

**ΑΣΚΗΣΗ 6^Η ΓΕΩΧΗΜΕΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ- ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ ΟΡΥΚΤΩΝ****Εισαγωγή**

Στόχος της άσκησης είναι η κατανόηση αρχών της θερμοδυναμικής και των χημικών ιδιοτήτων χημικών ιζημάτων μέσα από την πειραματική διαδικασία. Θα προσδιορίσετε τη διαλυτότητα 2 αλάτων (αλίτη – NaCl και συλβίνη- KCl) σε διαφορετικές θερμοκρασίες. Επίσης θα διερευνηθεί η σχέση ενεργότητας και συγκέντρωσης, θα γίνει πειραματικός προσδιορισμός της σταθεράς ισορροπίας K_{eq} και θα υπολογιστεί η αναλυτική ακρίβεια και η επαναληψιμότητα των προσδιορισμών σας.

Σκεύη και υλικά του πειράματος

Ποτήρι ζέσεως 100 ml, ποτήρι ζέσεως 50 ml, γυάλινη ράβδος, ηλεκτρονικό θερμόμετρο, ογκομετρικός κύλινδρος, σιφώνιο 10 ml, σιφώνιο 20 ml, χρονόμετρο, υδροβολέας, ψυγείο, θερμική εστία, ζυγός ακριβείας, αλίτης (NaCl), συλβίνης (KCl), απεσταγμένο νερό.

Μέρος 1^ο - Αλίτης

1. Για τη διαλυτότητα του αλίτη (NaCl) στο νερό θα γίνουν 3 σειρές μετρήσεων, από δύο σε ψυχρό, θερμοκρασία δωματίου και θερμό νερό. Τα δείγματα νερού θα τοποθετηθούν σε ποτήρια ζέσεως 100 ml.

Δείγματα ψυχρού και θερμού νερού:

2. Ογκομετρήστε με ογκομετρικό κύλινδρο 45 ml ψυχρού ή θερμού απεσταγμένου νερού σε ποτήρια ζέσεως 100 ml.
3. Στον πάγκο εργασίας σας έχουν ζυγιστεί 30 g αλίτη μέσα σε πλαστικό ποτήρι στο ζυγό ακριβείας. Προσθέστε προσεκτικά και χωρίς απώλειες τον αλίτη στο ποτήρι ζέσεως με το απεσταγμένο νερό.
4. Αναδεύστε έντονα με γυάλινη ράβδο για 2 λεπτά.
5. Επιστρέψτε τα δείγματα στο ψυγείο ή στην εστία θέρμανσης (! **προσοχή ώστε η θερμοκρασία του διαλύματος να μην ξεπεράσει τους 40 °C**) και σημειώστε τη θερμοκρασία επώασης των δειγμάτων στο τετράδιό σας.
6. Αφήστε τα δείγματα να επωαστούν για την επόμενη μισή ώρα.

Δείγματα θερμοκρασίας δωματίου:

7. Στον πάγκο εργασίας σας, έχουν ζυγιστεί 30 g αλίτη μέσα σε πλαστικό ποτήρι στο ζυγό ακριβείας. Θερμομετρήστε βυθίζοντας τον αισθητήρα του ηλ. θερμομέτρου στο ποτήρι με τον αλίτη και σημειώστε τη θερμοκρασία του υλικού στον ακόλουθο πίνακα.
8. Ογκομετρήστε με ογκομετρικό κύλινδρο ακριβώς 50 ml απιονισμένο νερό στο ποτήρι ζέσεως 100 ml και σημειώστε τη θερμοκρασία του.
9. Αργά και προσεκτικά προσθέστε το άλας στο νερό, χωρίς να έχετε απώλειες. Αναδεύετε συνεχώς επί 2 λεπτά με το στέλεχος του ηλεκτρονικού θερμόμετρου. Θερμομετρήστε το διάλυμα και **σημειώστε την ακραία τιμή της θερμοκρασίας (υψηλή ή χαμηλή)** στον παρακάτω πίνακα. Βεβαιωθείτε ότι το διάλυμα σας παραμένει υπερκορεσμένο σε αλίτη.

