



ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΑ ΕΝΩΣΗ ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΩΝ ΚΕΝΤΡΩΝ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
«ΠΑΝΕΚΦΕ»

18^η Ευρωπαϊκή Ολυμπιάδα επιστημών – EUSO 2020
ΕΚΦΕ Λευκάδας - Τοπικός Διαγωνισμός

Λευκάδα 14-12-2019

ΧΗΜΕΙΑ

ΣΧΟΛΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ:

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

1.

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΑ
ΜΑΘΗΤΩΝ: 2.

3.

Χημική κινητική – Ταχύτητα αντίδρασης

Συνοπτική θεωρία

Χημική κινητική ονομάζεται ο κλάδος της χημείας που μελετά την ταχύτητα πραγματοποίησης των χημικών αντιδράσεων καθώς και τους παράγοντες που την επηρεάζουν. Μελετά επίσης και τον μηχανισμό της αντίδρασης δηλαδή τα ενδιάμεσα στάδια κατά την μετατροπή των αντιδρώντων σε προϊόντα.

Έστω η χημική αντίδραση,



Η ταχύτητα της χημικής αντίδρασης ορίζεται ως

$$v = -\frac{1}{\alpha} \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{\beta} \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{\gamma} \frac{\Delta[\Gamma]}{\Delta t} = \frac{1}{\delta} \frac{\Delta[\Delta]}{\Delta t}$$

όπου, $\frac{\Delta[X]}{\Delta t}$ ο ρυθμός μεταβολής της συγκέντρωσης του X αντιδρώντος ή προϊόντος.

Η παραπάνω έκφραση δίνει την μέση ταχύτητα της αντίδρασης σε χρονικό διάστημα Δt . Στο όριο $\Delta t \rightarrow 0$ παίρνουμε την στιγμιαία ταχύτητα της αντίδρασης κάθε χρονική στιγμή.

Γενικά οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα μιας χημικής αντίδρασης είναι:

- οι συγκεντρώσεις των αντιδρώντων
- η θερμοκρασία
- οι καταλύτες
- η πίεση στην περίπτωση που υπάρχουν αέρια στα αντιδρώντα
- οι ακτινοβολίες
- η επιφάνεια επαφής των στερεών

Γενικά για μια αντίδραση της μορφής (1) βρίσκεται πειραματικά για την ταχύτητα της αντίδρασης,

$$v = k[A]^x[B]^y \quad \text{νόμος της ταχύτητας}$$

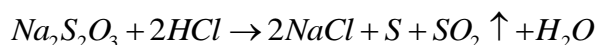
όπου,

k : η σταθερά ταχύτητας που εξαρτάται από όλους τους άλλους παράγοντες εκτός από τις συγκεντρώσεις των αντιδρώντων.

$[A], [B]$ οι συγκεντρώσεις των A και B.

Οι αριθμοί x και y παίρνουν συνήθως μικρές ακέραιες τιμές (0,1,2...), προσδιορίζονται πειραματικά και καθορίζουν την **τάξη της αντίδρασης** ως προς τα αντιδρώντα Α και Β αντίστοιχα.

Σκοπός της άσκησης είναι ο προσδιορισμός της τάξης της αντίδρασης,



ως προς το $Na_2S_2O_3$ (θειοθειϊκό νάτριο)

Μπορούμε να παρακολουθήσουμε την πορεία μιας χημικής αντίδρασης αν μπορέσουμε να μετρήσουμε την ποσότητα ή την συγκέντρωση οποιουδήποτε από τα αντιδρώντα ή τα προϊόντα σαν συνάρτηση του χρόνου. Κατά την πραγματοποίηση της παραπάνω αντίδρασης το παραγόμενο θείο προκαλεί θόλωση του διαλύματος και από κάποια ποσότητα και πάνω το καθιστά αδιαφανές. Μπορούμε έτσι να έχουμε μια ποσοτική περιγραφή για την ταχύτητα της αντίδρασης μετρώντας το χρονικό διάστημα από την αρχή της αντίδρασης μέχρι το διάλυμα να γίνει αδιαφανές.

