ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ

Νίκος Χαραλαμπάκης , Χημικός, συνεργάτης ΕΚΦΕ Ηλείας

Ηλίας Καλογήρου, Υπεύθυνος ΕΚΦΕ Ηλείας

ΣΤΟΧΟΙ

1. Να μετράμε τη θερμότητα διάλυσης μιας ουσίας.
2. Να μελετήσουμε ένα ενδόθερμο φαινόμενο.
3. Να συσχετίζουμε στην πράξη τις έννοιες της θερμότητας και της θερμοκρασίας.
4. Να συνδέσουμε τη μεταβολή της θερμοκρασίας κατά τη διάλυση με μια εφαρμογή

ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΧΗΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

1. Ζυγός ακρίβειας ±0,1g
2. 2 κυπελλάκια τύπου coffee-cup (από styrofoam)
3. Μία τάπα από φελιζόλ ή φελλό για το κύπελλο
4. 1 θερμόμετρο (ψηφιακό) ακρίβειας ±0,1οC
5. Χλωριούχο αμμώνιο (ΝΗ4Cl)
6. Απιονισμένο νερό

ΠΡΟΕΡΓΑΣΙΑ

Τοποθετούμε σφιχτά το ένα κύπελλο μέσα στο άλλο και φροντίζουμε η τάπα που κατασκευάσαμε να εφαρμόζει όσο το δυνατόν καλύτερα. Στο κέντρο της τάπας προσαρμόζουμε το θερμόμετρο (εικ.1). Μόλις κατασκευάσαμε το θερμιδόμετρό μας.



Εικ.2

Εικ.1

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

 Ζυγίζουμε 97,3 g απιονισμένου νερού στο θερμιδόμετρο και κλείνουμε το καπάκι με το θερμόμετρο ώστε να μετρηθεί η θερμοκρασία του νερού. Εν τω μεταξύ ζυγίζουμε 2,7g χλωριούχο αμμώνιο (NH4Cl). Καταγράφουμε την ένδειξη της θερμοκρασίας του νερού και κατόπιν προσθέτουμε όλο το χλωριούχο αμμώνιο στο νερό, κλείνοντας αμέσως το καπάκι .

 Κρατώντας το θερμιδόμετρο από ψηλά και με περιστροφικές κινήσεις, ανακατεύουμε για λίγα δευτερόλεπτα το περιεχόμενο (εικ.2). Ταυτόχρονα παρατηρούμε την ένδειξη του θερμομέτρου και σημειώνουμε την χαμηλότερη τιμή.

Δίνεται η ειδική θερμοχωρητικότητα του νερού : cv = 1cal/g.grad

Φύλλο εργασίας (συμπληρωμένο)

|  |  |
| --- | --- |
| mΗ2Ο (g) | 97,3 |
| mNH4Cl (g) | 2,7 |
| mολ (g) | 100 |
| θαρχ. (οC) | 25,6 |
| θτελ. (οC) | 23,7 |
| Δθ (οC) | 1,9 |
| pH  | 5 |
| Q=mολcΔθ (cal) | 190 |
| ΔΗsolNH4Cl  | 3,8 Kcal/mol |

Υπολογισμός mol NH4Cl (Δίνονται οι Αr : Η=1, Ν = 14, Cl=35,5) :

n=m/Mr = 2,7g / 53,5g/mol ≈ 0,05 mol

Υπολογισμός Q :

Q = mcΔθ = 100.1.1,9 cal= 190 cal

Υπολογισμός ΔΗsolNH4Cl :

0,05 mol απελευθερώνουν 190 cal

1 mol χ; , χ = 3800 cal

Άρα ΔΗsolNH4Cl= 3,8 Kcal/mol

Με βάση το παραπάνω αποτέλεσμα να υπολογίσετε την πτώση της θερμοκρασίας που θα συμβεί, αν επαναλάβετε το πείραμα με την ίδια ποσότητα χλωριούχου αμμωνίου και την τριπλάσια μάζα διαλύματος:

Δθ = Q/m.c = 190/300.1 oC = 0,63 oC

Που οφείλεται η μείωση της θερμοκρασίας του διαλύματος ;

Η ενέργεια που απορροφάται για τη διάσταση του κρυστάλλου NH4Cl και για τη διάσπαση των δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού, είναι μεγαλύτερη από αυτή που απελευθερώνεται κατά την εφυδάτωση των ιόντων. Δηλαδή το φαινόμενο είναι ενδόθερμο.