Αλίτης (αρχικά) °C	H ₂ O (αρχικά) °C	Αλατόνερο °C

10. Τι μεταβολή παρατηρήσατε στη θερμοκρασία του διαλύματος;

Τα ακόλουθα στάδια εφαρμόζονται για όλα τα διαλύματα (ψυχρά, θερμά, θερμοκρασίας δωματίου)

11. Όταν είστε βέβαιοι ότι το διάλυμά σας είναι υπερκορεσμένο και η θερμοκρασία του σταθερή:
 - a. Ζυγίστε κάθε ένα από τα άδεια ποτήρια ζέσεως 50 ml και σημειώστε το ακριβές βάρος στον Πίνακα της επόμενης σελίδας



- Θερμομετρήστε το διάλυμα (χωρίς να ακουμπήσει ο αισθητήρας του θερμομέτρου στο ίζημα)
- Ογκομετρήστε με σιφώνιο, προσεκτικά 10 ml από το διάλυμα στο ποτήρι **χωρίς να περάσουν κρύσταλλοι άλατος** σε αυτό
- Ζυγίστε το ποτήρι με το διάλυμα και σημειώστε το βάρος
- Τοποθετήστε το ποτήρι στη θερμική εστία (αμμόλουτρο) και αφήστε το νερό να εξατμιστεί προσέχοντας να μην υπάρχουν απώλειες λόγω έντονου βρασμού
- Μετά την πλήρη εξάτμιση αφήστε το ποτήρι να κρυώσει και ζυγίστε πάλι. Σημειώστε το βάρος
- Υπολογίστε την μοριακότητα του διαλύματος (moles/ L).

Τα βάρη των ζυγίσεων σημειώνονται στον ακόλουθο πίνακα

Δείγμα	Θερ/σία °C	Άδειο ποτήρι (g)	Ποτήρι + διάλυμα (g)	Ποτήρι + ίζημα (g)	Διάλυμα (g)	Άλας (g)	H ₂ O (g)	H ₂ O (L)
Ψ1Α								
Ψ2Α								
Θ1Α								
Θ2Α								
Π1Α								
Π2Α								
Ψ1Β								
Ψ2Β								
Θ1Β								
Θ2Β								
Π1Β								
Π2Β								

Μέρος 2^ο - Συλβίνης

Η διαλυτότητα του συλβίνης (KCl) θα μετρηθεί μόνο σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

- Στον πάγκο εργασίας σας έχουν ζυγιστεί 15 g συλβίνης σε πλαστικό ποτήρι. Θερμομετρήστε βυθίζοντας τον αισθητήρα του ηλ. θερμομέτρου στο ποτήρι με τον συλβίνης και σημειώστε τη θερμοκρασία του υλικού στον ακόλουθο πίνακα.
- Σε ποτήρι ζέσεως 100 ml ογκομετρήστε με ογκομετρικό κύλινδρο 50 ml απεσταγμένο νερό θερμοκρασίας δωματίου και σημειώστε τη θερμοκρασία
- Αργά και προσεκτικά προσθέστε το άλας στο νερό αναδεύοντας συνεχόμενα επί 2 λεπτά με το στέλεχος του θερμόμετρου. Σημειώστε την ακραία τιμή της θερμοκρασίας που μετρήσατε (υψηλότερη ή χαμηλότερη της αρχικής) στον παρακάτω πίνακα. Βεβαιωθείτε ότι το διάλυμα σας παραμένει υπερκορεσμένο σε συλβίνης.

Συλβίνης (αρχικά) °C	H ₂ O (αρχικά) °C	Αλατόνερο °C

- Τι μεταβολή παρατηρήσατε στη θερμοκρασία του διαλύματος; Να συγκρίνετε με τη μεταβολή που παρατηρήσατε για τον αλίτη.
- Όταν είστε βέβαιοι ότι το διάλυμά σας είναι υπερκορεσμένο και η θερμοκρασία του σταθερή:
 - Ζυγίστε ένα καθαρό ποτήρι ζέσεως 50 ml και σημειώστε το βάρος
 - Θερμομετρήστε το διάλυμα
 - Ογκομετρήστε προσεκτικά 20 ml από το διάλυμα στο ποτήρι χωρίς να περάσουν κρύσταλλοι άλατος σε αυτό
 - Ζυγίστε το ποτήρι με το διάλυμα και σημειώστε το βάρος
 - Τοποθετήστε το ποτήρι στη θερμική εστία και αφήστε το νερό να εξατμιστεί προσέχοντας να μην υπάρχουν απώλειες λόγω έντονου βρασμού



- f. Μετά την πλήρη εξάτμιση αφήστε το ποτήρι να κρυσώσει και ζυγίστε πάλι.
g. Υπολογίστε τη μοριακότητα του διαλύματος (moles/ L).

