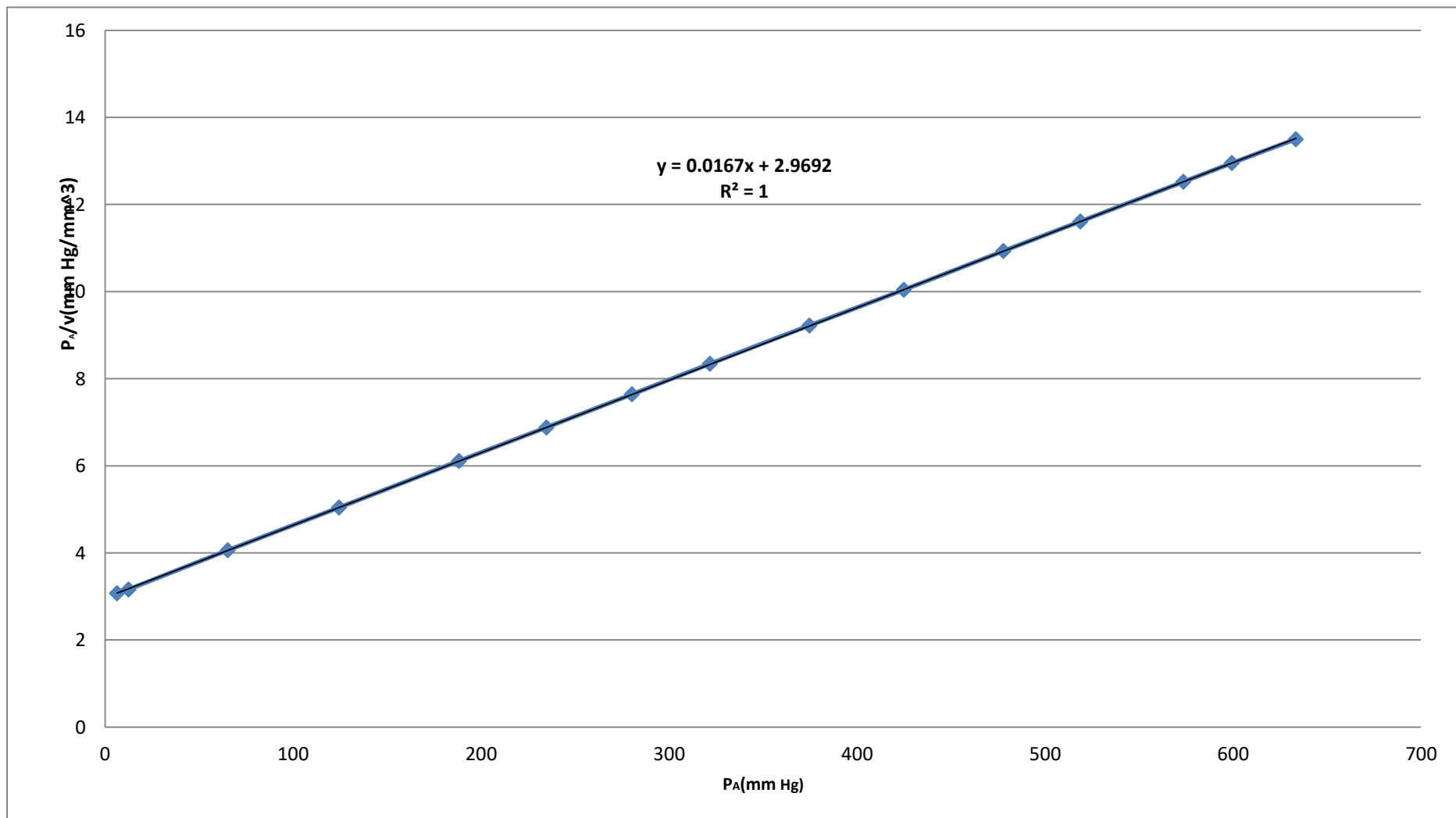
$P_A(\text{mmHg})$	Ροφημένος Όγκος $\text{C}_2\text{H}_6(\text{cm}^3\text{STP/g στ.})$	$P_A/V (\text{g*mmHg/cm}^3)$
6.36	2.072	3.07
12.41	3.93	3.16
65.31	16.09	4.06
124.44	24.69	5.04
188.24	30.81	6.11
234.75	34.12	6.88
280.22	36.68	7.64
321.71	38.57	8.34
374.61	40.63	9.22
424.93	42.32	10.04
477.83	43.72	10.93
518.81	44.69	11.61
573.61	45.81	12.52
599.37	46.28	12.95
633.43	46.92	13.50

Πίνακας 2: Πειραματικά δεδομένα

Μετά τον υπολογισμό του πηλίκου P_A/V φτιάξαμε την γραφική παράσταση που ακολουθεί και ελέγξαμε εάν τα δεδομένα δίνουν ευθεία γραμμή. Αυτό έγινε σύμφωνα με την γραμμικοποιημένη εξίσωση Langmuir:

$$\frac{P_A}{V} = \frac{1}{K_A * V_m} + \frac{P_A}{V_m}$$

Ακολουθεί η γραφική παράσταση της γραμμικοποιημένης εξίσωσης Langmuir.



Όπως παρατηρούμε από το παραπάνω διάγραμμα η τεταγμένη ισούται με 2,97 και από την κλίση της ευθείας έχουμε $\frac{1}{V_m \cdot K} = 2,97$

Επιπλέον, η κλίση υπολογίζεται ως εξής: $\frac{1}{V_m} = 0,0167 \Rightarrow V_m = 59,88 \frac{\text{cm}^3 \text{ροφημένου}}{\text{g στερεού}}$ και

$$K = \frac{1}{V_m \cdot 2,97} = 5,62 \cdot 10^{-3} (\text{mm Hg})^{-1}$$

Όπως προαναφέρθηκε η επιφάνεια που καταλαμβάνει ένα μόριο ροφημένου είδους δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\alpha = 1,09 \cdot \left(\frac{M_{C_6H_6}}{N_{AV} \cdot \rho} \right)^{2/3}$$

Όπου $\rho = 0,3549 \text{ gr/cm}^3$, η πυκνότητα του υγροποιημένου αιθανίου C_2H_6 .

Έτσι προκύπτει ότι:

$$\alpha = 1,09 \cdot \left(\frac{M_{C_6H_6}}{N_{AV} \cdot \rho} \right)^{2/3} = 1,09 \cdot \left(\frac{30}{6,023 \cdot 10^{23} \cdot 0,3549} \right)^{2/3} = 2,95 \cdot 10^{-15} \text{ cm}^2$$

Η συνολική επιφάνεια του στερεού δίνεται από:

$$S_g = \frac{V_m \cdot N_{AV}}{V} \cdot \alpha = \frac{59,88 \cdot 6,023 \cdot 10^{23}}{22400} \cdot 2,95 \cdot 10^{-15} = 473,36 \frac{\text{m}^2}{\text{g}_{\text{στ.}}}$$

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ιωάννης Γεντεκάκης, 2010, Φυσικές διεργασίες ανάλυση και σχεδιασμός, εκδόσεις κλειδάριθμος Ιωάννης Γεντεκάκης, 2010.
2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΕΙΑΣ.
3. http://jupiter.chem.uoa.gr/pchem/courses/labs/guide_II-10.pdf