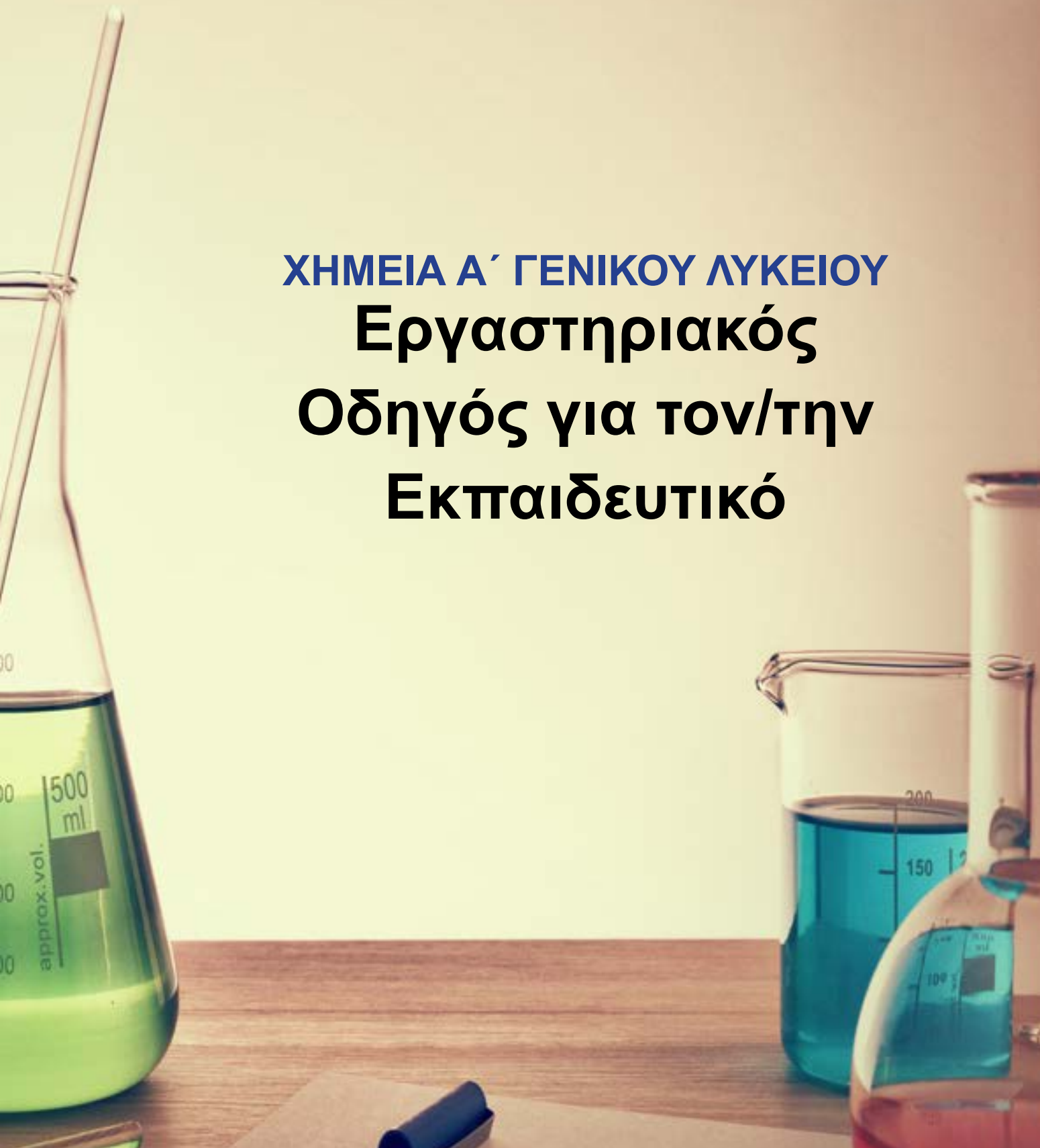
Κ. Αποστολόπουλος – Μ. Βλάσση
Ι. Γράψας – Α. Δαζέας – Κ. Δαλακώστα
Η. Ζαφειριάδης – Γ. Κορακάκης – Ι. Κουτρουμάνος
Ν. Μήλιος – Χ. Παπαδόπουλος
Συντονίστρια ομάδας συγγραφής: Ε. Παυλάτου



ΧΗΜΕΙΑ Α΄ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ

Εργαστηριακός Οδηγός για τον/την Εκπαιδευτικό

Πληροφοριακά στοιχεία

ΤΙΤΛΟΣ	**Χημεία Α΄ Γενικού Λυκείου – Εργαστηριακός Οδηγός για τον/την Εκπαιδευτικό**
ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ	**Κωνσταντίνος Αποστολόπουλος**, *Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΠΕ04, Δρ Χημικός, Φαρμακοποιός, MEd, MAdEd* **Μαρία Βλάσση**, *Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΠΕ04, Δρ Χημικός, MEd* **Ιωάννης Γράψας**, *Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΠΕ04, Δρ Χημικός* **Ανδρέας Δαζέας**, *Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Χημικός, MSc, Υπ. Δρ. Σχολή Εφαρμοσμένων Μαθηματικών και Φυσικών Επιστημών, Ε.Μ.Π.* **Κωνσταντίνα Δαλακώστα**, *Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Δρ Χημικός, MEd* **Ηλίας Ζαφειριάδης**, *Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Δρ Χημικός, MSc* **Γεώργιος Κορακάκης**, *Επίκ. Καθηγητής Τμήματος Γραφιστικής και Οπτικής Επικοινωνίας, Σχολή Εφαρμοσμένων Τεχνών και Πολιτισμού ΠΑΔΑ, Δρ Χημικός, Τεχνολόγος Γραφικών Τεχνών, MEd* **Ιωάννης Κουτρουμάνος**, *Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Χημικός* **Νεκτάριος Μήλιος**, *Εκπαιδευτικός Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης, Δρ Χημικός, MEd, MSc* **Χρήστος Παπαδόπουλος**, *Σύμβουλος Εκπαίδευσης ΠΕ04, Δρ Χημικός, Φυσικός, MSc* **Ευαγγελία Παυλάτου**, *Καθηγήτρια Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Σχολή Χημικών Μηχανικών, Τομέας Χημικών Επιστημών (Συντονίστρια Ομάδας Συγγραφής)*
ΣΕΛΙΔΟΠΟΙΗΣΗ	**Έφη Κανελλοπούλου**, *Γραφίστρια*
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	26-2-2025
ΕΚΔΟΣΗ	1.0

Το παρόν αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της Πράξης «Συγγραφή, Αξιολόγηση και Ένταξη διδακτικών βιβλίων στο Μητρώο Διδακτικών Βιβλίων και στην Ψηφιακή Βιβλιοθήκη Διδακτικών Βιβλίων» με κωδικό ΟΠΣ (MIS) 6010165, του Προγράμματος «Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή 2021-2027» που υλοποιείται από το Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής και συγχρηματοδοτείται από το Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο.

Μητρώο Διδακτικών Βιβλίων

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού

ΙΕΠ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΕΣΠΑ 2021-2027

Πρόγραμμα
Ανθρώπινο Δυναμικό και Κοινωνική Συνοχή

Περιεχόμενα

Εισαγωγή 5

Γενικές Οδηγίες 6

1. Ζητήματα ασφάλειας 6
   1.1 Οδηγίες σχετικά με τον τρόπο ένδυσης στο εργαστήριο 6
   1.2 Οδηγίες σχετικά με τον χειρισμό χημικών ουσιών 7
   1.3 Πρώτες βοήθειες για ατυχήματα σε εργαστήριο 7

2. Αποθήκευση χημικών 8
   2.1 Σήμανση χημικών αντιδραστηρίων – Επικίνδυνες ουσίες 8
   2.2 Εικονογράμματα 11
   2.3 Δηλώσεις 13
   2.4 Επικίνδυνες ουσίες ή μείγματα 13

3. Διαχείριση χημικών αποβλήτων 14

4. Γενικές οδηγίες για την ασφαλή αποθήκευση και τη διαχείριση των χημικών αντιδραστηρίων στο εργαστήριο 15

5. Πιθανές πηγές πειραματικών σφαλμάτων στο εργαστήριο 16

6. Χρήσιμα ψηφιακά εργαλεία για το μάθημα της Χημείας 17

7. Ειδικές οδηγίες εργαστηριακών ασκήσεων 19

Υποενότητα 1.2.2: Η επιστημονική μεθοδολογία στη χημεία

1η Εργαστηριακή άσκηση: *Επίδραση της θερμοκρασίας του νερού στην ταχύτητα διάλυσης αναβράζοντος δισκίου* 20

Υποενότητα 3.2.3: Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών

2η Εργαστηριακή άσκηση (πείραμα επίδειξης): *Διαμοριακές δυνάμεις και μη αναμειγνυόμενα υγρά ΙΙ* 23

Υποενότητα 5.1: Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων

3η Εργαστηριακή άσκηση (πείραμα επίδειξης): *Περιγράφοντας χημικά φαινόμενα* 26

Υποενότητα 5.2: Ιδιότητες Υδατικών Διαλυμάτων

4η Εργαστηριακή δραστηριότητα (πείραμα επίδειξης): *Μέτρηση της αγωγιμότητας υδατικών διαλυμάτων* 28

Υποενότητα 5.3: Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

5η Εργαστηριακή δραστηριότητα: *Διάλυση κρυστάλλων στο νερό* 33

6η Εργαστηριακή δραστηριότητα: *Σχηματισμός δυσδιάλυτης ένωσης* 35

7η Εργαστηριακή δραστηριότητα: *Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων σε «μικροκλίμακα» – Καταβύθιση ιζήματος* 37

8η Εργαστηριακή δραστηριότητα: *Εξαγωγή κανόνων διαλυτότητας* 42
9η Εργαστηριακή δραστηριότητα: *Σχηματισμός μη διαλυτής αέριας ένωσης* 44

Υποενότητα 5.3.2: Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης

10η Εργαστηριακή δραστηριότητα: *Αντίδραση εξουδετέρωσης* 47

Υποενότητα 5.4: Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

11η Εργαστηριακή δραστηριότητα: *Οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις* 50

Ενότητα 6: Στοιχειομετρία (Ι)

Υποενότητα 6.3: Συγκέντρωση διαλύματος

12η Εργαστηριακή δραστηριότητα: *Παρασκευή διαλύματος συγκεκριμένης συγκέντρωσης* 54
13η Εργαστηριακή δραστηριότητα: *Αραίωση διαλύματος* 57

Βιβλιογραφικές πηγές 61

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Α. Τάξεις και κατηγορίες κινδύνου σύμφωνα με τον κανονισμό CLP για την Ταξινόμηση, Συσκευασία και Επισήμανση χημικών ουσιών και μειγμάτων 62
Β. Τύποι γαντιών για χρήση με διάφορους διαλύτες 63
Γ. Τρόπος παρασκευής των υδατικών διαλυμάτων που χρησιμοποιούνται στις εργαστηριακές ασκήσεις 64
Δ. Πίνακας των κατά προσέγγιση Σχετικών Ατομικών Μαζών των συνηθέστερα χρησιμοποιούμενων χημικών στοιχείων 65

Εισαγωγή

Η αξία της εργαστηριακής άσκησης στη διδασκαλία της Χημείας είναι αδιαμφισβήτητη. Βέβαια, η υλοποίηση εργαστηριακών ασκήσεων στο σχολικό εργαστήριο αποτελεί πάντοτε μια πρόκληση σε διάφορα επίπεδα, όπως στην ασφάλεια, στο μεγάλο πλήθος των μαθητών/τριών, στην προετοιμασία της άσκησης στην αρχή και το μάζεμα του εργαστηρίου στο τέλος κ.ά.

Το σχολικό εγχειρίδιο (ή βιβλίο για τον/την μαθητή/τρια) συνοδεύεται από τον «Εργαστηριακό Οδηγό για τον/την Εκπαιδευτικό», ο οποίος επιδιώκει να διευκολύνει τους/τις εκπαιδευτικούς να υλοποιήσουν με ασφάλεια και αποτελεσματικά το σύνολο των εργαστηριακών ασκήσεων που περιέχονται στο σχολικό εγχειρίδιο.

Ειδικότερα, στον Οδηγό περιλαμβάνονται οδηγίες για:

- Την ασφάλεια των μαθητών/τριών και των εκπαιδευτικών όταν εργάζονται στο σχολικό εργαστήριο.
- Τον τρόπο παρασκευής των πρότυπων διαλυμάτων που θα απαιτηθούν για τις εργαστηριακές ασκήσεις και τον τρόπο που αυτά θα διατηρηθούν επί μακρόν.
- Τη βέλτιστη περιβαλλοντική διαχείριση των χημικών αποβλήτων.

Επιπροσθέτως, για κάθε εργαστηριακή άσκηση, ο Εργαστηριακός Οδηγός για τον/την Εκπαιδευτικό περιέχει:

- αναφορές σε συνήθη λάθη χειρισμών ή/και πιθανές πηγές πειραματικών σφαλμάτων
- σημεία της πειραματικής πορείας που ο εκπαιδευτικός πρέπει να προσέξει
- ενδεικτικές πειραματικές τιμές και απαντήσεις στις ερωτήσεις των φύλλων εργασίας που περιλαμβάνονται στο «Βιβλίο μαθητή/-τριας».

Γενικές Οδηγίες

1. Ζητήματα ασφάλειας

Σε ένα εργαστήριο υπάρχουν δυνητικά επικίνδυνες καταστάσεις λόγω υψηλών θερμοκρασιών, ερεθιστικών ή τοξικών ή διαβρωτικών ή εύφλεκτων αντιδραστηρίων ή προϊόντων αντίδρασης, λανθασμένου χειρισμού εξοπλισμού κ.ά. Έτσι μπορεί να προκληθούν ατυχήματα, αν δεν τηρήσουμε με προσοχή τους κανόνες ασφαλείας, προστατεύοντας με αυτό τον τρόπο τον εαυτό μας και τους μαθητές μας. Είναι επίσης απαραίτητο να γνωρίζουμε και το τι πρέπει να πράξουμε αν υπάρξει ατύχημα εξαιτίας αστοχίας στα όργανα ή/και από κάποιο λανθασμένο χειρισμό.

Οι παρακάτω κανόνες είναι ιδιαίτερα σημαντικοί και πρέπει να τους εφαρμόζουμε ευσυνείδητα όταν πρόκειται να εργαστούμε στο εργαστήριο Χημείας. Οι περισσότεροι από τους εργαστηριακούς κινδύνους μπορούν να εξαλειφθούν αν ακολουθούμε τους κανόνες ασφαλείας.

1.1 Οδηγίες σχετικά με τον τρόπο ένδυσης στο εργαστήριο

1. Φοράμε γυαλιά ασφαλείας και προστατευτικά γάντια κατά τη διάρκεια της εργαστηριακής άσκησης, ώστε να προστατεύουμε τα μάτια και τα χέρια μας από την έκθεσή τους σε καυστικές ή τοξικές ουσίες. Η χρήση φακών επαφής στο εργαστήριο θα πρέπει να αποφεύγεται. Όμως, σε περίπτωση που είναι αναγκαία, τότε η εφαρμογή γυαλιών ασφαλείας με πλαϊνά προστατευτικά είναι επιβεβλημένη.

2. Εργαζόμαστε φορώντας εργαστηριακή ποδιά, ώστε να προστατεύουμε τα άλλα γυμνά μέρη του σώματός μας, καθώς και τα ρούχα μας.
   Παρατήρηση: Όταν εργάζεστε με λύχνο Bunsen ή γκαζάκι κ.λπ., δεν πρέπει να φοράτε ελαστικά γάντια ή να έχετε ακρυλικά νύχια.

3. Δεν φοράμε σανδάλια ή άλλα ανοιχτά παπούτσια στο εργαστήριο. Τα υποδήματα πρέπει να καλύπτουν πλήρως τα πόδια.

4. Βεβαιωθείτε ότι χαλαρά ρούχα ή κινούμενα κοσμήματα είναι ασφαλισμένα. Θα ήταν ασφαλέστερο να μην τα φοράτε.

5. Επειδή τα μακριά μαλλιά είναι πηγή αρκετών κινδύνων, θα πρέπει να είναι μαζεμένα, γιατί μπορούν εύκολα να πάρουν φωτιά, ή να έρθουν σε επαφή με χημικές ουσίες, ή να παγιδευτούν σε μέρη μηχανημάτων.

6. Πριν φύγετε από το εργαστήριο πλένετε πάντα τα χέρια σας με σαπούνι και νερό και τα στεγνώνετε.

7. Δεν καταναλώνουμε και ούτε μεταφέρουμε τρόφιμα ή ροφήματα στον χώρο του εργαστηρίου, ακόμα και αν αυτά είναι σε κλειστές συσκευασίες.

1.2 Οδηγίες σχετικά με τον χειρισμό χημικών ουσιών

1. Κάθε χημική ουσία πρέπει να αντιμετωπίζεται ως επικίνδυνη.

2. Πριν ξεκινήσετε ένα πείραμα, βεβαιωθείτε ότι έχετε πλήρη επίγνωση των δυνητικών κινδύνων από τα υλικά που θα χρησιμοποιήσετε.

3. Σε καμία περίπτωση δεν φέρνουμε στη μύτη μας για να μυρίσουμε, ή στο στόμα μας για να εξετάσουμε τη γεύση οποιουδήποτε χημικού αντιδραστηρίου.

4. Αποφεύγουμε να αγγίζουμε το πρόσωπο, το στόμα και τα μάτια μας όταν χρησιμοποιούμε χημικές ουσίες.

5 Δεν πρέπει οι διαλύτες να έρχονται σε επαφή με το δέρμα μας.

6 Για τη μεταφορά ενός υγρού με σιφώνιο, η αναρρόφηση δε γίνεται ΠΟΤΕ με το στόμα, αλλά με ειδικό αναρροφητήρα (πουάρ), ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος το διάλυμα να έρθει σε επαφή με το στόμα μας.

7 Τα μπουκάλια και οι φιάλες που περιέχουν χημικές ουσίες θα πρέπει να φέρουν σαφή επισήμανση με την ονομασία της ουσίας που περιέχουν, τη συγκέντρωσή της, την ημερομηνία λήξης της και στην περίπτωση διαλύματος το όνομα αυτού που το παρασκεύασε.

8 Εξαιρετικά μεγάλη προσοχή απαιτεί ο χειρισμός διαλυμάτων πυκνών οξέων και βάσεων, επειδή είναι εξαιρετικά διαβρωτικά.

9 Όταν πρόκειται να αραιώσουμε διάλυμα πυκνού θειικού οξέος (H_2SO_4), επειδή η διάλυση είναι ισχυρά εξώθερμη και μπορεί να εκτιναχθούν σταγονίδια, προσθέτουμε το οξύ στο νερό και ΟΧΙ το νερό στο οξύ. Έτσι αν τυχόν υπάρξει εκτίναξη σταγονιδίων, αυτά είναι σταγονίδια ενός πολύ αραιού διαλύματος H_2SO_4 και όχι πυκνού διαλύματος H_2SO_4.

10 Οι τοξικές, εύφλεκτες και πτητικές χημικές ουσίες πρέπει να χρησιμοποιούνται μόνο μέσα σε απαγωγό.

11 Δεν παίρνουμε ποσότητα χημικής ουσίας μεγαλύτερη από αυτή που χρειαζόμαστε από τη φιάλη ή το δοχείο που την περιέχει.

12 Δεν επιστρέφουμε τις αχρησιμοποίητες χημικές ουσίες στην αρχική τους φιάλη ή δοχείο.

13 Οι χημικές ουσίες δεν πρέπει να απορρίπτονται μαζί με τα κοινά απορρίμματα ή να αποχύνονται στο νεροχύτη του εργαστηρίου.

1.3 Πρώτες βοήθειες για ατυχήματα σε Εργαστήριο

Στο εργαστήριο μπορεί να προκύψουν επίσης κίνδυνοι από λανθασμένους χειρισμούς οργάνων και συσκευών, όπως το να σπάσει στα χέρια μας ένα γυάλινο ποτήρι ή μια κάψα πορσελάνης, η πρόκληση φωτιάς από λανθασμένο χειρισμό στο γκαζάκι, η μη ελεγχόμενη μεταφορά καυτού νερού από ένα υδατόλουτρο, ο χειρισμός ηλεκτρικών συσκευών με βρεγμένα χέρια κ.ά.