17. ΚΑΘΑΡΙΣΤΕ ΟΛΑ ΤΑ ΠΟΤΗΡΙΑ- αδειάστε στο πλαστικό δοχείο που θα σας υποδειχθεί ώστε να ανακυκλωθούν τα αντιδραστήρια

Τα βάρη των ζυγίσεων σημειώνονται στον ακόλουθο πίνακα

Δείγμα	Θερ/σία °C	Άδειο ποτήρι (g)	Ποτήρι + διάλυμα (g)	Ποτήρι + ίζημα (g)	Διάλυμα (g)	Άλας (g)	H ₂ O (g)	H ₂ O(L)
Σ1A								
Σ2A								
Σ1B								
Σ1B								

Ολοκλήρωση της άσκησης και ζητούμενα

- Με ανταλλαγή των δεδομένων κάθε φοιτητής θα λάβει τις συνολικές εργαστηριακές μετρήσεις της άσκησης.
- Κάθε φοιτητής θα παραδώσει γραπτή έκθεση η οποία θα πρέπει να περιλαμβάνει τα ακόλουθα:
 - Μεθοδολογία- περιλήψη των ενεργειών σας στο εργαστήριο.
 - Υπολογισμούς, σύμφωνα με τη θεωρία** του μαθήματος. Συγκεκριμένα:
 - Με βάση τα θερμοδυναμικά δεδομένα (αρχείο- thermodynamicdata.xls στο e-class) υπολογίστε την K_{eq} στο σημείο κορεσμού για τον αλίτη και τον συλβίνη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (25 °C).
 - Χρησιμοποιώντας την εξίσωση van't Hoff υπολογίστε το γινόμενο διαλυτότητας K_t για τον αλίτη και τον συλβίνη στις διαφορετικές θερμοκρασίες του πειράματος

[Εξίσωση van't Hoff:

$$\ln K_t = \ln K_{eq} + \frac{\Delta H R^0}{R} \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T_t} \right)$$

όπου: K_t = σταθερά ισορροπίας σε θερμοκρασία t , K_r = σταθερά ισορροπίας στους 25 °C, T_t = θερμοκρασία t , $T_r = 298.15$ K (25 °C), $R = 8.314 \times 10^{-3}$ KJ / mol K]

- Πώς επιδρά η μεταβολή της θερμοκρασίας στη διαλυτότητα των δύο ορυκτών;
- iii. **Με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα**, υπολογίστε τον συντελεστή ενεργότητας των διαλυμένων ιόντων σε κάθε θερμοκρασία χρησιμοποιώντας το κατάλληλο μοντέλο (Debye- Huckel ή Truesdell-Jones) και δικαιολογήστε την επιλογή μοντέλου που χρησιμοποιήσατε.

Δίνονται οι παράμετροι:

°C	A	B	°C	A	B
0	0.4912	0.3248	25	0.5094	0.3289
5	0.4942	0.3254	30	0.5138	0.3299
10	0.4976	0.3262	35	0.5185	0.3310
15	0.5012	0.3270	40	0.5235	0.3322
20	0.5052	0.3279	45	0.5287	0.3334



Ιόν	Debye- Huckel		Truesdell-Jones	
	α_i (Å)		α_i (Å)	b
Na ⁺	4.0		4.32	0.06
K ⁺	3.0		3.71	0.01
Cl ⁻	3.0		3.71	0.01

Στη συνέχεια υπολογίστε τις ενεργότητες των ιόντων και το γινόμενο διαλυτότητας για τον συλβίνη και τον αλίτη σε όλες τις θερμοκρασίες. Να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων σας με τους θεωρητικούς υπολογισμούς της K_{eq} και K_L

Στα αποτελέσματα που θα παρουσιάσετε θα πρέπει να περιλαμβάνονται:

- i. Γράφημα των αποτελεσμάτων στο οποίο θα γίνεται σύγκριση της διαλυτότητας του αλίτη στις διάφορες θερμοκρασίες. Για να φτιάξετε το γράφημα (διάγραμμα διασποράς) θα χρησιμοποιήσετε τη μέση τιμή των μετρήσεων σας σε κάθε θερμοκρασία και σε κάθε σημείο θα προσθέσετε γραμμές σφάλματος οι οποίες θα αντιστοιχούν σε μία τυπική απόκλιση εκατέρωθεν της μέσης τιμής για τη θερμοκρασία και τη διαλυτότητα.
- ii. Γράφημα σύγκρισης της διαλυτότητας αλίτη- συλβίνη σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (παρόμοια με παραπάνω)
- iii. Σύντομη συζήτηση της επίδρασης της θερμοκρασίας στη διαλυτότητα των δύο ορυκτών
- iv. Σχόλια για την αβεβαιότητα των αποτελεσμάτων σας και προσδιορισμό πιθανών πηγών σφαλμάτων.