Που οφείλεται η μεταβολή του pH ;

Οφείλεται στην παρουσία των όξινων ιόντων αμμωνίου :

NH4Cl → NH4+ + Cl-

NH4+ + H2O ↔ NH3 + H3O+

Μπορείτε να βρείτε μια εφαρμογή ενός ενδόθερμου φαινομένου από την καθημερινότητα;

Εφαρμογή ενδόθερμης διάλυσης έχουμε στα instant cold packs . Αυτά αποτελούνται από δύο σακούλες. Η μία περιέχει νερό μέσα σε μια σακούλα που περιέχει νιτρικό αμμώνιο, νιτρικό ασβέστιο ή ουρία. Όταν η εσωτερική σακούλα του νερού σπάσει με συμπίεση της συσκευασίας, διαλύει το στερεό ( ενδοθερμική διάλυση).

**Παρατηρήσεις**

1)Οι μετρήσεις των πειραμάτων που εκτελέσαμε καταγράφονται στον παρακάτω πίνακα .

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Πείραμα: | 1ο  | 2ο  | 3ο  | 4ο  |
| mNH4Cl (g) | 2,7 | 2,7 | 2,7 | 2,68 |
| mδ/τος (g)  | 100 | 100 | 200 | 600 |
| Δθ(οC) | 1,9 | 1,8 | 1,0 | 0,3 |
| ΔΗNH4Cl (Kcal/mol) | 3,8 | 3,6 | 3,8 | 3,61 |

Όπως φαίνεται στο 4ο πείραμα σε πολύ μεγάλη αραίωση το αποτέλεσμα είναι το ίδιο.

Η πρότυπη ενθαλπία διάλυσης του χλωριούχου αμμωνίου είναι 3,53 Kcal/mol.

2) Στο πείραμά μας η θερμοχωρητικότητα του NH4Cl είναι ΚNH4Cl =m.cNH4Cl = 2,68 g . 1,57 J/g.grad=4,2 J/grad=1cal/grad ενώ αυτή του νερού είναι 97,3 cal/grad . Μπορούμε λοιπόν να θεωρήσουμε την θερμοχωρητικότητα του NH4Cl αμελητέα.

3) Στην παρακάτω διεύθυνση της ιστοσελίδας του ΕΚΦΕ Ηλείας

<https://blogs.sch.gr/ekfeilei/%CF%87%CE%B7%CE%BC%CE%B5%CE%B9%CE%B1/%CE%BB%CF%85%CE%BA%CE%B5%CE%B9%CE%BF/>

μπορείτε να βρείτε α)τη μέτρηση της θερμοχωρητικότητας του θερμιδομέτρου η οποία αποδεικνύεται ότι είναι αμελητέα , β)την εύρεση της θερμότητας εξουδετέρωσης και γ) διάφορες πληροφορίες για τη μέθοδο.

4)Η μέτρηση της θερμότητας διάλυσης μπορεί να γίνει και με άλλες χημικές ουσίες που τυχόν υπάρχουν στο ΣΕΦΕ ή που μπορεί να βρεθούν στο εμπόριο (π.χ. ΝΗ4ΝΟ3 από γεωπόνο, ΝaOH, CaCl2 από τη συσκευασία αφύγρανσης χώρων κ.λπ).