Εγκαύματα

1. *Από θερμότητα.* Πλένονται με άφθονο νερό για αρκετή ώρα (10-20 λεπτά). Τα επιφανειακά εγκαύματα, όπου το δέρμα δεν έχει καταστραφεί, ψεκάζονται με ειδικό spray ή επαλείφονται με ειδικές αλοιφές και επιδένονται

χαλαρά. Για σοβαρότερα εγκαύματα δεν πρέπει να χρησιμοποιείται λάδι, κρέμα ή πούδρα, αλλά να ζητηθεί ιατρική βοήθεια το συντομότερο δυνατό.

2. *Από διαβρωτικές ενώσεις*: Το έγκαυμα πλένεται αρχικά με άφθονο νερό. Ανάλογα με το είδος της διαβρωτικής ένωσης οι πρώτες βοήθειες διαφέρουν.

Πυκνά οξέα: πλύσιμο με υδατικό διάλυμα 1% μάζα προς όγκο υδρογονοανθρακικού νατρίου. *Πυκνές βάσεις*: πλύσιμο με υδατικό διάλυμα 1% μάζα προς όγκο οξικού οξέος. *Βρώμιο*: επάλειψη με γλυκερίνη και επίδεση. *Φωσφόρος*: πλύσιμο με υδατικό διάλυμα θειικού χαλκού(ΙΙ) 3% μάζα προς μάζα και νερό. *Θειικός διμεθυλεστέρας*: πλύσιμο με αραιό διάλυμα αμμωνίας και άφθονο νερό. *Οργανικές διαβρωτικές ενώσεις*: καθαρισμός με οινόπνευμα και σαπούνι, νερό.

Τα απαραίτητα διαλύματα πρέπει να υπάρχουν προπαρασκευασμένα στο κουτί Πρώτων βοηθειών.

Πρέπει να ζητηθεί ιατρική βοήθεια το συντομότερο δυνατό.

Πληγές από κόψιμο

Σε περίπτωση μικρού τραύματος επιτρέπεται η ελεύθερη ροή του αίματος για λίγα δευτερόλεπτα. Εάν το τραύμα έχει προκληθεί από σπασμένο γυαλί, απομακρύνονται μόνο τα θραύσματα που δεν έχουν σφηνωθεί (δεν πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια να απομακρυνθούν θραύσματα, ακόμα και αν αυτά φαίνονται). Κατόπιν το τραύμα απολυμαίνεται και επιδένεται. Σε περίπτωση ισχυρής αιμορραγίας διακόπτεται η ροή του αίματος πιέζοντας στο κατάλληλο σημείο το αγγείο (φλέβα ή αρτηρία) και γίνεται περίδεση με γάζα (όχι βαμβάκι!). Να ζητηθεί άμεση ιατρική βοήθεια.

Τραυματισμός στο μάτι

Εάν μπει κάποια χημική ένωση στο μάτι, ξεπλένεται με άφθονο νερό για 5 λεπτά τουλάχιστον, κρατώντας τα βλέφαρα ανοικτά. Εάν μπει στο μάτι γυαλί, τότε το μάτι δεν θα πρέπει να πλυθεί (!), αλλά να επιδεθεί ώστε να παραμείνει κλειστό και να ζητηθεί άμεση ιατρική βοήθεια.

Κουτί Πρώτων Βοηθειών

Σε κάθε εργαστήριο πρέπει να υπάρχει ένα κουτί Πρώτων Βοηθειών, σε ευδιάκριτη θέση (με ξεκάθαρη σήμανση, κοινώς αποδεκτή) και σε κατάλληλες συνθήκες, π.χ. να μην εκτίθεται στον ήλιο, σε υψηλές θερμοκρασίες και σε ατμούς χημικών ουσιών. Το κουτί Πρώτων Βοηθειών θα πρέπει να περιέχει (ΥΑ 32205/Δ.10.96/2.10.2013):

1. Αποστειρωμένες γάζες (5, 10 και 15 cm)
2. Επίδεσμοι (5 και 10 cm, τριγωνικός και αιμοστατικός)
3. Αυτοκόλλητοι επίδεσμοι (hansaplast)
4. Αντισηπτικό διάλυμα για τις πληγές
5. Οξυζενέ
6. Γάντια μιας χρήσης
7. Αλοιφή για εγκαύματα
8. Αλοιφή για τσιμπήματα εντόμων
9. Οινόπνευμα καθαρό
10. Οφθαλμικό διάλυμα για πλύση
11. Αντισηπτικό κολύριο
12. Βαμβάκι ιατρικής χρήσης
12. Φυσιολογικός ορός 250 ή 500 mL
13. Γάζες εμποτισμένες με αντιβιοτικό (Fusidic acid)
14. Γλωσσοπίεστρο ξύλινο
15. Υγρό απολύμανσης χεριών
16. Ακετυλοσαλικυλικό οξύ
17. Παρακεταμόλη
18. Αντιισταμινικά δισκία
19. Δισκία κορτιζόνης
20. Ενέσιμο σκεύασμα κορτιζόνης

2. Αποθήκευση χημικών

Κατά κανόνα, τα χημικά αντιδραστήρια δεν πρέπει να αποθηκεύονται κοντά σε πηγές θερμότητας, όπως σωλήνες ατμού ή εργαστηριακούς φούρνους ή σε σημεία που τα εκθέτουν σε άμεσο ηλιακό φως.

Τα χημικά προϊόντα πρέπει να χρονολογούνται όταν λαμβάνονται και όταν ανοίγονται.

Ο οπτικός έλεγχος των χημικών αντιδραστηρίων καθώς και των δοχείων αποθήκευσης και συλλογής (περιέκτες) πρέπει να διεξάγεται συστηματικά. Οι ενδείξεις που μας ενδιαφέρουν είναι:

– θόλωση σε υγρά

– υλικό που αλλάζει χρώμα

– ενδείξεις υγρών σε στερεά ή στερεά σε υγρά

– «λάσπη» υλικού γύρω από το εξωτερικό του δοχείου

- συσσώρευση πίεσης μέσα στη φιάλη

– εμφανή αλλοίωση του δοχείου.

2.1 Σήμανση χημικών αντιδραστηρίων – Επικίνδυνες ουσίες

Σύμφωνα με τον Κανονισμό CLP (Κανονισμός ΕC 1272/2008) όλες οι χημικές ουσίες που διατίθενται στην αγορά πρέπει να ταξινομούνται, να επισημαίνονται και να συσκευάζονται με τα κριτήρια του CLP. Στόχος του κανονισμού CLP είναι να συμβάλει στη δημιουργία ενός διεθνούς συστήματος επικοινωνίας και μεταφοράς γνώσεων για την επικινδυνότητα των χημικών ουσιών και των μιγμάτων τους, το οποίο θα αναγνωρίζεται σε παγκόσμιο επίπεδο. Με βάση αυτή τη διαδικασία, οι κίνδυνοι από τα χημικά προϊόντα κοινοποιούνται στους χρήστες, μέσω συγκεκριμένων ***Δηλώσεων*** και ***Εικονογραμμάτων*** που υπάρχουν στις ετικέτες, καθώς και με τα αντίστοιχα ***Δελτία Δεδομένων Ασφάλειας***.

Ο Κανονισμός CLP αντικατέστησε τη μέχρι τότε ισχύουσα νομοθεσία με αλλαγές σε σήμανση και ενδείξεις, όπως φαίνεται στον παρακάτω Πίνακα 1. Οι χημικές ουσίες ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες έτσι ώστε να χαρακτηρίζονται οι τοξικολογικές, φυσικοχημικές και οικοτοξικολογικές ιδιότητές τους, οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν κινδύνους κατά τον χειρισμό και τη χρήση τους. Όλες οι ουσίες συγκαταλέγονται σ' ένα ευρωπαϊκό ευρετήριο, EINECS (European Inventory of Existing Commercial Substances) και σ' ένα αντίστοιχο αμερικανικό κατάλογο ουσιών CAS (Chemical Abstract Service). Με τον τρόπο αυτό κάθε ουσία έχει έναν ***κωδικό αριθμό αναγνώρισης*** σε κάθε έναν από τους δύο αυτούς καταλόγους.

1. *Ανάλογα με τις φυσικές και χημικές τους ιδιότητες οι χημικές ουσίες ταξινομούνται σε:*

- Εκρηκτικές
- Οξειδωτικές
- Εξαιρετικά εύφλεκτες
- Πολύ εύφλεκτες
- Εύφλεκτες

2. *Ταξινόμηση χημικών ουσιών ανάλογα με την επίδραση τους στον ανθρώπινο οργανισμό*

- Πολύ τοξικές
- Τοξικές
- Επιβλαβείς
- Διαβρωτικές
- Ερεθιστικές

- Καρκινογόνες
- Μεταλλαξιογόνες
- Τερατογόνες (Τοξικές για την αναπαραγωγή)
- Επικίνδυνες ουσίες για το περιβάλλον

Αναλυτικές περιγραφές για καθεμία ταξινόμηση ουσιών

Εκρηκτικές: Στερεές, υγρές, παχύρρευστες ή ζελατινώδεις ουσίες και παρασκευάσματα ***που αντιδρούν εξώθερμα με ταυτόχρονη ταχεία έκλυση αερίων***, ακόμη και χωρίς την παρουσία ατμοσφαιρικού οξυγόνου και που υπό καθορισμένες συνθήκες δοκιμής εκπυρσοκροτούν, αναφλέγονται έντονα και γρήγορα ή εκρήγνυνται υπό την επίδραση θερμότητας.

Οξειδωτικές: Είναι οι ουσίες και τα παρασκευάσματα τα οποία όταν έρχονται σε επαφή με άλλες ουσίες και ιδίως εύφλεκτες, ***προκαλούν ισχυρή εξώθερμη αντίδραση***.

Εύφλεκτες: Είναι υγρές ουσίες και παρασκευάσματα με ***πολύ χαμηλό σημείο ανάφλεξης***.

Τοξικές: Είναι ουσίες και παρασκευάσματα τα οποία μετά από εισπνοή, κατάποση ή απορρόφησή τους μέσω του δέρματος ακόμα και σε ελάχιστη ποσότητα ***προκαλούν το θάνατο, οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας***.

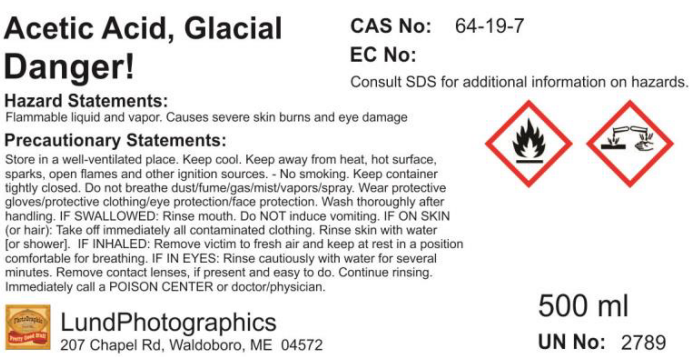
Επιβλαβείς: Είναι ουσίες και παρασκευάσματα που όταν εισπνέονται, καταπίνονται ή απορροφούνται μέσω του δέρματος μπορούν να ***προκαλέσουν τον θάνατο, οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας***.

Καρκινογόνες: Είναι ουσίες και παρασκευάσματα τα οποία όταν εισπνέονται, καταπίνονται ή απορροφούνται μέσω του μέσω του δέρματος μπορούν ***να προκαλέσουν καρκίνο ή να αυξήσουν την πιθανότητα εμφάνισής του***.

Επικίνδυνες για το περιβάλλον: Είναι ουσίες και παρασκευάσματα τα οποία, αν εισαχθούν στο περιβάλλον, παρουσιάζουν ή μπορεί να παρουσιάσουν ***άμεσο ή μελλοντικό κίνδυνο για έναν ή περισσότερους τομείς του περιβάλλοντος***.

Όλες οι παραπάνω κατηγορίες περιλαμβάνουν ουσίες και μείγματα που ανήκουν στις λεγόμενες επικίνδυνες ουσίες – μείγματα. Η χρήση των επικίνδυνων ουσιών και μειγμάτων περικλείει σοβαρούς κινδύνους, αν γίνεται χωρίς τις αναγκαίες προφυλάξεις.

Έτσι κάθε χημικό αντιδραστήριο ή μείγμα πρέπει να συνοδεύεται με κατάλληλη ετικέτα, με πληροφορίες για τις χημικές και φυσικές ιδιότητες και ενημερωτικές φράσεις για την αποφυγή κινδύνων στην ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων.



Τα στοιχεία που περιλαμβάνει μια ετικέτα είναι τα ακόλουθα:

1. Το όνομα του χημικού αντιδραστηρίου με τους χαρακτηριστικούς κωδικούς αριθμούς του.
2. Το όνομα, τη διεύθυνση και το τηλέφωνο του παρασκευαστή.
3. Τα **εικονογράμματα κινδύνου** (βλ. αντίστοιχο Πίνακα 1 παρακάτω) και την αντίστοιχη προειδοποιητική λέξη!
4. **Τις δηλώσεις επικινδυνότητας** (H-phrases) και μέχρι 6 **δηλώσεις προφύλαξης** (P-phrases).
5. Την ποσότητα που περιέχεται στο δοχείο.
6. Άλλες συμπληρωματικές πληροφορίες.

2.2 Εικονογράμματα

Το εικονόγραμμα κινδύνου είναι μια εικόνα πάνω σε ετικέτα που φέρει ένα σύμβολο προειδοποίησης και συγκεκριμένα χρώματα τα οποία αποσκοπούν στο να ενημερώνουν για τη βλάβη που μπορεί να προκαλέσει μια ουσία ή ένα μείγμα στην υγεία του ανθρώπου ή στο περιβάλλον. Ο κανονισμός CLP εισήγαγε νέα εικονογράμματα τα οποία έχουν σχήμα κόκκινου ρόμβου σε λευκό φόντο και αντικαθιστούν τα παλαιά τετράγωνα σύμβολα πορτοκαλί χρώματος που χρησιμοποιούνταν σύμφωνα με την προηγούμενη νομοθεσία.

Πίνακας 1: *Σύμβολα και εικονογράμματα κινδύνου σύμφωνα με τον κανονισμό CLP.*

Εικονογράμματα Χημικού Κινδύνου	**Τι σημαίνουν**	**Σύμβολα που καταργούνται**
Αέριο υπό πίεση	Το δοχείο μπορεί να εκραγεί αν θερμανθεί. Πολύ ψυχρό υγρό, μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα ψύχους.	
Εκρηκτικό	Εκρηκτικό - ευαίσθητο στη φωτιά, τη θερμότητα, τους κραδασμούς ή την τριβή.	
Οξειδωτικό	Μπορεί να προκαλέσει ή να αναζωπυρώσει πυρκαγιά· οξειδωτικό. Μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά ή έκρηξη· ισχυρό οξειδωτικό.	
Εύφλεκτο	Προκαλεί ή επιτείνει την πυρκαγιά. Αυξάνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς.	

Διαβρωτικό	Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα. Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.	
Κίνδυνος για την υγεία	Προκαλεί ερεθισμό του δέρματος και των ματιών. Προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις για την υγεία. Καταστρέφει τη στιβάδα του όζοντος.	
Οξεία τοξικότητα	Απειλητικό για τη ζωή ακόμα και σε μικρές ποσότητες ή σύντομη έκθεση.	
Σοβαρός κίνδυνος για την υγεία	Μπορεί να προκαλέσει σοβαρές μακροχρόνιες επιπτώσεις στην υγεία.	
Επικίνδυνο για το περιβάλλον	Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις. Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις.	

2.3 Δηλώσεις

1. ***«Δηλώσεις κινδύνου Η»***: υποδηλώνουν τους ιδιαίτερους κινδύνους τους οποίους συνεπάγεται η χρήση της ουσίας. Οι «δηλώσεις κινδύνου Η», αποτελούνται από το γράμμα Η και από ένα αριθμό.
2. ***«Δηλώσεις προφύλαξης Ρ»***: δηλώνουν οδηγίες ασφαλούς χρήσης της ουσίας. Αποτελούνται από το γράμμα Ρ και από έναν αριθμό.

Πλήρης κατάλογος των Δηλώσεων Κινδύνου Η και Δηλώσεων Προφύλαξης Ρ παρέχεται στον υπερσύνδεσμο: https://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/SAMANCTA/EL/Safety/HP_EL.htm

2.4 Επικίνδυνες ουσίες ή μείγματα

Μια ουσία ή ένα μείγμα που πληροί τα κριτήρια σχετικά με τους κινδύνους από φυσικούς παράγοντες, τους κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία ή τους κινδύνους για το περιβάλλον είναι **επικίνδυνη** και ταξινομείται σε αντίστοιχες τάξεις κινδύνου (π.χ. εκρηκτικά, εύφλεκτα αέρια).

Κάθε τάξη υποδιαιρείται περαιτέρω σε κατηγορίες βάσει κριτηρίων που υποδηλώνουν τη σοβαρότητα του κινδύνου (στα χημικά προϊόντα συνήθως συναντάμε τις κατηγορίες 1, 2, 3 & 4, με την κατηγορία 1 να είναι η πιο σοβαρή, βλ. Πίνακα 2). Η ταξινόμηση αυτή δε βασίζεται κατ' ανάγκη σε ανάλογη χημική δομή.

Πίνακας 2: *Το Γενικό πλαίσιο Αναφοράς Επικίνδυνων Φορτίων - GRD*

ΔΙΑΚΡΙΣΗ	**ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ**
Κατηγορία (Κλάση) 1	Εκρηκτικά
Κατηγορία (Κλάση) 2	Αέρια: συμπιεσμένα, υγροποιημένα, ή διαλυμένα υπό πίεση
Κατηγορία (Κλάση) 3	Εύφλεκτα υγρά
Κατηγορία (Κλάση) 4	Εύφλεκτα στερεά, ουσίες αυθόρμητα υποκείμενες σε καύση, ουσίες που, σε επαφή με το νερό, εκλύουν ευανάφλεκτα αέρια
Κατηγορία (Κλάση) 5	Οξειδωτικά, οξειδωτικές ουσίες (παράγοντες) και οργανικά υπεροξείδια
Κατηγορία (Κλάση) 6	Δηλητηριώδεις (τοξικές) και μολυσματικές ουσίες
Κατηγορία (Κλάση) 7	Ραδιενεργά υλικά
Κατηγορία (Κλάση) 8	Διαβρωτικά
Κατηγορία (Κλάση) 9	Διάφορες επικίνδυνες ουσίες

Στο **Παράρτημα Α** παρουσιάζονται αναλυτικά οι τάξεις και κατηγορίες κινδύνου σύμφωνα με τον κανονισμό CLP για την Ταξινόμηση, Συσκευασία και Επισήμανση χημικών ουσιών και μειγμάτων.

3. Διαχείριση Χημικών Αποβλήτων

Τα χημικά απόβλητα από ένα Εργαστήριο Χημείας, είναι κυρίως στο σύνολό τους εξειδικευμένα, και υπόκεινται σε ειδικούς νόμους περί αποβλήτων που **δεν επιτρέπεται να απορρίπτονται στους νεροχύτες**. Παρόλο που τα απόβλητα σε ένα εργαστήριο βρίσκονται σε μικρές ποσότητες, πρέπει να συλλέγονται σε ειδικά δοχεία και να παραδίδονται στα ειδικά κατά τόπους κέντρα προς εξουδετέρωσή τους.