Όργανα και ουσίες που θα χρησιμοποιήσετε

- Έξι ποτήρια ζέσεως
- Έναν ογκομετρικό κύλινδρο των 100ml
- Έναν ογκομετρικό κύλινδρο των 50ml
- Γυάλινη ράβδο ανάδευσης
- Υδροβολέα
- 200 ml διαλύματος $Na_2S_2O_3$ συγκέντρωσης 0,5M σε σταγονομετρικό φιαλίδιο
- 200 ml διαλύματος HCl συγκέντρωσης 2M σε σταγονομετρικό φιαλίδιο
- Χρονόμετρο

Πραγματοποίηση της άσκησης

Παρασκευή διαλυμάτων $Na_2S_2O_3$ διαφορετικών συγκεντρώσεων.

- Αριθμήστε τα πέντε ποτήρια ζέσεως (1-5) αναγράφοντας τους αριθμούς στις αυτοκόλλητες ετικέτες.
- Προσθέστε 10 ml του αρχικού (δοθέντος) διαλύματος στον ογκομετρικό κύλινδρο των 100ml και συμπληρώστε με νερό μέχρι του όγκου των 75ml. Μεταφέρετε το περιεχόμενο στο ποτήρι αρ. 1.

- Επαναλάβετε, χρησιμοποιώντας τον ίδιο ογκομετρικό κύλινδρο, με ποσότητες 20,30,40 και 50 ml από το αρχικό διάλυμα, συμπληρώστε με νερό μέχρι του όγκου των 75 ml και μεταφέρετε στα ποτήρια ζέσεως αρ. 2,3,4 και 5 αντίστοιχα.

Λήψη μετρήσεων

- Τοποθετήστε το ποτήρι αρ. 1 πάνω στο χαρτάκι με το τυπωμένο «X» που σας δίνεται. Χρησιμοποιώντας τον ογκομετρικό κύλινδρο των 50ml μετρήστε 25 ml διαλύματος HCl 2M.
- Αδειάστε τα 25ml διαλύματος HCl στο ποτήρι και ταυτόχρονα ξεκινήστε την χρονομέτρηση. Όταν κοιτάζοντας από πάνω δεν φαίνεται πια το τυπωμένο «X» στο χαρτάκι κάτω από το ποτήρι, σταματήστε το χρονόμετρο και καταγράψτε την ένδειξη στο αντίστοιχο κελί (της έβδομης στήλης) του παρακάτω πίνακα.
- Αδειάστε στο νεροχύτη το περιεχόμενο του ποτηριού που χρησιμοποιήθηκε, ξεπλύνετε με άφθονο νερό, και αφήστε το εκεί.
- Επαναλάβετε για τα υπόλοιπα ποτήρια (2,3,4,5) και συμπληρώστε τα αντίστοιχα κελιά του πίνακα.
- Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις του $Na_2S_2O_3$ και του HCl στο διάλυμα των 100ml που προκύπτει μετά την ανάμιξη σε κάθε ποτήρι και συμπληρώστε τις αντίστοιχες στήλες (5 και 6) του πίνακα.
- Υπολογίστε το αντίστροφο του χρόνου και συμπληρώστε την τελευταία στήλη του πίνακα. Το αποτέλεσμα να το γράψετε στη μορφή, $\alpha \cdot 10^{-3}$ με το α στρογγυλοποιημένο στο 1^ο δεκαδικό ψηφίο.

| α/α | $V_{Na_2S_2O_3}$ (ml) | V_{H_2O} (ml) | V_{HCl} (ml) | $[Na_2S_2O_3]$ (mol/L) | $[HCl]$ (mol/L) | t (s) | $1/t$ (s ⁻¹) |
|-----------------|-----------------------|-----------------|----------------|------------------------|-----------------|---------|--------------------------|
| 1 | 10 | 65 | 25 | | | | |
| 2 | 20 | 55 | 25 | | | | |
| 3 | 30 | 45 | 25 | | | | |
| 4 | 40 | 35 | 25 | | | | |
| 5 | 50 | 25 | 25 | | | | |