5) ΠΕΙΡΑΜΑ 2 : Μπορούμε να εκτελέσουμε το ίδιο πείραμα (σε κυπελλάκια) διαλύοντας 2,5g θειοθειικό νάτριο (Na2S2O3∙5H2O) σε απιονισμένο νερό, παρασκευάζοντας 50g διάλυμα. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στο φύλλο εργασίας που ακολουθεί :

|  |  |
| --- | --- |
| mΗ2Ο (g) | 47,52 |
| m Na2S2O3 (g) | 2,48 |
| mολ (g) | 50 |
| θαρχ. (οC) | 24,6 |
| θτελ. (οC) | 22,4 |
| Δθ (οC) | 2,2 |
| pH  | ≈ 7,5 |
| Q (cal) | 110 |

To άνυδρο θειοθειικό νάτριο είναι λευκή σκόνη. Οι άχρωμοι κρύσταλλοι που διαθέτουμε στα σχολικά εργαστήρια είναι η ένυδρη μορφή του Na2S2O3∙5H2O . Έτσι έχει σχετική μοριακή μάζα Μr= 248 .

Αν θεωρήσουμε αμελητέα την θερμοχωρητικότητα του θειοθειικού νατρίου τότε :

Q = mολ ∙ cv ∙ Δθ = 50 ∙ 1 ∙ 2,2 cal = 110 cal οπότε ΔΗsol = 11,0 Kcal/mol

Η πρότυπη ενθαλπία διάλυσης του Na2S2O3 είναι ίση με 11,3 Kcal/mol

Το διάλυμα είναι ελαφρώς βασικό σύμφωνα με τις εξισώσεις :

Na2S2O3 (s) + H2O (l) → 2Na+ (aq) + S2O32−(aq)

S2O32− + H2O ↔ HS2O3− + OH-

6) ΠΕΙΡΑΜΑ 3 Μπορούμε να εκτελέσουμε το ίδιο πείραμα (σε κυπελλάκια) διαλύοντας 1g νιτρικό κάλιο (KNO3) σε απιονισμένο νερό, παρασκευάζοντας 50g διάλυμα. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στο φύλλο εργασίας που ακολουθεί :

|  |  |
| --- | --- |
| mΗ2Ο (g) | 48,89 |
| m ΚΝΟ3 (g) | 1,01 |
| mολ (g) | 50 |
| θαρχ. (οC) | 25,1 |
| θτελ. (οC) | 23,5 |
| Δθ (οC) | 1,6 |
| pH  | 7 |
| Q (cal) | 80 |

Αν θεωρήσουμε αμελητέα την θερμοχωρητικότητα του νιτρικού καλίου τότε :

Q = mολ ∙ cv ∙ Δθ = 50 ∙ 1 ∙ 1,6cal = 80 cal οπότε ΔΗsol = 8,0 Kcal/mol

Η πρότυπη ενθαλπία διάλυσης του ΚΝΟ3 είναι ίση με 8,3 Kcal/mol .Όταν διαλύουμε το ΚΝΟ3 η πτώση της θερμοκρασίας γίνεται ταχύτατα γι’αυτό θα πρέπει να κλείσουμε αστραπιαία το καπάκι του θερμιδόμετρου.

Ακολουθεί κενό φύλλο εργασίας.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΘΑΛΠΙΑΣ ΔΙΑΛΥΣΗΣ

Φύλλο εργασίας

Να καταγράψετε τις μετρήσεις σας στον πίνακα που ακολουθεί :

|  |  |
| --- | --- |
| mΗ2Ο (g) |  |
| mNH4Cl (g) |  |
| mολ (g) |  |
| θαρχ. (οC) |  |
| θτελ. (οC) |  |
| Δθ (οC) |  |
| pH  |  |

Υπολογισμός mol NH4Cl (Δίνονται οι Αr : Η=1, Ν = 14, Cl=35,5) :

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

Υπολογισμός της θερμότητας που απορροφάται (Q) :

…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

Υπολογισμός ενθαλπίας διάλυσης του χλωριούχου αμμωνίου (ΔΗsolNH4Cl ):

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

Με βάση το παραπάνω αποτέλεσμα να υπολογίσετε την πτώση της θερμοκρασίας που θα συμβεί, αν επαναλάβετε το πείραμα με την ίδια ποσότητα χλωριούχου αμμωνίου και την τριπλάσια μάζα διαλύματος:

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

Που οφείλεται η μείωση της θερμοκρασίας του διαλύματος ;

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

Που οφείλεται η μεταβολή του pH ;

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

Μπορείτε να βρείτε μια εφαρμογή ενός ενδόθερμου φαινομένου από την καθημερινότητα;

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………