Το Εργαστήριο Χημείας θα πρέπει να διαθέτει έναν συγκεκριμένο χώρο στον οποίο θα αποθηκεύει τα επικίνδυνα απόβλητα. Όλα τα απόβλητα πρέπει να φυλάσσονται σε ειδικά δοχεία και να διαχωρίζονται σε κατηγορίες, ώστε να αποφεύγεται η ανάμειξη μη συμβατών χημικών ουσιών και να αποκλείεται έτσι το ενδεχόμενο τυχόν επικίνδυνων αντιδράσεων. Τα δοχεία συλλογής θα πρέπει να κλείνουν ερμητικά, να είναι από κατάλληλο υλικό (π.χ. να αντέχουν στην επίδραση διαλυτών), να έχουν ετικέτα στην οποία θα αναγράφονται τα περιεχόμενα απόβλητα (π.χ. υδατικές βάσεις) και να είναι σε καλή κατάσταση. Κάποιοι βασικοί κανόνες στους οποίους βασίζεται η συλλογή και η οργάνωση των αποβλήτων είναι:

- Εκτίμηση της συμβατότητας των αποβλήτων πριν την ανάμειξη τους
- Διαχωρισμός οξέων από βάσεις
- Διαχωρισμός αλογονωμένων από μη αλογονωμένους διαλύτες
- Αποκλεισμός των μετάλλων από απόβλητα διαλυτών
- Διαχωρισμός οξειδωτικών από οργανικά
- Διαχωρισμός από το νερό ενώσεων που αντιδρούν με αυτό
- Μη ανάμειξη χημικών αποβλήτων με ραδιενεργά
- Συλλογή υδραργύρου σε χωριστές φιάλες.

Κατηγορίες περιεκτών (συλλογής και αποθήκευσης) χημικών αποβλήτων

Σε κάθε Εργαστήριο Χημείας θα πρέπει να υπάρχουν οι ακόλουθοι περιέκτες αποβλήτων, κατά προτίμηση κάτω από τον απαγωγό ή σε κατάλληλα καθορισμένα ντουλάπια σύμφωνα με τη λειτουργία του εργαστηρίου. Τα εργαστηριακά απόβλητα φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Α/Α περιέκτη	Κατηγορίες ενώσεων	Παραδείγματα
A	Αλογονωμένοι Υδρογονάνθρακες	Διχλωρομεθάνιο, χλωροφόρμιο
B	Μη Αλογονωμένοι Υδρογονάνθρακες	Εξάνιο, τολουόλιο
C	Υδατικά οξέα	Υδροχλωρικό, νιτρικό, θειικό οξύ κ.ά.
D	Υδατικές βάσεις	Υδροξείδιο του νατρίου, υδροξείδιο του καλίου
E	Ειδικοί διαλύτες	Ακετονιτρίλιο, διμεθυλοφορμαμίδιο
F	Στερεά απόβλητα	Οξείδιο του πυριτίου (σκόνη, γέλη)
G	Τοξικά υδατικά διαλύματα που δεν περιέχουν βαρέα μέταλλα	Διαλύματα φαινόλης, μεθανόλης
H	Απόβλητα βαρέων μετάλλων	π.χ. As, Cd, Pb, Zn, Mn, Cr, Cu

Οδηγίες συλλογής στερεών αποβλήτων

- Διαχωρίστε και συλλέξτε στερεά χημικά απόβλητα σύμφωνα με τη συμβατότητά τους.
- **Μην αναμειγνύετε στερεά απόβλητα και υγρά απόβλητα! Συλλέξτε αυτά τα απορρίμματα χωριστά.**
- Επισημάνετε κάθε χημική ουσία με το όνομα και τη συγκέντρωση κατά IUPAC.
- Οι βελόνες, οι σύριγγες και τα αιχμηρά αντικείμενα πρέπει να συλλέγονται ξεχωριστά σε ένα ξεχωριστό δοχείο.

4. Γενικές οδηγίες για την ασφαλή αποθήκευση και τη διαχείριση των χημικών αντιδραστηρίων στο εργαστήριο

- Τα δοχεία με τις χημικές ουσίες φυλάσσονται σε χώρο ξηρό και καλά αεριζόμενο. Τα δοχεία πρέπει να είναι καλά σφραγισμένα γιατί μπορεί να διαφεύγουν επικίνδυνοι ατμοί. Αν η χρήση αντιδραστηρίων παράγει τοξικούς, διαβρωτικούς ή δύσοσμους ατμούς, τότε η *χρήση του απαγωγού είναι απαραίτητη*. Ελέγχουμε πριν ξεκινήσουμε το πείραμα, αν ο απαγωγός είναι ενεργοποιημένος και υπάρχει ροή αέρα .
- Για τη μεταφορά και τη χρήση χημικών αντιδραστηρίων συνιστάται η χρήση κατάλληλων γαντιών συμβατό με τη φύση του χημικού αντιδραστηρίου (βλ. **Παράρτημα Β**).
- Για να εξαχθούν ορθά συμπεράσματα από παρατηρήσεις χημικών αντιδράσεων, όλα τα όργανα που χρησιμοποιούνται στο πείραμα θα πρέπει να είναι καθαρά, απαλλαγμένα από οποιαδήποτε ουσία που θα επηρέαζε το αποτέλεσμα και θα οδηγούσε σε λανθασμένα συμπεράσματα.
- Διασφαλίστε ότι οι χημικές ουσίες φυλάσσονται ασφαλώς, χωρίς άμεση πρόσβαση από μαθητές/τριες, και ταξινομήστε τις ανάλογα με την κατηγορία τους. Οι βαριές γυάλινες φιάλες που περιέχουν ισχυρά οξέα ή άλλα οξειδωτικά που πρέπει να τοποθετηθούν σε χαμηλά ράφια.
- Διενεργείτε τακτικές επιθεωρήσεις των αποθηκευμένων χημικών και απομακρύνετε τυχόν αλλοιωμένα είδη. Δοχεία χωρίς ετικέτα δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται. Πριν από το άνοιγμα οποιουδήποτε δοχείου, ελέγξτε προσεκτικά την ετικέτα και λάβετε υπόψη τις προειδοποιήσεις κινδύνου, συμπεριλαμβανομένων των πιθανών αντιδράσεων μεταξύ των ουσιών. Πάντοτε επικολλούμε μια νέα ετικέτα με τα χαρακτηριστικά του αντιδραστηρίου που παρασκευάσαμε στο μπουκάλι στο οποίο θα αποθηκευτεί.
- Το άνοιγμα των δοχείων πρέπει να γίνεται προσεκτικά σε καλά αεριζόμενο χώρο ή κατάλληλο εξοπλισμό, ενώ πρέπει να χρησιμοποιηθούν τα προστατευτικά ρούχα και ο κατάλληλος εξοπλισμός. Όταν θέλουμε να μυρίσουμε ένα αντιδραστήριο, δεν το πλησιάζουμε στη μύτη μας, αλλά με τη βοήθεια της παλάμης μας δημιουργούμε ρεύμα αέρα.
- Αποφύγετε τη μεταφορά επικίνδυνων χημικών ουσιών, όπως πυκνά οξέα και βάσεις, από μαθητές. Συνιστάται ο εκπαιδευτικός να προετοιμάζει τις απαιτούμενες ποσότητες και να τις τοποθετεί στους πάγκους εργασίας που θα υλοποιηθεί η εργαστηριακή άσκηση.
- Ποτέ δεν πρέπει να αναμειγνύονται χημικές ουσίες άγνωστης σύνθεσης, καθώς υπάρχει σοβαρός κίνδυνος να παραχθούν επικίνδυνα προϊόντα ή να υλοποιηθούν βίαιες και απρόβλεπτες αντιδράσεις. Δεν επιστρέφουμε την ποσότητα του αντιδραστηρίου που μας περίσσεψε στο δοχείο από όπου αρχικά το πήραμε (προς αποφυγή μόλυνσης του αντιδραστηρίου). Το πώμα που βγάζουμε από κάθε φιάλη πρέπει να το βάζουμε στην ίδια και όχι σε άλλη φιάλη.
- Ογκομετρικοί κύλινδροι και φιάλες αντιδραστηρίων ουδέποτε θερμαίνονται, γιατί υπάρχει κίνδυνος να σπάσουν. Ποτέ δεν στρέφουμε δοκιμαστικό σωλήνα που θερμαίνουμε, στο πρόσωπό μας ή στο πρόσωπο άλλων. Δεν θερμαίνουμε δοκιμαστικό σωλήνα στον πυθμένα του, αλλά λίγο παραπάνω από την επιφάνεια του υγρού, ανακινώντας συγχρόνως τον σωλήνα. Έτσι αποφεύγουμε τον απότομο βρασμό και την εκτίναξη του περιεχομένου του. Ουδέποτε πωματίζουμε συσκευές ή δοχεία που θερμαίνονται ή που στο εσωτερικό τους πραγματοποιείται χημική αντίδραση συνοδευόμενη από έκλυση αερίου.

5. Πιθανές πηγές πειραματικών σφαλμάτων στο εργαστήριο

Στο Εργαστήριο Χημείας τα πειραματικά σφάλματα μπορεί να προκύψουν από διάφορους παράγοντες που επηρεάζουν την ακρίβεια των πειραματικών μετρήσεων. Ακολουθούν ορισμένες πιθανές πηγές πειραματικών σφαλμάτων:

1. Σφάλματα οργάνων και εξοπλισμού (συστηματικά σφάλματα)

- **Ακρίβεια του εξοπλισμού**: Όργανα μέτρησης, όπως ζυγαριές, θερμόμετρα και ογκομετρικά όργανα, όπως οι βαθμονομημένοι κύλινδροι, οι πιπέτες και οι φιάλες, μπορεί να έχουν κατασκευαστικές ατέλειες ή να χρειάζονται βαθμονόμηση, οδηγώντας σε συστηματικές αποκλίσεις.
- **Χρονική αστάθεια των οργάνων**: Με τον καιρό, ο εξοπλισμός μπορεί να χάσει την ακρίβειά του, ιδιαίτερα αν δεν συντηρείται σωστά.

2. Πειραματικά σφάλματα (τυχαία σφάλματα)

- **Λάθη στην ανάγνωση οργάνων**: Λάθη στην ανάγνωση του κατώτερου ή ανώτερου μηνίσκου μπορεί να οδηγήσουν σε σφάλματα στη μέτρηση του όγκου.
- **Ανακρίβειες στην εκτέλεση του πειράματος**: Μικρές διαφορές στην απαιτούμενη ποσότητα των ουσιών ή στη θερμοκρασία του πειράματος μπορεί να προκαλέσουν αποκλίσεις στα αποτελέσματα. Η λανθασμένη δειγματοληψία μπορεί να οδηγήσει σε ανακριβή αποτελέσματα, ειδικά αν το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό.

3. Περιβαλλοντικοί παράγοντες

- **Θερμοκρασία και υγρασία**: Αλλαγές στις συνθήκες του εργαστηρίου, όπως διακυμάνσεις στη θερμοκρασία ή στην υγρασία, μπορούν να επηρεάσουν τις αντιδράσεις και τις μετρήσεις. Για παράδειγμα η υγρασία μπορεί να επηρεάσει τις ιδιότητες και τη μάζα των υγροσκοπικών ουσιών.
- **Πίεση**: Οι αλλαγές στην ατμοσφαιρική πίεση μπορούν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα, ειδικά στις μετρήσεις αερίων.
- **Αλλοιώσεις αντιδραστηρίων**: Ορισμένες χημικές ουσίες μπορούν να αποσυντεθούν ή να αντιδράσουν με τον αέρα, αλλάζοντας την συγκέντρωσή τους και, κατ' επέκταση, τα αποτελέσματα του πειράματος.

4. Σφάλματα προετοιμασίας και καθαρισμού

- **Μη επαρκής καθαρισμός σκευών**: Υπολείμματα προηγούμενων ουσιών στα σκεύη μπορεί να προκαλέσουν σφάλματα στα αποτελέσματα.
- **Λανθασμένη προετοιμασία διαλυμάτων**: Σφάλματα στη διάλυση των αντιδραστηρίων ή στην αραίωση διαλυμάτων μπορεί να επηρεάσουν τις μετρήσεις.

5. Σφάλματα κατά την ανάλυση δεδομένων

- **Λάθη στην καταγραφή**: Λανθασμένες σημειώσεις ή καταγραφές μπορούν να αλλοιώσουν τα δεδομένα του πειράματος.
- **Λάθος επεξεργασία δεδομένων**: Σφάλματα κατά τον υπολογισμό ή την ανάλυση των δεδομένων μπορούν να οδηγήσουν σε εσφαλμένα συμπεράσματα.
- **Λανθασμένες υποθέσεις**: Λάθος θεωρητικές υποθέσεις ή παραδοχές μπορεί να οδηγήσουν σε σφάλματα κατά την ερμηνεία των δεδομένων.

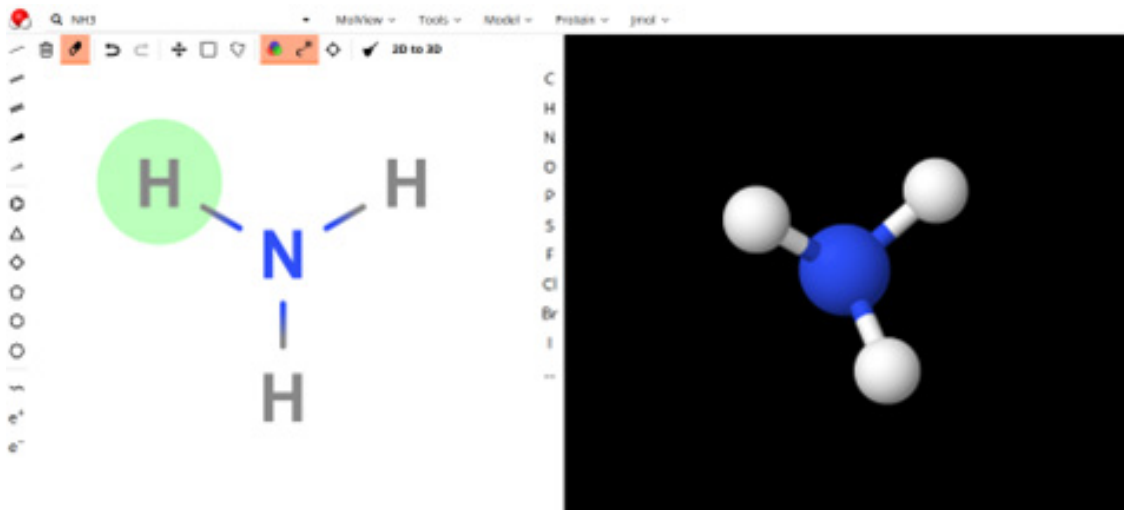
Ο εντοπισμός, η κατανόηση και η προσεκτική αντιμετώπιση αυτών των πιθανών πηγών σφαλμάτων μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια και την αξιοπιστία των πειραματικών αποτελεσμάτων.

6. Χρήσιμα ψηφιακά εργαλεία

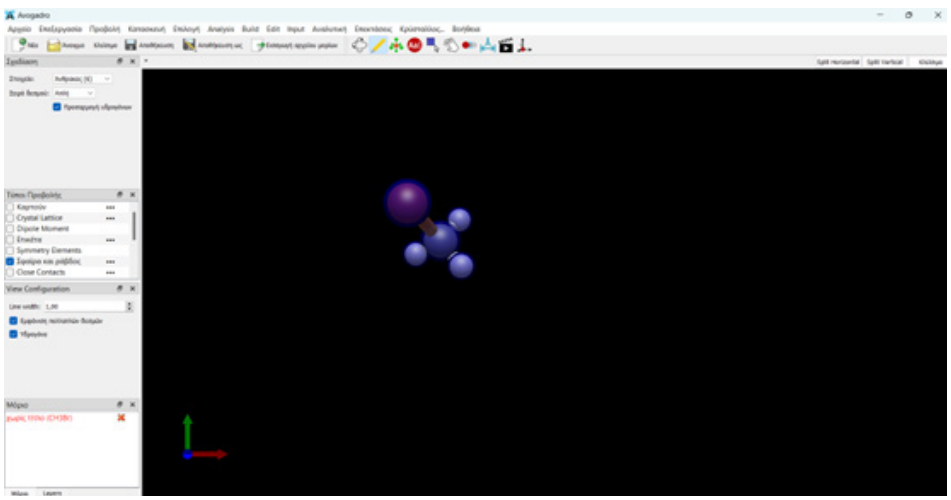
Χρήσιμα ψηφιακά εργαλεία για το μάθημα της Χημείας

Ο/Η κάθε εκπαιδευτικός μπορεί να χρησιμοποιήσει κατά τη διάρκεια της διδασκαλίας του μαθήματος της Χημείας στο Λύκειο ένα εργαλείο σχεδιασμού για αναπαράσταση απλών αλλά και σύνθετων ανόργανων και οργανικών μορίων. Τέτοια εργαλεία σχεδιασμού που είναι ελεύθερα διαθέσιμα είναι:

- **Molview** (https://molview.org/) που επιτρέπει εύκολο σχεδιασμό και αναπαράσταση μορίων σε 2 και 3 διαστάσεις, καθώς και εμφάνιση της ονομασίας κατά IUPAC. Είναι εύκολο στη χρήση και δεν απαιτεί εγκατάσταση (on-line). Επίσης παρέχει πληροφορίες για τις ενώσεις, καθώς και φασματοσκοπικά δεδομένα.



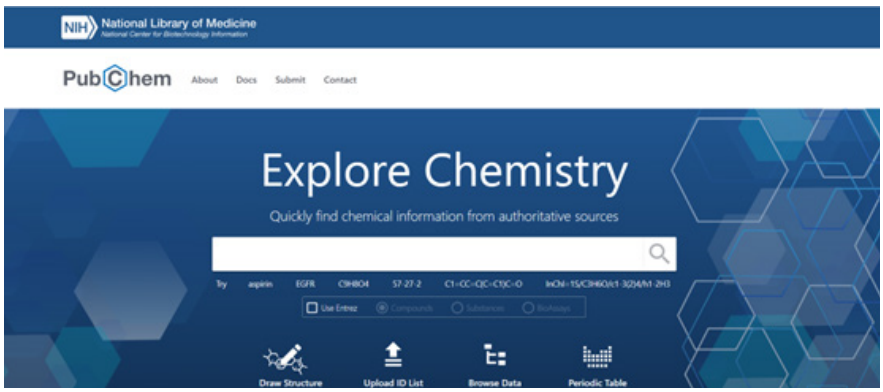
- **Avogadro** (https://avogadro.cc/) που επιτρέπει σχεδιασμό ανόργανων και οργανικών ενώσεων σε 3 διαστάσεις, παρουσιάζονται τα μήκη και οι γωνίες δεσμών καθώς και κρυσταλλογραφικά δεδομένα. Παρέχεται και λεπτομερής οδηγός για όλες τις δυνατότητες της εφαρμογής (https://two.avogadro.cc/docs/index.html). Η εφαρμογή αυτή απαιτεί εγκατάσταση στον ΗΥ.



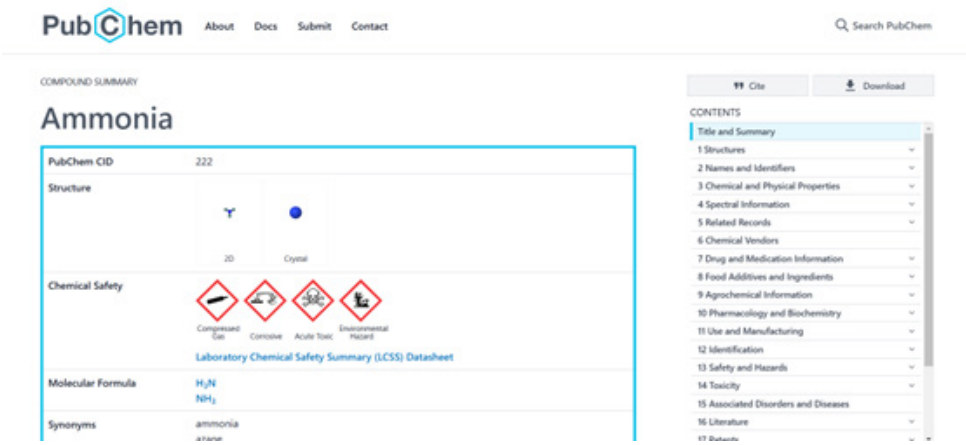
Επιπροσθέτως, είναι εφικτό να χρησιμοποιούνται βάσεις δεδομένων χημικών ενώσεων που είναι ελεύθερα προσβάσιμες.

Βάσεις δεδομένων χημικών ενώσεων

Το **PubChem** (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/) είναι μια δωρεάν βάση δεδομένων χημικών ενώσεων που αναπτύχθηκε από το National Center for Biotechnology Information (NCBI) στις ΗΠΑ. Είναι μια από τις μεγαλύτερες online χημικές βιβλιοθήκες και περιέχει πληροφορίες για εκατομμύρια χημικές ουσίες, τόσο οργανικές όσο και ανόργανες.