Ο νόμος της ταχύτητας για τη συγκεκριμένη αντίδραση γράφεται,

$$v = k [Na_2S_2O_3]^x [HCl]^y$$

Σε κάθε μία από τις πέντε περιπτώσεις ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι ο ίδιος, όπως και το σχήμα του ποτηριού. Επομένως ο μετρούμενος χρόνος είναι ο απαιτούμενος χρόνος για την παραγωγή ίδιας ποσότητας S, δηλαδή για την ίδια μεταβολή της συγκέντρωσης $Na_2S_2O_3$. Άρα η ταχύτητα της αντίδρασης είναι αντιστρόφως ανάλογη του μετρούμενου χρόνου στον οποίο το διάλυμα γίνεται αδιαφανές. Δηλαδή, $v = \frac{c}{t}$ όπου c σταθερά. Σε συνδυασμό με το νόμο της ταχύτητας

προκύπτει¹, $\frac{c}{t} = k [Na_2S_2O_3]^x [HCl]^y$, ή

$$\frac{1}{t} = \lambda [Na_2S_2O_3]^x$$

όπου $\lambda = \frac{k [HCl]^y}{c} = \text{σταθ.}$ αφού σε όλες τις περιπτώσεις η συγκέντρωση του HCl είναι η ίδια.

Στο μιλιμετρέ χαρτί που σας δίνεται αποτυπώστε σε κατάλληλους άξονες το αντίστροφο του χρόνου σαν συνάρτηση της συγκέντρωσης του θειοθειϊκού νατρίου στο τελικό διάλυμα των 100ml.

Η μορφή της γραφικής παράστασης που χαράσσεται με βάση τα πειραματικά σημεία, καθορίζεται από την τιμή της τάξης x της αντίδρασης. Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση και εξηγήστε ποια είναι η τάξη της αντίδρασης ως προς το $Na_2S_2O_3$.

.....

$$x = \dots\dots\dots$$

Πρόβλημα:

Στο σταγονομετρικό φιαλίδιο με ετικέτα «άγνωστο» περιέχονται 75 ml διαλύματος $Na_2S_2O_3$ που προέκυψε από αραίωση άγνωστου όγκου, V, από το αρχικό διάλυμα συγκέντρωσης 0,5M που χρησιμοποιήσατε στην άσκηση.

¹ Η σχέση είναι προσεγγιστική αφού ο νόμος της ταχύτητας για τις αρχικές συγκεντρώσεις θα μας δώσει την αρχική ταχύτητα της αντίδρασης, ενώ εμείς αντικαθιστούμε τη μέση ταχύτητα από την αρχή μέχρι την παραγωγή ορισμένης ποσότητας θείου. Ωστόσο για το παραπάνω χρονικό διάστημα το σφάλμα είναι αρκετά μικρό και δεν επηρεάζει το τελικό συμπέρασμα για την τάξη της αντίδρασης.

Χρησιμοποιώντας το 6^ο καθαρό ποτήρι ζέσεως και ότι άλλο χρειάζεστε, καθώς και τα αποτελέσματα της προηγούμενης πειραματικής διαδικασίας προσδιορίστε τον άγνωστο όγκο V. Περιγράψτε τη διαδικασία που ακολουθήσατε και δικαιολογήστε.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

$$V = \text{.....} \text{ ml}$$

Καλή επιτυχία

Φύλλο βαθμολογίας

Σχολική μονάδα

| Δραστηριότητες – υπολογισμοί- απαντήσεις | Σύνολο μονάδων | Βαθμολογία |
|---|----------------|------------|
| Σωστή συμπλήρωση των στηλών 5 και 6 του πίνακα | 20 | |
| Σωστή συμπλήρωση της στήλης 7 του πίνακα | 10 | |
| Ορθή επιλογή κλίμακας στους άξονες | 10 | |
| Σωστή αποτύπωση σημείων στη γρ. παράσταση | 10 | |
| Σωστή δικαιολόγηση για την τιμή της τάξης της αντίδρασης | 10 | |
| Σωστή τιμή του x | 5 | |
| <i>Πρόβλημα</i> | | |
| Πραγματοποίηση της απαραίτητης διαδικασίας | 15 | |
| Εύρεση αποτελέσματος (Αφαίρεση 2 μονάδων για κάθε ml απόκλιση από την πραγματική τιμή) | 20 | |
| Σύνολο | 100 | |