Περιέχει αναπαραστάσεις μορίων (2D & 3D μοντέλα),ονοματολογία κατά IUPAC & άλλες ονομασίες, Φυσικοχημικές ιδιότητες (σημείο τήξης, διαλυτότητα, pKa κ.λπ.), φασματοσκοπικά δεδομένα (NMR, IR, UV-Vis), βιολογικές πληροφορίες (φαρμακολογικές δράσεις), τοξικολογικά δεδομένα, κανόνες για την ασφαλή χρήση των χημικών ενώσεων κ.ά.



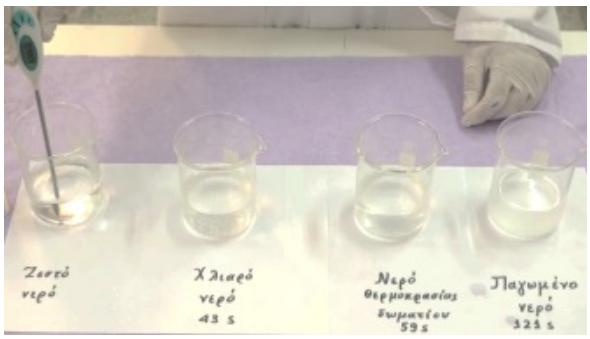
Το **NIST Chemistry WebBook** (https://webbook.nist.gov/chemistry/) είναι επίσης μια δωρεάν online βάση δεδομένων που παρέχεται από το National Institute of Standards and Technology (NIST) των ΗΠΑ. Δίνονται πληροφορίες που αφορούν φυσικοχημικές ιδιότητες, φασματοσκοπικά (NMR, IR, UV-Vis) και θερμοχημικά δεδομένα για σημαντικό αριθμό ενώσεων.

Άλλη μια δωρεάν online διαδικτυακή βάση δεδομένων για χημικές ενώσεις είναι **The Royal Society of Chemistry (RSC) – ChemSpider** (https://www.chemspider.com/) που παρέχει άμεσα πληροφορίες σχετικά με τις δομές, τα φασματοσκοπικά δεδομένα, τις ιδιότητες και την ονομασία ανόργανων και οργανικών ενώσεων.

7. Ειδικές οδηγίες εργαστηριακών ασκήσεων

Υποενότητα 1.2.2: Η επιστημονική μεθοδολογία στη χημεία

1η Εργαστηριακή Άσκηση
*Επίδραση της θερμοκρασίας του νερού στην ταχύτητα διάλυσης αναβράζοντος δισκίου**



Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στο τέλος της εργαστηριακής άσκησης οι μαθητές/τριες θα μπορούν:

- Να σχεδιάζουν ένα απλό εργαστηριακό πείραμα για να διερευνήσουν πώς επηρεάζει η θερμοκρασία του νερού την ταχύτητα διάλυσης ενός αναβράζοντος δισκίου.
- Να αναγνωρίζουν τις μεταβλητές του πειράματος και να τις διαχειρίζονται σωστά.
- Να καταγράφουν τα πειραματικά δεδομένα και να τα επεξεργάζονται.
- Να ερμηνεύουν τα πειραματικά δεδομένα και να εξηγούν πώς η θερμοκρασία επηρεάζει την ταχύτητα διάλυσης ενός αναβράζοντος δισκίου στο νερό.
- Να αναπτύσσουν περαιτέρω δεξιότητες συνεργασίας, επικοινωνίας κριτικής και δημιουργικής σκέψης.

Β. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη – Όργανα (ανά ομάδα)

- Ένα (1) ποτήρι ζέσεως των 250 mL [Αν υπάρχει άνεση στον υάλινο εξοπλισμό, προτείνονται τέσσερα (4).]
- Έναν (1) ογκομετρικό κύλινδρο των 100 mL
- Νερό σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες:
  α) παγωμένο (ενδεικτικά μεταξύ 4 και 10 °C)
  β) θερμοκρασίας περιβάλλοντος (ενδεικτικά μεταξύ 20 και 28 °C)
  γ) χλιαρό (ενδεικτικά μεταξύ 30 και 38 °C)
  δ) ζεστό (ενδεικτικά μεταξύ 40 και 48 °C)
- Σταγονόμετρο
- Θερμόμετρο
- Αναβράζον δισκίο π.χ. αναλγητικού
- Χρονόμετρο

---

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως Εργαστηριακή Άσκηση στην υποενότητα 1.2.2.1 του βιβλίου του/της μαθητή/τριας (σελ. 38).

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Το μόνο σημείο που απαιτεί μια σχετική προσοχή είναι το ζεστό νερό είτε προέρχεται από βραστήρα είτε από υδατόλουτρο.

Δ. Επικινδυνότητα των αποβλήτων του πειράματος και τρόπος απόρριψης

Τα διαλύματα αναλγητικού που αποτελούν τα απόβλητα της συγκεκριμένης εργαστηριακής άσκησης δεν παρουσιάζουν επικινδυνότητα για την υγεία ή το περιβάλλον (δεν είναι εύφλεκτα ή διαβρωτικά ή δραστικά ή τοξικά), επομένως μπορούν να αποβληθούν στο σύστημα αποχέτευσης του εργαστηρίου.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

- Πρόκειται για διερευνητική, ομαδοσυνεργατική εργαστηριακή άσκηση.
- Θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην ικανότητα των μαθητών/τριών να αναγνωρίζουν/διαχειρίζονται τις μεταβλητές του πειράματος (ανεξάρτητη, εξαρτημένη, σταθερές μεταβλητές). Όπου χρειαστεί να δοθεί η σχετική υποστήριξη.

Ενδεικτικές ερωτήσεις καθοδήγησης σε ομάδες που θα ζητήσουν βοήθεια:

- Με βάση το ερευνητικό ερώτημα, ποια μεταβλητή/παράγοντα θεωρείτε ότι πρέπει να μεταβάλλετε για να διαπιστώσετε πώς επηρεάζει την ταχύτητα διάλυσης του δισκίου (ανεξάρτητη μεταβλητή);
- Ποια μεταβλητή θεωρείτε ότι πρέπει να μετρήσετε για να προσδιορίσετε αν και πώς επηρεάστηκε η ταχύτητα διάλυσης του δισκίου (εξαρτημένη μεταβλητή);
- Ποιες μεταβλητές θα κρατήσετε σταθερές, ώστε αυτές να μην εμπλέκονται με την ταχύτητα διάλυσης του αναβράζοντος δισκίου;

Αν χρειαστεί, δίνεται μεγαλύτερη βοήθεια.

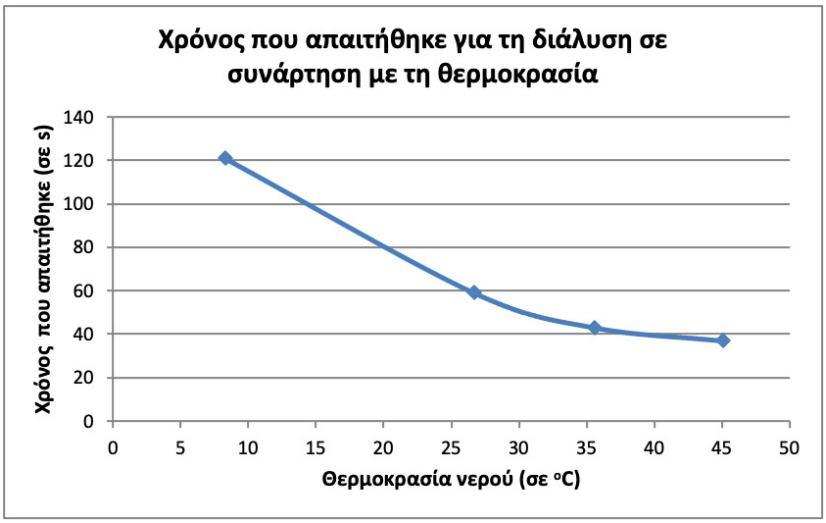
- Δεν έχει σημασία αν οι ομάδες θα κινηθούν από τις χαμηλές προς τις υψηλές θερμοκρασίες ή αντίστροφα.
- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αναβράζοντα δισκία μικρότερης ή μεγαλύτερης ποσότητας σε δραστικό συστατικό π.χ. 500 mg ή 1000 mg. Θα αλλάξουν οι χρόνοι αλλά δεν αλλάζει η γενική μορφή της καμπύλης ($t_{διάλυσης} = f(θ)$) και η δυνατότητα εξαγωγής σωστού συμπεράσματος.
- Η χρήση νερού υψηλότερης θερμοκρασίας δεν συνίσταται επειδή οι χρόνοι που απαιτούνται για τη διάλυση του αναβράζοντος δισκίου είναι πολύ κοντά με αυτόν του νερού σε θερμοκρασία 45-48 ^{o}C, άρα οι τιμές αυτές δεν συνεισφέρουν ιδιαίτερα στη δημιουργία καλύτερου διαγράμματος. Επιπρόσθετα, το πολύ θερμό νερό αποτελεί παράγοντα εργαστηριακού κινδύνου για τους μαθητές/τριες.
- Μικρά λάθη των μαθητών/τριών στη μέτρηση του όγκου ή της θερμοκρασίας ή του χρόνου δεν επηρεάζουν σημαντικά τη γενική μορφή της καμπύλης ($t_{διάλυσης} = f(θ)$) και την εξαγωγή σωστού συμπεράσματος.
- Οι ομάδες θα πρέπει να εργαστούν αυτόνομα και να καταλήξουν στα συμπεράσματά τους. Στη συνέχεια, να ανακοινώσουν τα συμπεράσματά τους στην ολομέλεια και να γίνει συζήτηση. Τελικά, η ολομέλεια θα πρέπει να καταλήξει σε κοινό συμπέρασμα.
- Προτείνεται να αξιολογήσουν οι μαθητές/τριες την ποιότητα της διερεύνησης που έκαναν. Ενδεικτικές ερωτήσεις που μπορεί να κληθούν να απαντήσουν:
  - Η έρευνα που κάνατε απάντησε επαρκώς στο ερευνητικό ερώτημα;
  - Τι το καινούργιο μάθατε από αυτή τη μικρή διερεύνηση;
  - Ποια σημεία της σας δυσκόλεψαν;

ΣΤ. Ενδεικτικά πειραματικά αποτελέσματα

- Ένας ενδεικτικός πίνακας μετρήσεων είναι ο ακόλουθος.

θερμοκρασία νερού (σε °C)	Χρόνος που απαιτήθηκε για τη διάλυση (σε s)
8,3	121
26,7	59
35,6	43
45,1	37

- Ένα ενδεικτικό διάγραμμα της σχέσης ($t_{διάλυσης}$ = f(θ)) είναι το ακόλουθο.



Ι. Ενδεικτικές ερωτήσεις επέκτασης

1. Να σχεδιάσετε ως ομάδα την πειραματική διαδικασία για να προσδιορίσετε πώς επιδρά η θερμοκρασία στην ταχύτητα της διάλυσης της ζάχαρης στο νερό. Μην παραλείψετε να κάνετε αναφορά στην ανεξάρτητη, την εξαρτημένη και τις μεταβλητές που θα κρατήσετε σταθερές.
2. Να σχεδιάσετε ως ομάδα την πειραματική διαδικασία για να προσδιορίσετε πώς μεταβάλλεται η θερμοκρασία μιας ποσότητας ξυδιού (υδατικό διάλυμα CH_3COOH) όταν σε αυτό ρίχνουμε ποσότητες μαγειρικής σόδας ($NaHCO_3$). Δίνεται η χημική εξίσωση της αντίδρασης που λαμβάνει χώρα:

$$CH_3COOH(aq) + NaHCO_3(s) \rightarrow CH_3COONa(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$$

Υποενότητα 3.2.3: Διαμοριακές δυνάμεις και φυσικές ιδιότητες ουσιών

2η Εργαστηριακή Άσκηση (πείραμα επίδειξης)
*Διαμοριακές δυνάμεις και μη αναμειγνυόμενα υγρά II**

Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στο τέλος του πειράματος επίδειξης οι μαθητές/τριες θα μπορούν:

- Να διερευνήσουν τις πολικότητες των μορίων του νερού της αιθανόλης και του ελαιόλαδου.
- Να αναγνωρίζουν ότι τα μη πολικά μόρια δεν διαλύονται σε πολικά μόρια και ότι εν γένει, ισχύει «τα όμοια διαλύονται σε όμοια».
- Να καταγράφουν τα πειραματικά δεδομένα και να τα επεξεργάζονται.
- Να ερμηνεύουν τα πειραματικά δεδομένα και να εξηγούν τα αποτελέσματα του πειράματος.

Β. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη – Όργανα

- Τρία (3) ποτήρια ζέσεως των 250 mL
- Έναν (1) ογκομετρικό κύλινδρο των 100 mL
- Νερό (H_2O) χρωματισμένο με μπλε χρωστική
- Οινόπνευμα (αιθανόλη - CH_3CH_2OH)
- Ελαιόλαδο

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

1. Σχετικά με την αιθανόλη

- **Αναφλεξιμότητα της αιθανόλης**: Η αιθανόλη είναι εξαιρετικά εύφλεκτο υγρό. Υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης εάν υπάρχει πηγή ανάφλεξης (π.χ., ανοιχτή φλόγα, σπίθα) κοντά στην αιθανόλη.
- **Εισπνοή ατμών**: Οι ατμοί της αιθανόλης μπορεί να είναι ερεθιστικοί για το αναπνευστικό σύστημα. Εάν εκτελείς την άσκηση σε κλειστό χώρο, υπάρχει κίνδυνος εισπνοής ατμών. Είναι σημαντικό να εργάζεσαι σε καλά αεριζόμενο χώρο και, αν είναι δυνατόν, να χρησιμοποιείς καμπίνα εξαγωγής ατμών.
- **Επαφή με το δέρμα και τα μάτια**: Η αιθανόλη μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό στο δέρμα ή τα μάτια εάν έρθει σε άμεση επαφή. Χρησιμοποίησε προστατευτικά γυαλιά και γάντια κατά την ανάμειξη των υλικών για να αποφύγεις την άμεση επαφή.

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως Δραστηριότητα 17 του βιβλίου του/της μαθητή/τριας (σελ. 158).

2. Σχετικά με το ελαιόλαδο

- **Ολίσθηση λόγω χυμένου λαδιού**: Το ελαιόλαδο μπορεί να προκαλέσει ολίσθηση εάν χυθεί στο δάπεδο. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο ατυχήματος. Φρόντισε να καθαρίσεις άμεσα τυχόν διαρροές για να αποφύγεις ολισθηρές επιφάνειες.

Δ. Επικινδυνότητα των αποβλήτων του πειράματος και τρόπος απόρριψης

Τα απόβλητα της άσκησης δεν πρέπει να αποβληθούν στο σύστημα αποχέτευσης του εργαστηρίου ή στο περιβάλλον.

- **Εύφλεκτο Υγρό**: Τα απόβλητα από το πείραμα ανάμειξης περιέχουν αιθανόλη, η οποία είναι εύφλεκτη και μπορεί να προκαλέσει κίνδυνο πυρκαγιάς.
- **Περιβαλλοντική Ρύπανση**: Η απευθείας απόρριψη του μείγματος στον αποχετευτικό σύστημα μπορεί να προκαλέσει ρύπανση, ειδικά λόγω της παρουσίας του ελαιόλαδου, που μπορεί να προκαλέσει φραγές στις σωληνώσεις και να ρυπάνει το υδάτινο περιβάλλον.

Συλλέξτε τα απόβλητα σε ένα κλειστό, χημικά ανθεκτικό δοχείο βάζοντας σε αυτό μια ετικέτα με τις πληροφορίες για τα περιεχόμενα (π.χ., μείγμα αιθανόλης, νερού και ελαιόλαδου), την ημερομηνία και τον τύπο επικινδυνότητας (εύφλεκτο υγρό). Αυτό είναι σημαντικό για την ασφαλή διαχείριση των αποβλήτων του εργαστηρίου.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

Η παρουσίαση του πειράματος ανάμειξης αιθανόλης, νερού και ελαιόλαδου στην τάξη μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική εάν ακολουθηθεί μια οργανωμένη προσέγγιση διδασκαλίας που περιλαμβάνει τόσο την πρακτική εκτέλεση του πειράματος όσο και τη θεωρητική κατανόηση των αρχών που διέπουν την ανάμειξη των υγρών ουσιών.

Σε αυτήν την εργαστηριακή άσκηση σκοπός είναι οι μαθητές/τριες να εξετάσουν αν το ελαιόλαδο διαλύεται στο νερό ή στο οινόπνευμα και να ερμηνεύσουν το αποτέλεσμα του πειράματος.

ΣΤ. Ορισμένες οδηγίες που μπορούν να βοηθήσουν

- **Εισαγωγική αφόρμηση**: Πριν την παρουσίαση του πειράματος επίδειξης προτείνεται να προηγηθεί μια σύντομη εισαγωγική συζήτηση στην τάξη με στόχο την ανάδειξης της σύνδεσης των διαμοριακών δυνάμεων με τις φυσικές ιδιότητες των ουσιών. Προτείνεται να σχολιαστεί η έννοια της διαλυτότητας και να συνδεθεί με την αλληλεπίδραση μεταξύ πολικών και μη πολικών ουσιών.
- **Εκτέλεση του πειράματος**: Κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του πειράματος, παρουσιάστε τα βήματα με σαφήνεια, εξηγώντας το καθένα στάδιο.
- **Προτροπή για παρατηρήσεις και ερωτήσεις**: Καλέστε τους/τις μαθητές/τριες να παρατηρήσουν προσεκτικά και να περιγράψουν τι βλέπουν. Μετά την ολοκλήρωση του πειράματος, συζητήστε τις παρατηρήσεις (Γιατί αναμίχθηκαν η αιθανόλη με το νερό και όχι το ελαιόλαδο; Ποια είναι η σημασία της πολικότητας των μορίων στη ανάμειξη των ουσιών). Ενθαρρύνετέ τους, να εξηγήσουν τα αποτελέσματα του πειράματος, με βάση τα πειραματικά δεδομένα.
- **Προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση**: Προτείνετε την υλοποίηση επιπλέον πειραμάτων ή δραστηριοτήτων με στόχο τη βαθύτερη κατανόηση του φαινομένου, όπως η δοκιμή με ανάμειξη επιπλέον υγρών από αυτά που χρησιμοποιούνται στο συγκεκριμένο πείραμα και η διερεύνηση της διαλυτότητάς τους σε διάφορες ουσίες.
- **Σύνθεση του πειράματος με την καθημερινότητα**: Συνδέστε τα αποτελέσματα του πειράματος με εφαρμογές από τη καθημερινότητα των μαθητών, όπως στη μαγειρική (όπου το λάδι και το νερό δεν αναμειγνύονται) ή στη χρήση αλκοολούχων διαλυμάτων για καθαρισμό.

- **Ανακεφαλαίωση και Ανατροφοδότηση**: Κάντε μια σύντομη ανακεφαλαίωση των βασικών σημείων του πειράματος και των συμπερασμάτων που προέκυψαν.
- **Αξιολόγηση και Ερωτήσεις**: Ενθαρρύνετε τους μαθητές/τριες να θέσουν ερωτήσεις ή να κάνουν σχόλια σχετικά με το πείραμα και τις έννοιες που έμαθαν (Τι το καινούργιο μάθατε από αυτό το πείραμα; Ποια σημεία σας δυσκόλεψαν και θα θέλατε να μάθετε περισσότερα;)
- **Ενδεικτικές ερωτήσεις καθοδήγησης**:
  α) Αν γνωρίζετε ότι το λάδι αποτελείται από μη πολικά μόρια, τι συμπεραίνετε για την πολικότητα των μορίων του νερού και του οινοπνεύματος;
  β) Εκτιμάτε ότι το νερό και το οινόπνευμα θα διαλύονται το ένα στο άλλο;

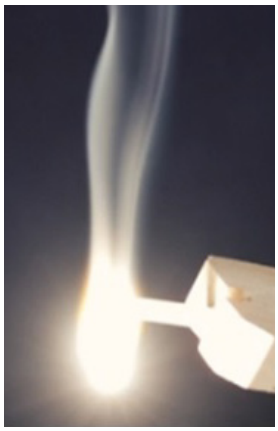
Ι. Ενδεικτικές απαντήσεις στις ερωτήσεις της εργαστηριακής δραστηριότητας

α) Όταν προσθέσουμε σε σειρά νερό, ελαιόλαδο και οινόπνευμα, παρατηρούμε ότι τα υγρά αυτά δεν αναμειγνύονται μεταξύ τους. Αν το λάδι αποτελείται από μη πολικά μόρια, τότε το νερό και το οινόπνευμα θα αποτελούνται από πολικά μόρια. Άλλωστε, εν γένει, ισχύει «τα όμοια διαλύονται σε όμοια».

β) Αφού τόσο τα μόρια του νερού, όσο και της αιθανόλης είναι πολικά, τα δύο υγρά θα διαλύονται το ένα στο άλλο. Μάλιστα, λόγω των δεσμών υδρογόνου, που μπορεί να αναπτυχθούν μεταξύ των μορίων του νερού και των μορίων της αιθανόλης, τα δύο υγρά διαλύονται το ένα στο άλλο σε κάθε αναλογία.

Υποενότητα 5.1: Η αναπαράσταση των χημικών φαινομένων. Οι χημικές εξισώσεις

3η Εργαστηριακή άσκηση (πείραμα επίδειξης)
*Περιγράφοντας χημικά φαινόμενα**



Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Με το πείραμα επίδειξης επιδιώκεται:

- Να κινητοποιηθεί το ενδιαφέρον των μαθητών/τριών για τη συγκεκριμένη θεματική ενότητα.
- Να ενισχυθούν οι δεξιότητες των μαθητών/τριών στην παρατήρηση και την περιγραφή χημικών φαινομένων.
- Να αναγνωρίζουν οι μαθητές/τριες ότι η λεκτική περιγραφή των χημικών φαινομένων δεν περιγράφει πλήρως τον χημικό μετασχηματισμό.

Β. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη – Όργανα (ανά ομάδα)**

- Λαβίδα
- Σύρμα (ταινία) μαγνησίου
- Γκαζάκι (ή λύχνος Bunsen προσαρμοζόμενος σε φιαλιδία υγραερίου) και αναπτήρας
- Στατώ με δύο δοκιμαστικούς σωλήνες
- Υδατικό διάλυμα $AgNO_3$ 0,1 M, περίπου, σε σταγονομετρικό φιαλίδιο
- Υδατικό διάλυμα NaCl 0,1 M , περίπου, σε σταγονομετρικό φιαλίδιο
- Υδατικό διάλυμα HCl 0,5 M ή 1 M σε σταγονομετρικό φιαλίδιο

Εφόσον κάνετε και το 4ο πείραμα επίδειξης, απαιτούνται:

- Κωνική φιάλη ή ποτήρι ζέσεως των 250 mL
- Στερεό υδρογονοανθρακικό νάτριο μάζας 4 g περίπου
- Ξίδι του εμπορίου περιεκτικότητας 6% όγκο προς όγκο σε αιθανικό οξύ όγκου 50 mL περίπου

---

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως 1ο Φύλλο εργασίας της Ενότητας 5.1 του βιβλίου του/της μαθητή/τριας (σελ. 199).

** Στο **Παράρτημα Γ** παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οδηγίες για την παρασκευή όλων των υδατικών διαλυμάτων των εργαστηριακών δραστηριοτήτων που προτείνονται στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας. Στο **Παράρτημα Δ** δίνονται οι τιμές Σχετικών Ατομικών Μαζών των συνηθέστερα χρησιμοποιούμενων χημικών στοιχείων για υπολογισμούς ποσοτήτων χημικών ουσιών.

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Θα πρέπει ο εκπαιδευτικός να φορά προστατευτικά γυαλιά και γάντια κατά την εκτέλεση των πειραμάτων.

α) Τα πολύ αραιά διαλύματα του $AgNO_3$, καθώς και η σύντομη έκθεση σε αυτά δεν δημιουργεί προβλήματα, παρ' όλο που ο $AgNO_3$ είναι τοξικός και διαβρωτικός. Επισημαίνεται ότι, αν πέσει κάποια σταγόνα σε γυμνό δέρμα η περιοχή αυτή την επόμενη μέρα (μετά την έκθεση στο φως) θα μαυρίσει λόγω απόθεσης μεταλλικού Ag στο δέρμα. Το μαύρισμα αυτό είναι αβλαβές, θα μείνει για λίγες μέρες και θα φύγει μόνο του.

β) Η λάμψη που παράγεται κατά την καύση του Mg είναι σχεδόν εκτυφλωτική. Θα πρέπει να γίνει σύσταση στους/στις μαθητές/τριες να μην την κοιτούν επίμονα.

γ) Αν υδατικό διάλυμα HCl 1 M έρθει σε επαφή με το δέρμα θα πρέπει να το ξεπλύνετε με άφθονο νερό. Αν διάλυμα HCl 1 M έρθει σε επαφή με τα μάτια θα πρέπει να ξεπλυθούν με άφθονο νερό για τουλάχιστον 10 λεπτά. Αν υπάρχουν φακοί επαφής, αν είναι εύκολο, καλό είναι να αφαιρεθούν.

Δ. Επικινδυνότητα των αποβλήτων του πειράματος και τρόπος απόρριψης

Τα απόβλητα των πειραμάτων αυτών δεν παρουσιάζουν επικινδυνότητα για την υγεία ή το περιβάλλον, επομένως μπορούν να αποβληθούν με τους συνήθεις τρόπους.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

- Οι μαθητές/τριες να χωριστούν σε ομάδες και μετά από κάθε πείραμα επίδειξης να καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους στο φύλλο εργασίας.
- Να ζητηθεί η πληρέστερη δυνατή περιγραφή.
- Θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην ικανότητα των μαθητών/τριών να παρατηρούν και να περιγράφουν τους χημικούς μετασχηματισμούς που λαμβάνουν χώρα.

ΣΤ. Ενδεικτικές ερωτήσεις επέκτασης

1. Αφού το μαγνήσιο έχει καεί στον αέρα, ποια είναι τα χαρακτηριστικά π.χ. χρώμα και σκληρότητα, λάμψη, του προϊόντος της καύσης;
2. Παρατηρείτε κάποια χρωματική αλλαγή στο διάλυμα, πέρα από τον σχηματισμό ιζήματος, κατά την αντίδραση του διαλύματος $AgNO_3$ με το διάλυμα NaCl;
3. Ποιο αέριο παράγεται κατά την αντίδραση μεταξύ μαγνησίου και διαλύματος υδροχλωρικού οξέος; Να προτείνετε μια αντίδραση που θα επιβεβαιώνει την πρόβλεψή σας.
4. Ποιο αέριο παράγεται κατά την αντίδραση μεταξύ μαγειρικής σόδας ($NaHCO_3$) και ξιδιού (CH_3COOH); Να προτείνετε μια αντίδραση που θα επιβεβαιώνει την πρόβλεψή σας.
5. Η θερμοκρασία του διαλύματος κατά την αντίδραση μεταξύ μαγειρικής σόδας ($NaHCO_3$) και ξιδιού (CH_3COOH) μεταβάλλεται. Με ποιον τρόπο θα προσδιορίζατε τη μεταβολή της;

Υποενότητα 5.2: Ιδιότητες Υδατικών Διαλυμάτων

4η Εργαστηριακή δραστηριότητα (Πείραμα επίδειξης)
*Μέτρηση της αγωγιμότητας υδατικών διαλυμάτων**

Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στο τέλος της εργαστηριακής δραστηριότητας αναμένεται ότι οι μαθητές/τριες, έχοντας ως *κριτήριο την τιμή της αγωγιμότητας* κάθε υδατικού διαλύματος, θα μπορούν:

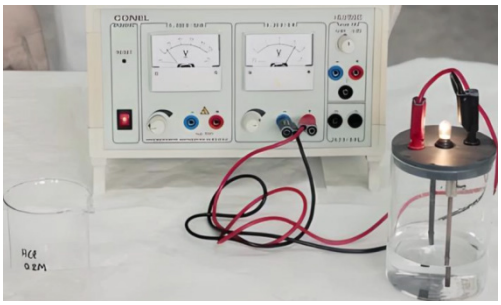
- Να χαρακτηρίσουν τις διαλυμένες ουσίες ως ηλεκτρολύτες ή μη ηλεκτρολύτες.
- Να διακρίνουν ποιοι ηλεκτρολύτες είναι ισχυροί και ποιοι είναι ασθενείς.

Β. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

- Απιοντισμένο νερό
- Ποτήρι ζέσεως 500 mL για ξέπλυμα
- Χαρτί γενικής χρήσης
- Ποτήρια ζέσεως 250 mL
- Υδατικό διάλυμα ζάχαρης 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα CH_3COOH 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα NH_3 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα NaCl 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα NaOH 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M
- Αγωγιμόμετρο (Εργαστηριακό – πάγκου ή φορητό)

Εναλλακτικά μπορεί να πραγματοποιηθεί το πείραμα χρησιμοποιώντας ιδιοκατασκευή που θα αποτελείται από δύο ηλεκτρόδια που θα απέχουν μεταξύ τους σταθερή απόσταση, ένα ηλεκτρικό κύκλωμα με λαμπτήρα και ένα τροφοδοτικό σταθερής τάσης, όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα.

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως Δραστηριότητα 1 της ενότητας 5.2 του βιβλίου του/της μαθητή/τριας (σελ. 206).



Ηλεκτρικό κύκλωμα για την ποιοτική διερεύνηση της αγωγιμότητας υδατικών διαλυμάτων.

Β2. Παρασκευή υδατικών διαλυμάτων

Τα υδατικά διαλύματα παρασκευάζονται ως εξής:

1) Υδατικό διάλυμα ζάχαρης 0,1Μ: Διάλυση 8,55 g κρυσταλλικής ζάχαρης σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

2) Υδατικό διάλυμα CH_3COOH 0,1Μ: 1,5 g παγόμορφου αιθανικού οξέος (glacial) διαλύεται σε νερό και το υδατικό διάλυμα που προκύπτει αραιώνεται μέχρι τελικό όγκο 250 mL.

3) Υδατικό διάλυμα NH_3 0,1Μ: Αραίωση 1,66 mL πυκνού υδατικού διαλύματος αμμωνίας (27% μάζα προς μάζα) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

4) Υδατικό διάλυμα NaCl 0,1Μ: Διάλυση 1,45 g NaCl(s) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

5) Υδατικό διάλυμα NaOH 0,1Μ: Διάλυση 1,0 g NaOH(s) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

6) Υδατικό διάλυμα HCl 0,1Μ: Αραίωση 2,08 mL πυκνού υδατικού διαλύματος HCl (38% μάζα προς μάζα) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Ζάχαρη

Μη επικίνδυνη ουσία για την οποία δεν απαιτείται εικονόγραμμα κινδύνου, προειδοποιητική λέξη, δήλωση / δηλώσεις επικινδυνότητας, δήλωση / δηλώσεις προφύλαξης.

Υδατικό διάλυμα CH_3COOH 80% όγκο προς όγκο

Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1Α)	Η314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.
Σοβαρή οφθαλμική βλάβη (Κατηγορία 1)	Η318: Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.
Εύφλεκτο υγρό (Κατηγορία 3)	Η226: Υγρό και ατμοί εύφλεκτα.

Υδατικό διάλυμα NH_3 27% μάζα προς μάζα

Διαβρωτικό μετάλλων (Κατηγορία 1)	H290: Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα.
Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1A)	H314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.
Σοβαρή οφθαλμική βλάβη (Κατηγορία 1)	H318: Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.
Ειδική τοξικότητα σε όργανα-στόχους ύστερα από μία εφάπαξ έκθεση, (Κατηγορία 3)	H335: Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού.
Βραχυπρόθεσμος (οξύς) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1)	H400: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς.
Μακροπρόθεσμος (χρόνιος) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 2)	H410: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις.

Κρύσταλλοι NaCl

Μη επικίνδυνη ουσία για την οποία δεν απαιτείται εικονόγραμμα κινδύνου, προειδοποιητική λέξη, δήλωση / δηλώσεις επικινδυνότητας, δήλωση / δηλώσεις προφύλαξης.

Κρύσταλλοι NaOH

Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1A)	H314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.
Σοβαρή οφθαλμική βλάβη (Κατηγορία 1)	H318: Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.

Υδατικό διάλυμα HCl 38% μάζα προς μάζα

Διαβρωτικό μετάλλων (Κατηγορία 1)	H290: Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα.
Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1A)	H314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.
Ειδική τοξικότητα σε όργανα-στόχους ύστερα από μία εφάπαξ έκθεση (Κατηγορία 3)	H335: Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού.

Δ. Φύλαξη και απόρριψη υδατικών διαλυμάτων

1. Προτείνεται να χρησιμοποιούνται προσφάτως παρασκευασμένα αραιά υδατικά διαλύματα προκειμένου να εξαχθούν αξιόπιστα αποτελέσματα κατά την εργαστηριακή άσκηση.
2. Η απόρριψη στην αποχέτευση των αραιών υδατικών διαλυμάτων οξέων ή βάσεων πραγματοποιείται μετά από αμοιβαία εξουδετέρωσή τους και έλεγχο της τιμής pH του τελικού διαλύματος με πεχαμετρικό χαρτί.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

- Πρόκειται για εργαστηριακή άσκηση που υλοποιείται από τον/ τη διδάσκων/ουσα υπό μορφή επίδειξης.
- Οι μαθητές μαθήτριες εργάζονται ατομικά ή συνεργάζονται σε μικρές ομάδες των δύο για την καταγραφή των πειραματικών τιμών των μετρήσεων και τη διατύπωση συμπερασμάτων.
- Θα πρέπει να δοθεί έμφαση στην ικανότητα των μαθητών/τριών να παρατηρούν την εξέλιξη του πειράματος και να καταγράφουν με συνέπεια και ακρίβεια τις πειραματικές τιμές των μετρήσεων.

Προκειμένου να επιτευχθούν κατά το μέγιστο δυνατό τα προσδοκώμενα μαθησιακά αποτελέσματα προϋποτίθενται:

- η αποσαφήνιση της έννοιας της αγωγιμότητας των υδατικών διαλυμάτων,
- η συσχέτιση της τιμής της αγωγιμότητας ενός υδατικού διαλύματος με την περιεκτικότητα του διαλύματος σε ιόντα.

- Οι μαθητές είτε θα πρέπει να εργαστούν αυτόνομα είτε σε ομάδες των δύο και να καταλήξουν στα συμπεράσματά τους. Στη συνέχεια, να ανακοινώσουν τα συμπεράσματά τους στην ολομέλεια και να γίνει συζήτηση. Τελικά, η ολομέλεια θα πρέπει να καταλήξει σε κοινά συμπεράσματα.
- Οι μαθητές καλό είναι να αξιολογήσουν την ποιότητα της εργασίας που εκτέλεσαν. Ενδεικτικές ερωτήσεις που μπορεί να κληθούν να απαντήσουν:
  - Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων της εργαστηριακής δραστηριότητας που παρακολουθήσατε οδήγησε σε κοινά αποδεκτά συμπεράσματα;
  - Μάθατε κάτι νέο μέσω της εργαστηριακής δραστηριότητας;
  - Ποια σημεία της δραστηριότητας σας δυσκόλεψαν;

Ειδικότερες οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

1. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η χρήση αγωγιμόμετρου απαιτεί σχετική ρύθμιση πριν από την έναρξη των πειραματικών μετρήσεων με υδατικά διαλύματα γνωστής αγωγιμότητας, τα οποία και προτείνονται από τον κατασκευαστή.
2. Το ηλεκτρόδιο μέτρησης πρέπει να είναι καθαρό πριν από κάθε μέτρηση και για αυτό είναι σημαντικό να ξεπλένεται με απιοντισμένο νερό, να στεγνώνεται με απορροφητικό χαρτί στη συνέχεια πριν την τοποθέτησή του στο διάλυμα μέτρησης.
3. Οι μετρήσεις ειδικής αγωγιμότητας που φαίνονται στον πίνακα δεν είναι απαραίτητο να επαναλαμβάνονται, απλά θα πρέπει να επαληθεύεται η τάση της τιμής (μικρότερη , μεγαλύτερη ή ίση) καθώς και η τάξη μεγέθους σε σχέση με το απιοντισμένο νερό.
4. Προτείνεται η χρήση φρέσκων παρασκευασμένων δειγμάτων, όπως του απιοντισμένου νερού, του υδατικού διαλύματος αμμωνίας και του αιθανικού οξέος.
5. Προτείνεται η χρήση στερεού NaOH που έχει δοθεί μέριμνα κατά την αποθήκευσή του να διαφυλάσσεται όσο το δυνατόν από την υγρασία.

ΣΤ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ενδεικτικά αποτελέσματα *ειδικής αγωγιμότητας* των παραπάνω υδατικών διαλυμάτων

Πίνακας 4.1: *Ενδεικτικές μετρήσεις ειδικής αγωγιμότητας*

Διαλυμένη ουσία	**Ειδική αγωγιμότητα (μS cm^{-1}) (θ= 28°C)**
Απιοντισμένο νερό	2,87
Ζάχαρη	4,81
Αιθανικό οξύ (CH_3COOH)	258,6
Αμμωνία (NH_3)	248,6
Χλωρίδιο του νατρίου (NaCl)	11.730
Υδροξείδιο του νατρίου (NaOH)	11.140
Υδροχλώριο (HCl)	11.980

Χαρακτηρισμός των διαλυμένων ουσιών ως ηλεκτρολύτες (ισχυροί και ασθενείς) ή μη ηλεκτρολύτες
Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα οι διαλυμένες ουσίες των υδατικών διαλυμάτων χαρακτηρίζονται, όπως δίνεται στον επόμενο πίνακα.

Πίνακας 4.2: *Χαρακτηρισμός των υδατικών διαλυμάτων*

Διαλυμένη ουσία	**Χαρακτηρισμός**
Απιοντισμένο νερό	Μη ηλεκτρολύτης
Ζάχαρη	Μη ηλεκτρολύτης
Αιθανικό οξύ (CH_3COOH)	Ασθενής ηλεκτρολύτης
Αμμωνία (NH_3)	Ασθενής ηλεκτρολύτης
Χλωρίδιο του νατρίου (NaCl)	Ισχυρός ηλεκτρολύτης
Υδροξείδιο του νατρίου (NaOH)	Ισχυρός ηλεκτρολύτης
Υδροχλώριο (HCl)	Ισχυρός ηλεκτρολύτης

Ι. Πιθανές επεκτάσεις ή πρόσθετες ερωτήσεις

1. Μία ομάδα μαθητών σχεδιάζει ένα πείραμα για να προσδιορισθεί η επίδραση της αραίωσης ενός υδατικού διαλύματος στην αγωγιμότητά του. Οι μαθητές προβληματίζονται αν το διάλυμα που θα χρησιμοποιήσουν θα περιέχει ως διαλυμένη ουσία ζάχαρη, αιθανικό οξύ ή χλωρίδιο του νατρίου. Να τεκμηριώσετε ποια από τις τρεις πιθανές διαλυμένες ουσίες θεωρείτε την καταλληλότερη.
2. Η αγωγιμότητα ενός διαλύματος επηρεάζεται σημαντικά από τη θερμοκρασία του. Να σχεδιάσετε στην ομάδα σας ένα πείραμα για να διαπιστώσετε πώς μεταβάλλεται η αγωγιμότητα ενός ηλεκτρολυτικού διαλύματος με τη μεταβολή της θερμοκρασίας.
3. Η αιθανόλη (C_2H_5OH) είναι το κύριο συστατικό του οινοπνεύματος και δεν κατατάσσεται στους ηλεκτρολύτες. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε διαλύματα αιθανόλης για να εξετάσουμε την επίδραση διαφόρων παραμέτρων στην αγωγιμότητα ενός υδατικού διαλύματος;

Υποενότητα 5.3: Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

5η Εργαστηριακή δραστηριότητα
*Διάλυση κρυστάλλων στο νερό**

Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στην εργαστηριακή άσκηση θα πραγματοποιηθεί σε μικροκλίμακα η διάλυση κρυστάλλων ιοντικών ενώσεων στο νερό.

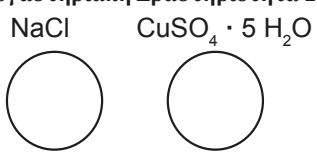
Σκοπός της εργαστηριακής άσκησης είναι μετά το πέρας της να είναι οι μαθητές/τριες σε θέση:

- Να ερμηνεύουν τη διάλυση κρυστάλλων ιοντικών ενώσεων στο νερό.
- Να αναγνωρίζουν τον ρόλο του διαλύτη και να περιγράφουν το φαινόμενο της διάλυσης του ιοντικού κρυστάλλου.

Β. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

- Απιοντισμένο νερό
- Σπάτουλα
- Υδροβολέας
- Κρύσταλλοι NaCl
- Κρύσταλλοι $CuSO_4 \cdot 5H_2O$
- Σταγονόμετρο
- Οδοντογλυφίδες
- Φύλλο εργασίας εντός πλαστικής διαφάνειας

Εργαστηριακή Δραστηριότητα 1



Η περιοχή εκτέλεσης του πειράματος στο φύλλο εργασίας

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Κρύσταλλοι NaCl

Μη επικίνδυνη ουσία για την οποία δεν απαιτείται εικονόγραμμα κινδύνου, προειδοποιητική λέξη, δήλωση / δηλώσεις επικινδυνότητας, δήλωση / δηλώσεις προφύλαξης.

---

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως Εργαστηριακή Δραστηριότητα 1 του 3ου Φύλλου εργασίας της ενότητας 5.3 στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας (σελ. 232).

Κρύσταλλοι $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$

Οξεία τοξικότητα (Κατηγορία 4)	H302: Επιβλαβές σε περίπτωση κατάποσης.
Σοβαρή οφθαλμική βλάβη (Κατηγορία 1)	H318: Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.
Βραχυπρόθεσμος (οξύς) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1)	H400: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς.
Μακροπρόθεσμος (χρόνιος) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1)	H410: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις.

Δ. Φύλαξη και απόρριψη χημικών αντιδραστηρίων

Η πραγματοποίηση του πειράματος σε μικροκλίμακα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή πολύ μικρών ποσοτήτων αραιών υδατικών διαλυμάτων ως εργαστηριακών αποβλήτων.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή των κρυστάλλων $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή του αραιού υδατικού διαλύματος $CuSO_4$ με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

Η εργαστηριακή δραστηριότητα υλοποιείται κατά ομάδες μαθητών/τριών. Χρησιμοποιείται το φύλλο εργασίας του σχολικού βιβλίου αφού προηγουμένως έχει τοποθετηθεί εντός προστατευτικής πλαστικής διαφάνειας. Οι μαθητές/τριες καλούνται να παρακολουθήσουν προσεκτικά τη διάλυση καθενός από τους κρυστάλλους των ιοντικών ενώσεων στο νερό και να επισημάνουν πιθανές διαφορές στον ρυθμό διάλυσης.

Ενδεχομένως να απαιτηθεί ελαφρά ανακίνηση των κρυστάλλων με τη βοήθεια οδοντογλυφίδας για να επιταχυνθεί η διαδικασία της διάλυσης.

ΣΤ. Απαντήσεις στις ερωτήσεις της εργαστηριακής δραστηριότητας

α) Διαλύθηκαν οι δύο κρύσταλλοι στο νερό;

ΝΑΙ. Οι κρύσταλλοι διαλύθηκαν στο νερό καθώς πραγματοποιήθηκε ηλεκτρολυτική διάσταση.

β) Ποια ιόντα απελευθερώνονται από την ηλεκτρολυτική διάσταση;

Κατά την ηλεκτρολυτική διάσταση του NaCl απελευθερώθηκαν στο νερό κατιόντα Na^+ και ανιόντα Cl^-.

Κατά την ηλεκτρολυτική διάσταση του $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ απελευθερώθηκαν στο νερό κατιόντα Cu^{2+} και ανιόντα SO_4^{2-}.

Ι. Πιθανές επεκτάσεις ή πρόσθετες ερωτήσεις

1. Να αναφέρετε μία κρυσταλλική ουσία διαφορετική από αυτές που μελετήσατε, η οποία αναμένετε ότι θα διαλύεται στο νερό.
2. Να προβλέψετε, χρησιμοποιώντας την καθημερινή εμπειρία σας, τι θα συμβεί αν σε μία ποσότητα νερού επιχειρήσουμε να διαλύσουμε όλο και μεγαλύτερη ποσότητα κρυστάλλων χλωριδίου του νατρίου.

Υποενότητα 5.3: Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

6η Εργαστηριακή δραστηριότητα
*Σχηματισμός δυσδιάλυτης ένωσης**

Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στην εργαστηριακή άσκηση θα πραγματοποιηθεί σε μικροκλίμακα μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων, που οδηγεί στον σχηματισμό δυσδιάλυτης στο νερό χημικής ένωσης, η οποία καθιζάνει ως ίζημα.

Μετά το πέρας της εργαστηριακής άσκησης οι μαθητές/τριες θα είναι σε θέση:

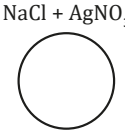
- Να περιγράψουν τον σχηματισμό μιας δυσδιάλυτης στο νερό χημικής ένωσης.
- Να αναγνωρίσουν το σχηματιζόμενο ίζημα.
- Να ερμηνεύσουν τον σχηματισμό του ιζήματος μέσω της αντίδρασης ανταλλαγής ιόντων.

Β. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

- Απιοντισμένο νερό
- Υδροβολέας
- Κρύσταλλοι NaCl
- Κρύσταλλοι $AgNO_3$
- Οδοντογλυφίδες
- Φύλλο εργασίας εντός πλαστικής διαφάνειας

Εργαστηριακή Δραστηριότητα 2

$NaCl + AgNO_3$



Η περιοχή εκτέλεσης του πειράματος στο φύλλο εργασίας

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Κρύσταλλοι NaCl

Μη επικίνδυνη ουσία για την οποία δεν απαιτείται εικονόγραμμα κινδύνου, προειδοποιητική λέξη, δήλωση / δηλώσεις επικινδυνότητας, δήλωση / δηλώσεις προφύλαξης.

Κρύσταλλοι $AgNO_3$

Οξειδωτικά στερεά (Κατηγορία 2)	H272: Μπορεί να αναζωπυρώσει πυρκαγιά, οξειδωτικό.
Διαβρωτικό Μετάλλων (Κατηγορία 1)	H290: Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα.
Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1A)	H314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως Εργαστηριακή Δραστηριότητα 2 του 3ου Φύλλου εργασίας της ενότητας 5.3 στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας (σελ. 232).

Σοβαρή οφθαλμική βλάβη (Κατηγορία 1)	H318: Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.
Τοξικότητα για την αναπαραγωγή (Κατηγορία 1B)	H360D: Μπορεί να βλάψει το έμβρυο.
Βραχυπρόθεσμος (οξύς) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1)	H400: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς.
Μακροπρόθεσμος (χρόνιος) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1)	H410: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις.

Δ. Φύλαξη και απόρριψη χημικών αντιδραστηρίων

Η πραγματοποίηση του πειράματος σε μικροκλίμακα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικρών ποσοτήτων αραιών υδατικών διαλυμάτων ως εργαστηριακών αποβλήτων.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή των κρυστάλλων $AgNO_3$ με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων. Απορρόφηση $AgNO_3$ από το δέρμα οδηγεί στην εμφάνιση σκουρόχρωμων κηλίδων.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή του αραιού υδατικού διαλύματος, που παρασκευάζεται κατά την εργαστηριακή άσκηση, με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

Η εργαστηριακή δραστηριότητα υλοποιείται κατά ομάδες μαθητών/τριών. Χρησιμοποιείται το φύλλο εργασίας του σχολικού βιβλίου αφού προηγουμένως έχει τοποθετηθεί εντός προστατευτικής πλαστικής διαφάνειας. Οι μαθητές/τριες καλούνται να παρακολουθήσουν προσεκτικά τη διάλυση καθενός από τους κρυστάλλους των ιοντικών ενώσεων στο νερό και να επισημάνουν πιθανές διαφορές στον ρυθμό διάλυσης.

Ενδεχομένως να απαιτηθεί ελαφρά ανακίνηση των κρυστάλλων με τη βοήθεια οδοντογλυφίδας για να επιταχυνθεί η διαδικασία της διάλυσης.

ΣΤ. Απαντήσεις στις ερωτήσεις της εργαστηριακής δραστηριότητας:

α) *Διαλύθηκαν οι δύο κρύσταλλοι στο νερό;*

ΝΑΙ. Οι κρύσταλλοι διαλύθηκαν στο νερό καθώς πραγματοποιήθηκε ηλεκτρολυτική διάσταση.

β) *Ποια ιόντα απελευθερώνονται από την ηλεκτρολυτική διάσταση;*

Κατά την ηλεκτρολυτική διάσταση του NaCl απελευθερώθηκαν στο νερό κατιόντα Na^+ και ανιόντα Cl^-.

Κατά την ηλεκτρολυτική διάσταση του $AgNO_3$ απελευθερώθηκαν στο νερό κατιόντα Ag^+ και ανιόντα NO_3^-.

γ) *Τι συνέβη στην περιοχή που αναμίχθηκαν τα ιόντα;*

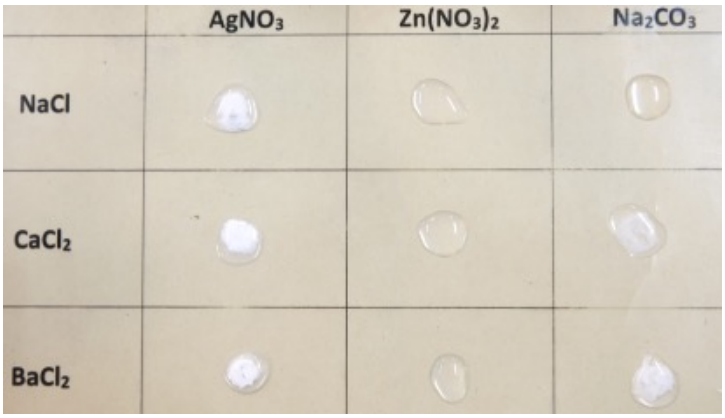
Στην περιοχή ανάμειξης των ιόντων, σχηματίστηκε ένα στερεό λευκού χρώματος, η δυσδιάλυτη στο νερό χημική ένωση, χλωρίδιο του αργύρου (AgCl). Ο σχηματισμός του χλωριδίου του αργύρου προκάλεσε θόλωμα του υδατικού διαλύματος.

Ι. Ενδεικτικές ερωτήσεις επέκτασης

1. Να περιγράψετε τον ρόλο του διαλύτη κατά τη διάλυση των ιοντικών κρυστάλλων.
2. Να εξηγήσετε αν θα παρατηρούσατε τον σχηματισμό ιζήματος στην περίπτωση που αντί για το υδατικό διάλυμα NaCl, χρησιμοποιούνταν για το πείραμα υδατικό διάλυμα HCl.

Υποενότητα 5.3: Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

7η Εργαστηριακή δραστηριότητα
*Αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων σε «μικροκλίμακα» - Καταβύθιση ιζήματος**



Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Μετά το πέρας της εργαστηριακής άσκησης οι μαθητές/τριες θα είναι σε θέση:

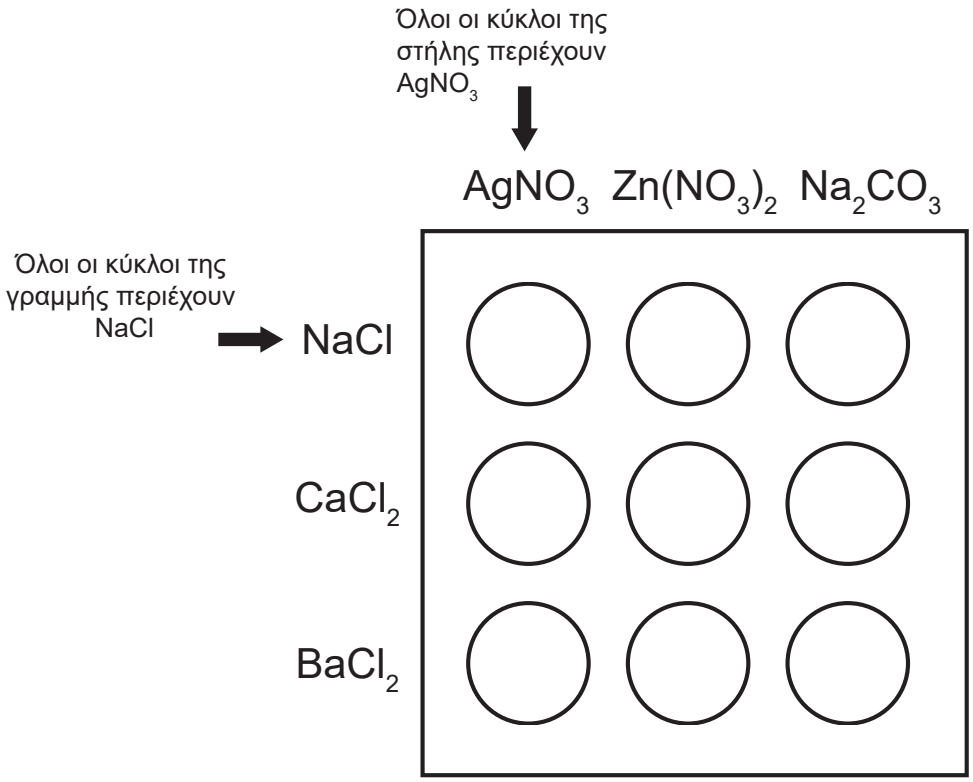
- Να παρατηρήσουν αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων στη «μικροκλίμακα».
- Να προσδιορίσουν ενώσεις που είναι ευδιάλυτες και ενώσεις που είναι δυσδιάλυτες στο νερό.
- Να κατασκευάσουν σχετικό πίνακα με πειραματικά δεδομένα.

Β. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη

- Υδατικό διάλυμα NaCl 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα $CaCl_2$ 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα $BaCl_2$ 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα $AgNO_3$ 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα $Zn(NO_3)_2$ 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα Na_2CO_3 0,1 M
- Σταγονόμετρο
- Πλαστική διαφάνεια
- Φύλλο εργασίας εντός πλαστικής διαφάνειας.

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως Εργαστηριακή Δραστηριότητα 3 του 3ου Φύλλου εργασίας της ενότητας 5.3 στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας (σελ. 233).

Εργαστηριακή Δραστηριότητα 3



Η περιοχή εκτέλεσης του πειράματος στο φύλλο εργασίας

Β2. Παρασκευή υδατικών διαλυμάτων

Προτείνεται να χρησιμοποιούνται προσφάτως παρασκευασμένα αραιά υδατικά διαλύματα προκειμένου να εξαχθούν αξιόπιστα αποτελέσματα κατά την εργαστηριακή άσκηση.

Οι απαιτούμενες ποσότητες προσαρμόζονται αναλόγως, σύμφωνα με τον αριθμό των ασκούμενων μαθητών/τριών. Ενδεικτικά παρατίθενται δεδομένα για την παρασκευή ποσοτήτων υδατικών διαλυμάτων, επαρκών για την υλοποίηση του εργαστηρίου σε τρία τμήματα με πέντε ομάδες μαθητών ανά τμήμα.

1. Υδατικό διάλυμα NaCl 0,1 M: Διάλυση 1,45 g NaCl(s) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.
2. Υδατικό διάλυμα $CaCl_2$ 0,1 M: Διάλυση 2,78 g άνυδρου $CaCl_2$(s) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.
3. Υδατικό διάλυμα $BaCl_2$ 0,1 M: Διάλυση 5,21 g άνυδρου $BaCl_2$(s) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.
4. Υδατικό διάλυμα $AgNO_3$ 0,1 M: Διάλυση 4,25 g $AgNO_3$ (s) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL. Φυλάσσεται σε σκουρόχρωμο δοχείο.
5. Υδατικό διάλυμα $Zn(NO_3)_2$ 0,1 M: Διάλυση 6,08 g ένυδρου $Zn(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$(s) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.
6. Υδατικό διάλυμα Na_2CO_3 0,1 M: Διάλυση 2,65 g άνυδρου Na_2CO_3(s) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Κρύσταλλοι NaCl

Μη επικίνδυνη ουσία για την οποία δεν απαιτείται εικονόγραμμα κινδύνου, προειδοποιητική λέξη, δήλωση / δηλώσιες επικινδυνότητας, δήλωση / δηλώσεις προφύλαξης.

Κρύσταλλοι $AgNO_3$

Οξειδωτικά στερεά (Κατηγορία 2)	H272: Μπορεί να αναζωπυρώσει πυρκαγιά, οξειδωτικό.
Διαβρωτικό Μετάλλων (Κατηγορία 1)	H290: Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα.
Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1A)	H314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.
Σοβαρή οφθαλμική βλάβη (Κατηγορία 1)	H318: Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.
Τοξικότητα για την αναπαραγωγή (Κατηγορία 1B)	H360D: Μπορεί να βλάψει το έμβρυο.
Βραχυπρόθεσμος (οξύς) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1)	H400: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς.
Μακροπρόθεσμος (χρόνιος) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1)	H410: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις.

Κρύσταλλοι $CaCl_2$

Ερεθισμός των οφθαλμών (Κατηγορία 2)	H319: Προκαλεί σοβαρό οφθαλμικό ερεθισμό.

Κρύσταλλοι $BaCl_2$

Οξεία τοξικότητα (Κατηγορία 3)	H301: Τοξικό σε περίπτωση κατάποσης.
Οξεία τοξικότητα (Κατηγορία 4)	H332: Επιβλαβές σε περίπτωση εισπνοής.
Ερεθισμός των οφθαλμών (Κατηγορία 2)	H319: Προκαλεί σοβαρό οφθαλμικό ερεθισμό.

Κρύσταλλοι $Zn(NO_3)_2 \cdot 3\ H_2O$

Οξειδωτικά στερεά (Κατηγορία 2)	H272: Μπορεί να αναζωπυρώσει πυρκαγιά, οξειδωτικό.
Οξεία τοξικότητα (από του στόματος) (Κατηγορία 4)	H302: Επιβλαβές σε περίπτωση κατάποσης.
Σοβαρή οφθαλμική βλάβη (Κατηγορία 1)	H318: Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.
Ειδική τοξικότητα σε όργανα-στόχους ύστερα από μία εφάπαξ έκθεση, (Κατηγορία 3),	H335: Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού.
Μακροπρόθεσμος (χρόνιος) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον. (Κατηγορία 1)	H410: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις.

Κρύσταλλοι Na_2CO_3

Ερεθισμός των οφθαλμών (Κατηγορία 2)	H319: Προκαλεί σοβαρό οφθαλμικό ερεθισμό.

Δ. Φύλαξη – απόρριψη χημικών αντιδραστηρίων

Η πραγματοποίηση του πειράματος σε μικροκλίμακα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικρών ποσοτήτων αραιών υδατικών διαλυμάτων ως εργαστηριακών αποβλήτων.

Τα υδατικά διαλύματα που χρησιμοποιούνται στην εργαστηριακή άσκηση είναι σταθερά με εξαίρεση το υδατικό διάλυμα $AgNO_3$ που απαιτεί προστασία από το φως και φυλάσσεται σε σκουρόχρωμο δοχείο.

1. NaCl: Τηρούνται τα συνήθη μέτρα προστασίας του Εργαστηρίου Χημείας.
2. $CaCl_2$: Τηρούνται τα συνήθη μέτρα προστασίας του Εργαστηρίου Χημείας.
3. $BaCl_2$: Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων μέσων προστασίας.
4. $AgNO_3$: Φυλάσσεται σε σκουρόχρωμο δοχείο. Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων μέσων προστασίας. Απορρόφηση $AgNO_3$ από το δέρμα οδηγεί στην εμφάνιση σκουρόχρωμων κηλίδων.
5. $Zn(NO_3)_3 \cdot 3\ H_2O$: Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων μέσων προστασίας.
6. Na_2CO_3: Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων μέσων προστασίας.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

Η εργαστηριακή δραστηριότητα υλοποιείται κατά ομάδες μαθητών/τριών. Χρησιμοποιείται το φύλλο εργασίας του σχολικού βιβλίου, αφού προηγουμένως έχει τοποθετηθεί εντός προστατευτικής πλαστικής διαφάνειας.

Οι μαθητές/τριες καλούνται να εκτελέσουν σειρά αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων και να καταγράψουν σχολαστικά τις παρατηρήσεις τους προκειμένου να εξαχθούν από την εργαστηριακή άσκηση ορθά συμπεράσματα.

ΣΤ. Απαντήσεις στις ερωτήσεις της εργαστηριακής δραστηριότητας

1. Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας για κάθε κελί του πίνακα Ι, που βλέπετε στη συνέχεια (αν καταβυθίζεται ίζημα και τι χρώμα έχει, αν εκλύονται φυσαλίδες αερίου ή αν δεν παρατηρείται οπτική αλλαγή).

Πίνακας 7.1

	$AgNO_3$	**$Zn(NO_3)_2$**	**Na_2CO_3**
NaCl	καταβυθίζεται λευκό ίζημα	δεν παρατηρείται οπτική αλλαγή	δεν παρατηρείται οπτική αλλαγή
$CaCl_2$	καταβυθίζεται λευκό ίζημα	δεν παρατηρείται οπτική αλλαγή	καταβυθίζεται λευκό ίζημα
$BaCl_2$	καταβυθίζεται λευκό ίζημα	δεν παρατηρείται οπτική αλλαγή	καταβυθίζεται λευκό ίζημα

2. Οι αντιδράσεις διπλής αντικατάστασης πραγματοποιούνται σύμφωνα με το σχήμα: $A^+B^- + Γ^+Δ^- \longrightarrow A^+Δ^- + Γ^+B^-$. Αν στο πρώτο κελί του πίνακα οριστεί το Na^+ ως κατιόν A^+, ποιο θα είναι το $Γ^+$; Ποιο θα είναι το B^- και ποιο το $Δ^-$;
Απάντηση: Το $Γ^+$ είναι το Ag^+, το B^- είναι το Cl^-, το $Δ^-$ είναι το NO_3^-.

3. Να συμπληρώσετε τον πίνακα 7.2, γράφοντας τα ιόντα που περιέχονται στο τελικό διάλυμα σε κάθε κελί και το προϊόν που καταβυθίζεται ως ίζημα, όπου αυτό συμβαίνει. Δύο περιπτώσεις έχουν συμπληρωθεί ως παραδείγματα.

Πίνακας 7.2

	$AgNO_3$	**$Zn(NO_3)_2$**	**Na_2CO_3**
NaCl	$Na^+(aq)$, $NO_3^-(aq)$, $AgCl(s)$	$Na^+(aq)$, $Cl^-(aq)$, $Zn^{2+}(aq)$, $NO_3^-(aq)$	$Na^+(aq)$, $Cl^-(aq)$, $CO_3^{2-}(aq)$
$CaCl_2$	$Ca^+(aq)$, $NO_3^-(aq)$, $AgCl(s)$	$Ca^+(aq)$, $Cl^-(aq)$, $Zn^{2+}(aq)$, $NO_3^-(aq)$	$Na^+(aq)$, $Cl^-(aq)$, $CaCO_3(s)$
$BaCl_2$	$Ba^{2+}(aq)$, $NO_3^-(aq)$, $AgCl(s)$	$Ba^{2+}(aq)$, $Cl^-(aq)$, $Zn^{2+}(aq)$, $NO_3^-(aq)$	$Na^+(aq)$, $Cl^-(aq)$, $BaCO_3(aq)$

Ι. Ενδεικτικές ερωτήσεις επέκτασης

1. Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις σας από το πείραμα, να γράψετε με ποιο είδος ιόντων συνδυάζονται τα κατιόντα Ag^+ όταν παράγονται δυσδιάλυτες στο νερό ενώσεις.
2. Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις σας από το πείραμα, να γράψετε τα συμπεράσματά σας για τον ρόλο των ιόντων $NO_3^-(aq)$ στον σχηματισμό (ή μη) ενώσεων δυσδιάλυτων στο νερό.

Υποενότητα 5.3: Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

8η Εργαστηριακή δραστηριότητα
*Εξαγωγή κανόνων διαλυτότητας**

Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στην εργαστηριακή άσκηση θα συζητηθούν οι παρατηρήσεις της έβδομης εργαστηριακής δραστηριότητας και θα εξαχθούν συμπεράσματα αναφορικά με τη διαλυτότητα διαφόρων αλάτων στο νερό.

Μετά την ολοκλήρωση της άσκησης, αναμένεται να είναι οι μαθητές/τριες σε θέση:

- Να προβλέπουν, χρησιμοποιώντας κατάλληλους πίνακες, το αποτέλεσμα της πραγματοποίησης αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων.
- Να ερμηνεύουν το παρατηρούμενο πειραματικό αποτέλεσμα μετά την ανάμειξη δύο υδατικών διαλυμάτων.
- Να αναφέρουν το σύνολο των διαφορετικών ιόντων και των δυσδιάλυτων ενώσεων που περιέχονται σε ένα υδατικό διάλυμα που προέκυψε από την ανάμειξη δύο άλλων διαλυμάτων.

Β. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

Χρησιμοποιείται το φύλλο εργασίας της προηγούμενης εργαστηριακής δραστηριότητας, το οποίο βρίσκεται εντός πλαστικής διαφάνειας.

	$AgNO_3$	$Zn(NO_3)_2$	Na_2CO_3
NaCl	Α1	Β1	Γ1
$CaCl_2$	Α2	Β2	Γ2
$BaCl_2$	Α3	Β3	Γ3

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Δεν υπάρχουν σημεία επικινδυνότητας στο στάδιο αυτό της άσκησης. Συστήνεται η αποφυγή της επαφής με το δέρμα και τους οφθαλμούς, των υδατικών διαλυμάτων που βρίσκονται στην επιφάνεια της εργαστηριακής διαφάνειας.

Δ. Φύλαξη – απόρριψη χημικών αντιδραστηρίων

Δεν χρησιμοποιούνται επιπλέον χημικά αντιδραστήρια σε αυτό το μέρος της εργαστηριακής άσκησης. Ακολουθούνται οι οδηγίες όπως αναφέρονται στην έβδομη εργαστηριακή δραστηριότητα.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

Οι μαθητές εργάζονται σε ομάδες. Μελετώντας τις καταγραφές των παρατηρήσεων του πειράματος που έχει ήδη πραγματοποιηθεί, συμπεραίνουν σχετικά με τη διαλυτότητα ενώσεων που παράγονται με διάφορες αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων. Καταγράφουν τις απαντήσεις και τα συμπεράσματά τους σε επίπεδο ομάδας και ακολούθως πραγματοποιείται ανακοίνωση και συζήτηση στην ολομέλεια.

---

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως Εργαστηριακή Δραστηριότητα 4 του 3ου Φύλλου Εργασίας της ενότητας 5.3 στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας (σελ. 234).

ΣΤ. Απαντήσεις στις ερωτήσεις της εργαστηριακής δραστηριότητας

Με τη βοήθεια του παρακάτω πίνακα και σύμφωνα με τα αποτελέσματά σας από τη δραστηριότητα 7, να απαντήσετε στις ερωτήσεις που ακολουθούν.

	$AgNO_3$	**$Zn(NO_3)_2$**	**Na_2CO_3**
NaCl	Α1	Β1	Γ1
$CaCl_2$	Α2	Β2	Γ2
$BaCl_2$	Α3	Β3	Γ3

Ερώτηση 1. Να χαρακτηρίσετε καθεμία από τις επόμενες προτάσεις ως σωστές ή λανθασμένες:

1. Στο κελί Β1 δεν παρατηρήθηκε χημική αντίδραση.
   Η πρόταση είναι ΣΩΣΤΗ. Δεν παρατηρήθηκε ο σχηματισμός δυσδιάλυτου στερεού ή αέριου προϊόντος.
2. Στο κελί Γ2 σχηματίστηκε δυσδιάλυτη στο νερό χημική ένωση.
   Η πρόταση είναι ΣΩΣΤΗ. Παρατηρήθηκε ο σχηματισμός λευκού χρώματος δυσδιάλυτου στερεού προϊόντος. Με την ανάμειξη των δύο διαλυμάτων στο μείγμα περιέχονται κατιόντα Ca^{2+} και ανιόντα CO_3^{2-}, τα οποία σχηματίζουν τη δυσδιάλυτη στο νερό ένωση $CaCO_3$.
3. Στο κελί Β3 δεν παρατηρήθηκε χημική αντίδραση
   Η πρόταση είναι ΣΩΣΤΗ. Δεν παρατηρήθηκε ο σχηματισμός δυσδιάλυτου στερεού ή αέριου προϊόντος.
4. Στην πρώτη γραμμή του πίνακα δεν πραγματοποιήθηκαν χημικές αντιδράσεις
   Η πρόταση είναι ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ. Παρατηρήθηκε ο σχηματισμός λευκού χρώματος δυσδιάλυτου στερεού προϊόντος στο κελί Α1. Με την ανάμειξη των δύο διαλυμάτων στο μείγμα περιέχονται κατιόντα Ag^+ και ανιόντα Cl^-, τα οποία σχηματίζουν τη δυσδιάλυτη στο νερό ένωση $AgCl$.
5. Στην πρώτη στήλη του πίνακα δεν πραγματοποιήθηκαν χημικές αντιδράσεις.
   Η πρόταση είναι ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ. Παρατηρήθηκε ο σχηματισμός λευκού χρώματος δυσδιάλυτου στερεού προϊόντος σε όλα τα κελιά της στήλης. Με την ανάμειξη των δύο διαλυμάτων σε κάθε ένα από τα κελιά, στο μείγμα περιέχονται κατιόντα Ag^+ και ανιόντα Cl^-, τα οποία σχηματίζουν σε κάθε περίπτωση τη δυσδιάλυτη στο νερό ένωση $AgCl$.

Ερώτηση 2. Ποιο είναι το φορτίο του κατιόντος του νατρίου;
Το κατιόν νατρίου έχει φορτίο ίσο με +1.

Ερώτηση 3. Ποιο είναι το φορτίο του κατιόντος του ασβεστίου;
Το κατιόν ασβεστίου έχει φορτίο ίσο με +2.

Ερώτηση 4. Ποιο από τα δύο κατιόντα σχηματίζει σε κάποιες περιπτώσεις δυσδιάλυτες στο νερό ενώσεις;
Το κατιόν ασβεστίου σχηματίζει σε κάποιες περιπτώσεις δυσδιάλυτες στο νερό ενώσεις.

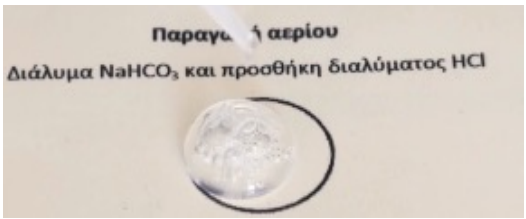
Ερώτηση 5. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πειράματός σας, το ανιόν Cl^- ή το ανιόν NO_3^- σχηματίζει περισσότερες ενώσεις δυσδιάλυτες στο νερό;
Το ανιόν Cl^- σχηματίζει περισσότερες ενώσεις δυσδιάλυτες στο νερό.

Ι. Ενδεικτικές ερωτήσεις επέκτασης

1. Μία ομάδα μαθητών αναμειγνύει σε ένα ποτήρι ζέσεως ένα διαυγές υδατικό διάλυμα NaOH με άλλο διαυγές υδατικό διάλυμα γαλάζιου χρώματος που περιέχει διαλυμένο $CuSO_4$. Οι μαθητές παρατηρούν τον σχηματισμό σκουρόχρωμου μπλε ιζήματος. Να εξηγήσετε το παρατηρούμενο αποτέλεσμα με βάση τα συμπεράσματά σας από την προηγούμενη εργαστηριακή άσκηση. Να γράψετε όλα τα είδη ιόντων στο στο υδατικό διάλυμα του ποτηριού ζέσεως, καθώς και τον χημικό τύπο της δυσδιάλυτης ένωσης που σχηματίστηκε.
2. Όταν διαυγές υδατικό διάλυμα KI αναμειγνύεται με διαυγές υδατικό διάλυμα $Pb(NO_3)_2$ παρατηρείται ο σχηματισμός κίτρινου ιζήματος. Να ερμηνεύσετε, χρησιμοποιώντας και τις παρατηρήσεις σας από τις προηγούμενες εργαστηριακές ασκήσεις, τον σχηματισμό του ιζήματος και να γράψετε όλα τα είδη ιόντων και τον χημικό τύπο της δυσδιάλυτης ένωσης που σχηματίζεται με την ανάμειξη των δύο υδατικών διαλυμάτων.

Υποενότητα 5.3: Οι αντιδράσεις ανταλλαγής ιόντων

9η Εργαστηριακή δραστηριότητα
*Σχηματισμός μη διαλυτής αέριας ένωσης**



Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στην εργαστηριακή άσκηση θα πραγματοποιηθεί σε μικροκλίμακα μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων, που οδηγεί στον σχηματισμό μη διαλυτής στο νερό χημικής ένωσης, η οποία διαφεύγει ως αέριο από το διάλυμα. Μετά την ολοκλήρωση της εργαστηριακής άσκησης, οι μαθητές/τριες αναμένεται να είναι σε θέση:

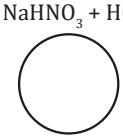
- Να παρατηρούν την απομάκρυνση μη διαλυτών αέριων συστατικών από υδατικό διάλυμα με τη μορφή φυσαλίδων.
- Να ερμηνεύουν τη δημιουργία φυσαλίδων σε υδατικό διάλυμα αναφέροντας το κύριο αέριο συστατικό που αυτές περιέχουν.
- Να προβλέπουν την παραγωγή αερίων μέσω αντιδράσεων ανταλλαγής ιόντων, χρησιμοποιώντας κατάλληλους πίνακες.

Β Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

- Υδατικό διάλυμα $NaHCO_3$ 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M
- Σταγονόμετρο
- Πλαστική διαφάνεια
- Φύλλο εργασίας εντός πλαστικής διαφάνειας

Εργαστηριακή Δραστηριότητα 5

$NaHNO_3$ + HCl



Η περιοχή εκτέλεσης του πειράματος στο φύλλο εργασίας

Β2. Παρασκευή Υδατικών διαλυμάτων

Προτείνεται να χρησιμοποιούνται προσφάτως παρασκευασμένα αραιά υδατικά διαλύματα προκειμένου να εξαχθούν αξιόπιστα αποτελέσματα κατά την εργαστηριακή άσκηση.

Οι απαιτούμενες ποσότητες προσαρμόζονται ανάλογα με τον αριθμό των ασκούμενων μαθητών/τριών.

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως Εργαστηριακή Δραστηριότητα 5 του 3ου Φύλλου εργασίας της ενότητας 5.3 στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας (σελ. 234).

Ενδεικτικά παρατίθενται δεδομένα για την παρασκευή ποσοτήτων υδατικών διαλυμάτων, επαρκών για την υλοποίηση του εργαστηρίου σε τρία τμήματα με πέντε ομάδες μαθητών ανά τμήμα.

1. Υδατικό διάλυμα $NaHCO_3$ 0,1 M: Διάλυση 0,42 g άνυδρου $NaHCO_3$ σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 50 mL.
2. Υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M: Αραίωση 0,50 mL πυκνού υδατικού διαλύματος HCl (38% μάζα προς μάζα) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 60 mL.

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Η εργαστηριακή άσκηση σε μικροκλίμακα δεν παρουσιάζει επικινδυνότητα. Κρίνεται ωστόσο σκόπιμο και επωφελές για την εμπέδωση ορθών εργαστηριακών πρακτικών από τους μαθητές/τριες, να συστήνεται η σχολαστική τήρηση των κανόνων ασφαλείας στο εργαστήριο. Ιδιαίτερη προσοχή συνιστάται κατά τον χειρισμό του αραιού υδατικού διαλύματος HCl καθώς μπορεί να προκαλέσει σωματική βλάβη (με κατάποση, διαβροχή των οφθαλμών) αλλά και φθορές στον ρουχισμό των μαθητών.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή του αραιού υδατικού διαλύματος HCl με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή του αραιού υδατικού διαλύματος, που παρασκευάζεται κατά την εργαστηριακή άσκηση, με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

1. $NaHCO_3$: Τηρούνται τα συνήθη μέτρα προστασίας του Εργαστηρίου Χημείας.
2. HCl: Τηρούνται τα συνήθη μέτρα προστασίας του Εργαστηρίου Χημείας.

Κρύσταλλοι $NaHCO_3$

Μη επικίνδυνη ουσία για την οποία δεν απαιτείται εικονόγραμμα κινδύνου, προειδοποιητική λέξη, δήλωση / δηλώσεις επικινδυνότητας, δήλωση / δηλώσεις προφύλαξης.

Υδατικό διάλυμα HCl 38% μάζα προς μάζα

Διαβρωτικό μετάλλων, (Κατηγορία 1)	H290: Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα.
Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1A)	H314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.
Ειδική τοξικότητα σε όργανα-στόχους ύστερα από μία εφάπαξ έκθεση, (Κατηγορία 3),	H335: Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού.

Δ. Φύλαξη – απόρριψη χημικών αντιδραστηρίων

Η πραγματοποίηση του πειράματος σε μικροκλίμακα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικρών ποσοτήτων αραιών υδατικών διαλυμάτων ως εργαστηριακών αποβλήτων.

Η απόρριψη στην αποχέτευση των αραιών υδατικών διαλυμάτων οξέων ή βάσεων πραγματοποιείται μετά από αμοιβαία εξουδετέρωσή τους και έλεγχο της τιμής pH του τελικού διαλύματος με πεχαμετρικό χαρτί.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

Η εργαστηριακή δραστηριότητα υλοποιείται κατά ομάδες μαθητών/τριών. Χρησιμοποιείται το φύλλο εργασίας του σχολικού βιβλίου, αφού προηγουμένως έχει τοποθετηθεί εντός προστατευτικής πλαστικής διαφάνειας.

Οι μαθητές/μαθήτριες καλούνται να εκτελέσουν αντίδραση ανταλλαγής ιόντων και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους προκειμένου να εξαχθούν από την εργαστηριακή άσκηση ορθά συμπεράσματα.

Αφού καταγραφούν και αιτιολογηθούν με τη χρήση κατάλληλης χημικής ορολογίας τα συμπεράσματα κάθε ομάδας, ακολουθεί συζήτησή τους στην ολομέλεια της τάξης.

ΣΤ. Απαντήσεις στις ερωτήσεις της εργαστηριακής δραστηριότητας:

Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας.

Παρατηρείται ο σχηματισμός φυσαλίδων αερίου που διαφεύγουν με έντονο ρυθμό από το υδατικό διάλυμα που σχηματίστηκε με την ανάμειξη των δύο αντιδραστηρίων.

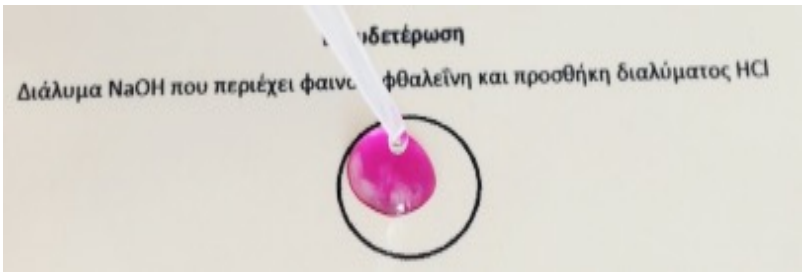
Το αέριο που περιέχουν οι φυσαλίδες είναι κυρίως το CO_2 που παράγεται κατά την αντίδραση του $NaHCO_3$ με το HCl και δευτερευόντως υδρατμοί.

Ι. Ενδεικτικές ερωτήσεις επέκτασης

1. Τα μαρμάρινα αντικείμενα –αλλά και τα μωσαϊκά πατώματα– ως κύριο συστατικό τους έχουν την ένωση $CaCO_3$. Να εξηγήσετε τη φθορά και σε πολλές περιπτώσεις τη δημιουργία φυσαλίδων που παρατηρείται, όταν έρχονται σε επαφή με υδατικά διαλύματα οξέων όπως είναι το HCl.
2. Όταν θέλουμε να καθαρίσουμε ένα σκεύος ή μία συσκευή από τα άλατα του νερού της βρύσης, χρησιμοποιούμε αραιωμένο ξύδι ή διάλυμα κιτρικού οξέος. Αν θεωρήσουμε ότι τα άλατα αποτελούνται κυρίως από $CaCO_3$, ενώ το ξύδι ή το κιτρικό οξύ παίζουν τον ρόλο του HCl που χρησιμοποιήσατε στην εργαστηριακή άσκηση, να ερμηνεύσετε γιατί διαλύονται τα άλατα με αυτόν τον τρόπο.
3. Ποιο αέριο απομακρύνεται με τη μορφή φυσαλίδων όταν ανοίγουμε ένα μπουκάλι αναψυκτικού; Μπορείτε να δώσετε μια ερμηνεία στη φράση που χρησιμοποιούμε στην καθομιλουμένη: «Έφυγε το ανθρακικό από το αναψυκτικό»;

Υποενότητα 5.3.2: Οι αντιδράσεις εξουδετέρωσης

10η Εργαστηριακή δραστηριότητα
*Αντίδραση εξουδετέρωσης**



Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στην εργαστηριακή άσκηση προτείνεται να πραγματοποιηθεί σε μικροκλίμακα μια αντίδραση ανταλλαγής ιόντων, που οδηγεί στην εξουδετέρωση υδατικού διαλύματος βάσης με διάλυμα οξέος. Η αλλαγή χρώματος του πρωτολυτικού δείκτη φαινολοφθαλεΐνη χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση της εξουδετέρωσης. Μετά την πραγματοποίηση της εργαστηριακής άσκησης αναμένεται να είναι οι μαθητές/-τριες σε θέση:

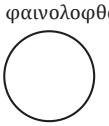
- Να ερμηνεύουν την ανάγκη της χρήσης πρωτολυτικού δείκτη.
- Να παρατηρούν τις χρωματικές αλλαγές του δείκτη.
- Να συσχετίζουν το οπτικό αποτέλεσμα με την ολοκλήρωση της αντίδρασης εξουδετέρωσης.

Β1. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

- Υδατικό διάλυμα NaOH 0,1 M
- Υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M
- Διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης 0,05% μάζα προς όγκο
- Σταγονόμετρα
- Πλαστική διαφάνεια
- Φύλλο εργασίας εντός πλαστικής διαφάνειας

Εργαστηριακή Δραστηριότητα 6

NaOH + φαινολοφθαλεΐνη



+ HCl

Η περιοχή εκτέλεσης του πειράματος στο φύλλο εργασίας

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως Εργαστηριακή Δραστηριότητα 6 του 3ου Φύλλου Εργασίας της ενότητας 5.3 στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας (σελ. 234).

Β2. Παρασκευή υδατικών διαλυμάτων

Προτείνεται να χρησιμοποιούνται προσφάτως παρασκευασμένα αραιά υδατικά διαλύματα προκειμένου να εξαχθούν αξιόπιστα αποτελέσματα κατά την εργαστηριακή άσκηση.

Οι απαιτούμενες ποσότητες προσαρμόζονται αναλόγως, σύμφωνα με τον αριθμό των ασκούμενων μαθητών/τριών. Ενδεικτικά παρατίθενται δεδομένα για την παρασκευή ποσοτήτων υδατικών διαλυμάτων, επαρκών για την υλοποίηση του εργαστηρίου σε τρία τμήματα με πέντε ομάδες μαθητών ανά τμήμα.

Το διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης σε αλκοόλη / νερό (1:1) είναι σταθερό επί μακρόν. Ο προτεινόμενος όγκος του προς παρασκευή διαλύματος καθορίζεται από την ακρίβεια ζύγισης των κοινών εργαστηριακών ζυγών.

1. Υδατικό διάλυμα NaOH 0,1 M : Διάλυση 0,20 g άνυδρου NaOH σε υδατικό διάλυμα τελικού όγκου 50 mL.
2. Υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M: Αραίωση 0,50 mL πυκνού υδατικού διαλύματος HCl (38% μάζα προς μάζα) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 60 mL.
3. Διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης 0,05% μάζα προς όγκο: Διάλυση 0,1 g φαινολοφθαλεΐνης σε μείγμα αιθανόλης και απιοντισμένου νερού (1:1) σε διάλυμα τελικού όγκου 200 mL.

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Κρύσταλλοι NaOH

Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1A)	H314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.
Σοβαρή οφθαλμική βλάβη (Κατηγορία 1)	H318: Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.

Υδατικό διάλυμα HCl 38% μάζα προς μάζα

Διαβρωτικό μετάλλων (Κατηγορία 1)	H290: Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα.
Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1A)	H314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.
Ειδική τοξικότητα σε όργανα-στόχους ύστερα από μία εφάπαξ έκθεση (Κατηγορία 3)	H335: Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού.

Φαινολοφθαλεΐνη (στερεή)

Ερεθισμός του δέρματος (Κατηγορία 2)	H315: Προκαλεί ερεθισμό του δέρματος.
Μεταλλαξογένεση γεννητικών κυττάρων (Κατηγορία 2)	H341: Ύποπτο για πρόκληση γενετικών ελαττωμάτων.
Καρκινογένεση (Κατηγορία 1B)	H350: Μπορεί να προκαλέσει καρκίνο.
Τοξικότητα για την αναπαραγωγή (Κατηγορία 2)	H361f: Προκαλεί ερεθισμό του δέρματος.

Δ. Φύλαξη και απόρριψη χημικών αντιδραστηρίων

Η πραγματοποίηση του πειράματος σε μικροκλίμακα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μικρών ποσοτήτων αραιών υδατικών διαλυμάτων ως εργαστηριακών αποβλήτων.

Η απόρριψη στην αποχέτευση των αραιών υδατικών διαλυμάτων οξέων ή βάσεων πραγματοποιείται μετά από αμοιβαία εξουδετέρωσή τους και έλεγχο της τιμής pH του τελικού διαλύματος με πεχαμετρικό χαρτί.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή του αραιού υδατικού διαλύματος NaOH με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή του αραιού υδατικού διαλύματος HCl με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή του αραιού υδατικού διαλύματος, που παρασκευάζεται κατά την εργαστηριακή άσκηση, με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Απαγορεύεται η διοχέτευση φαινολοφθαλεΐνης σε δίκτυο υπονόμων.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

Η εργαστηριακή δραστηριότητα υλοποιείται κατά ομάδες μαθητών/τριών. Χρησιμοποιείται το φύλλο εργασίας του σχολικού βιβλίου αφού προηγουμένως έχει τοποθετηθεί εντός προστατευτικής πλαστικής διαφάνειας.

Οι μαθητές/τριες καλούνται να εκτελέσουν αντίδραση ανταλλαγής ιόντων και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους προκειμένου να εξαχθούν από την εργαστηριακή άσκηση ορθά συμπεράσματα.

Αφού καταγραφούν και αιτιολογηθούν με τη χρήση κατάλληλης χημικής ορολογίας τα συμπεράσματα κάθε ομάδας, ακολουθεί συζήτησή τους στην ολομέλεια της τάξης.

Το διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης περιέχει αιθανόλη. Ως αποτέλεσμα, ελαττώνεται η επιφανειακή τάση των αναμειγνυόμενων υδατικών διαλυμάτων και η σταγόνα «απλώνει» πάνω στην πλαστική διαφάνεια. Να αποτρέψετε τους μαθητές/τριες από το να προσθέσουν περισσότερες από τρεις έως τέσσερις σταγόνες κάθε διαλύματος.

ΣΤ. Ενδεικτικά πειραματικά αποτελέσματα

Να καταγράψετε τις παρατηρήσεις σας.

Παρατηρείται ο αποχρωματισμός του ιώδους χρώματος της φαινολοφθαλεΐνης. Μέσω αυτού πιστοποιείται η εξουδετέρωση του υδατικού διαλύματος NaOH από το διάλυμα HCl.

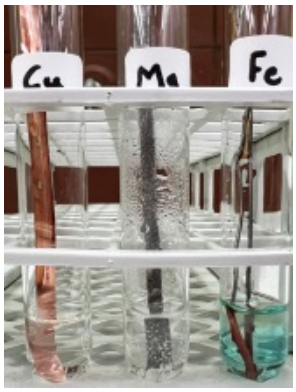
Με την προσθήκη εκ νέου σταγόνων NaOH στο μείγμα, παρατηρείται η επανεμφάνιση του ιώδους χρώματος λόγω της περίσσειας ποσότητας βάσης στο μείγμα της αντίδρασης.

Ι. Ενδεικτικές ερωτήσεις επέκτασης

1. Ο πρωτολυτικός δείκτης ηλιανθίνη αποκτά **κόκκινο** χρώμα, όταν προστίθεται σε διαλύματα οξέων, και **κίτρινο** χρώμα, όταν προστίθεται σε διαλύματα βάσεων. Να προβλέψετε το χρώμα που θα αποκτήσει ο δείκτης όταν προστεθεί σε υδατικό διάλυμα ΚΟΗ. Να εξηγήσετε πώς θα συμπεράνετε την ολοκλήρωση της εξουδετέρωσης της συνολικής ποσότητας ΚΟΗ από υδατικό διάλυμα HNO_3.
2. Σε ένα υδατικό διάλυμα περιέχονται ανιόντα OH^- σε πολύ μεγαλύτερη ποσότητα από τα κατιόντα H_3O^+. Να προβλέψετε το χρώμα που θα αποκτήσει το διάλυμα αν προστεθούν λίγες σταγόνες δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Να εξηγήσετε αν πρέπει να προστεθεί υδατικό διάλυμα HCl ή υδατικό διάλυμα NaOH προκειμένου να αλλάξει το χρώμα του διαλύματος.

Υποενότητα 5.4: Οι οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις

11η Εργαστηριακή δραστηριότητα
*Οξειδοαναγωγικές Αντιδράσεις**



Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στην εργαστηριακή άσκηση θα πραγματοποιηθεί μια σειρά πειραμάτων προκειμένου να επαληθευτεί η σειρά δραστικότητας συγκεκριμένων μετάλλων (Cu, Mg, Fe) μεταξύ τους ή σε σχέση με το υδρογόνο αξιοποιώντας οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις απλής αντικατάστασης. Μετά την υλοποίηση της εργαστηριακής άσκησης οι μαθητές/τριες αναμένεται να είναι σε θέση:

- Να παρατηρούν την πραγματοποίηση ή όχι μιας αντίδρασης απλής αντικατάστασης βασιζόμενοι στο ορατό αποτέλεσμά της.
- Να ερμηνεύουν το ορατό αποτέλεσμα των αντιδράσεων απλής αντικατάστασης που πραγματοποίησαν.
- Να ταξινομούν ορισμένα μέταλλα σύμφωνα με τη δραστικότητά τους σε αντιδράσεις απλής αντικατάστασης.

Β1. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη

- Υδατικό διάλυμα HCl 0,5 M
- Υδατικό διάλυμα $CuSO_4$ 0,5 M
- Δοκιμαστικοί σωλήνες
- Σταγονόμετρα
- Πλαστική διαφάνεια
- Έλασμα Mg
- Φύλλο Cu
- Έλασμα Fe
- Φύλλο εργασίας εντός πλαστικής διαφάνειας

Β2. Παρασκευή Υδατικών διαλυμάτων

Προτείνεται να χρησιμοποιούνται προσφάτως παρασκευασμένα υδατικά διαλύματα προκειμένου να εξαχθούν αξιόπιστα αποτελέσματα κατά την εργαστηριακή άσκηση.

Οι απαιτούμενες ποσότητες προσαρμόζονται ανάλογα με τον αριθμό των ασκούμενων μαθητών/τριών.

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως 4ο Φύλλο εργασίας της ενότητας 5.4 στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας (σελ. 246).

Ενδεικτικά παρατίθενται δεδομένα για την παρασκευή ποσοτήτων υδατικών διαλυμάτων, επαρκών για την υλοποίηση του εργαστηρίου σε τρία τμήματα με πέντε ομάδες μαθητών ανά τμήμα.

1. Υδατικό διάλυμα HCl 0,5 M: Αραίωση 10,40 mL πυκνού υδατικού διαλύματος HCl (38% μάζα προς μάζα) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.
2. Υδατικό διάλυμα $CuSO_4$ 0,5 M: Διάλυση 31,25 g ένυδρου $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

Σχετικά με τα χρησιμοποιούμενα μέταλλα προτείνονται:

Έλασμα Mg: Τεμάχιο ελάσματος Mg μήκους περίπου 0,5 cm απαιτείται για κάθε μία ομάδα μαθητών/τριών.

Φύλλο Cu: Τεμάχιο φύλλου Cu διαστάσεων περίπου 0,5 cm x 0,5 cm απαιτείται για κάθε μια ομάδα μαθητών/τριών.

Έλασμα Fe: Σιδερένιοι συνδετήρες μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εργαστηριακή άσκηση αφού προηγουμένως εκταθούν.

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Η εργαστηριακή άσκηση παρουσιάζει μέτριο βαθμό επικινδυνότητας, ο οποίος περιορίζεται με τη σχολαστική τήρηση των κανόνων ατομικής προστασίας στο εργαστήριο.

Περιλαμβάνεται η χρήση γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων που δυνητικά με τη θραύση τους μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς.

Επιπλέον προσοχή συστήνεται κατά τον χειρισμό του υδατικού διαλύματος HCl καθώς μπορεί να προκαλέσει σωματική βλάβη (με κατάποση, διαβροχή των οφθαλμών) αλλά και φθορές στον ρουχισμό των μαθητών.

Το παραγόμενο στους δύο δοκιμαστικούς σωλήνες αέριο υδρογόνο δύναται αν εγκλωβιστεί εντός του δοκιμαστικού σωλήνα να προκαλέσει αύξηση της πίεσης και θραύση του σωλήνα ενώ λόγω της εκρηκτικής φύσης του υπάρχει ενδεχόμενο ανάφλεξης.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή των κρυστάλλων $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Το υδατικό διάλυμα $CuSO_4$ είναι σταθερό. Αν παρασκευαστεί με νερό βρύσης πιθανώς θα θολώσει.

Αποφεύγεται η κατάποση και η επαφή του υδατικού διαλύματος $CuSO_4$ με το δέρμα και τους οφθαλμούς με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Αποφεύγεται η επαφή της ταινίας Mg με το δέρμα με τη χρήση κατάλληλων προστατευτικών μέσων.

Υδατικό διάλυμα HCl 38% μάζα προς μάζα

Διαβρωτικό μετάλλων (Κατηγορία 1)	H290: Μπορεί να διαβρώσει μέταλλα.
Διάβρωση του δέρματος (Υποκατηγορία 1A)	H314: Προκαλεί σοβαρά δερματικά εγκαύματα και οφθαλμικές βλάβες.
Ειδική τοξικότητα σε όργανα-στόχους ύστερα από μία εφάπαξ έκθεση (Κατηγορία 3)	H335: Μπορεί να προκαλέσει ερεθισμό της αναπνευστικής οδού.

Κρύσταλλοι $CuSO_4 \cdot 5H_2O$

Οξεία τοξικότητα, (Κατηγορία 4)	H302: Επιβλαβές σε περίπτωση κατάποσης.
Σοβαρή οφθαλμική βλάβη, (Κατηγορία 1)	H318: Προκαλεί σοβαρή οφθαλμική βλάβη.
Βραχυπρόθεσμος (οξύς) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1)	H400: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς.
Μακροπρόθεσμος (χρόνιος) κίνδυνος για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1)	H410: Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, με μακροχρόνιες επιπτώσεις.

Ταινία Mg

Εύφλεκτο στερεό (Κατηγορία 1)	H228: Εύφλεκτο στερεό.
Ουσία ή μείγμα που όταν έρθει σε επαφή με το νερό εκλύει εύφλεκτο αέριο (Κατηγορία 2)	H261: Σε επαφή με το νερό ελευθερώνει εύφλεκτα αέρια.

Έλασμα Fe

Εύφλεκτο στερεό (Κατηγορία 1)	H228: Εύφλεκτο στερεό.

Φύλλο Cu

Εύφλεκτο στερεό (Κατηγορία 1)	H228: Εύφλεκτο στερεό.
Επικίνδυνο για το υδάτινο περιβάλλον (Κατηγορία 1, Κατηγορία 3)	H400: Οξεία τοξικότητα. H412: Χρόνια τοξικότητα.

Δ. Φύλαξη και απόρριψη χημικών αντιδραστηρίων

Το υδατικό διάλυμα HCl είναι σταθερό επί μακρόν. Πριν την απόρριψή του στην αποχέτευση, απαιτείται εξουδετέρωσή του με αραιό υδατικό διάλυμα βάσης και έλεγχος της τιμής pH του τελικού διαλύματος με πεχαμετρικό χαρτί.

Περίσσεια ταινίας Mg συλλέγεται και φυλάσσεται καθώς σε επαφή με το νερό απελευθερώνει εύφλεκτα αέρια τα οποία μπορούν να αυτοαναφλεγούν.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

Η εργαστηριακή δραστηριότητα υλοποιείται κατά ομάδες μαθητών/τριών. Ακολουθούνται οι οδηγίες του φύλλου εργασίας του σχολικού βιβλίου.

Οι μαθητές/τριες εργάζονται σε ομάδες. Σκόπιμο είναι κάθε πάγκος εργασίας να διαθέτει από πριν τα απαραίτητα υλικά για την εκτέλεση της εργαστηριακής άσκησης.

Οι ομάδες καλούνται να εκτελέσουν σειρά αντιδράσεων απλής αντικατάστασης και να καταγράψουν τις παρατηρήσεις τους προκειμένου να εξαχθούν από την εργαστηριακή άσκηση ορθά συμπεράσματα.

Συχνά παρατηρείται το φαινόμενο να μη διαβάζουν οι μαθητές/τριες με προσοχή τις ετικέτες των αντιδραστηρίων που χρησιμοποιούν, με αποτέλεσμα να μην προκύπτουν τα αναμενόμενα εργαστηριακά

αποτελέσματα. Να επισημάνετε την ανάγκη προσεκτικού χειρισμού των υλικών για την επιτυχή εκτέλεση της εργαστηριακής άσκησης.

Λόγω του μέτριου βαθμού επικινδυνότητας που παρουσιάζει η εργαστηριακή άσκηση, να τονίσετε στους μαθητές/τριες την ανάγκη για σχολαστική τήρηση των κανόνων ατομικής προστασίας στο εργαστήριο. Καθώς η εργαστηριακή άσκηση περιλαμβάνει τη χρήση γυάλινων δοκιμαστικών σωλήνων, να επισημάνετε στους/στις μαθητές/τριες ότι αυτοί δυνητικά με τη θραύση τους μπορεί να προκαλέσουν τραυματισμούς. Να συστήσετε στους/στις μαθητές/τριες να είναι προσεκτικοί/ές κατά τον χειρισμό του υδατικού διαλύματος HCl, καθώς μπορεί να προκαλέσει σωματική βλάβη (με κατάποση, διαβροχή των οφθαλμών) αλλά και φθορές στον ρουχισμό τους. Να επισημάνετε στους/στις μαθητές/τριες να μην πωματίζουν τους δοκιμαστικούς σωλήνες. Εάν το παραγόμενο αέριο υδρογόνο εγκλωβιστεί εντός του δοκιμαστικού σωλήνα, ίσως προκαλέσει αύξηση της πίεσης και θραύση του σωλήνα, ενώ λόγω της εκρηκτικής φύσης του υπάρχει ενδεχόμενο ανάφλεξης.

Αφού καταγραφούν και αιτιολογηθούν με τη χρήση κατάλληλης χημικής ορολογίας τα συμπεράσματα κάθε ομάδας, ακολουθεί συζήτησή τους στην ολομέλεια της τάξης.

ΣΤ. Απαντήσεις στις ερωτήσεις της εργαστηριακής δραστηριότητας

Απαντήσεις στις ερωτήσεις της εργαστηριακής δραστηριότητας:

Προβλέψτε τι θα συμβεί σε κάθε σωλήνα συζητώντας με την ομάδας σας και γράφοντας τις αντίστοιχες χημικές αντιδράσεις:

Στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα δεν αναμένεται να πραγματοποιηθεί χημική αντίδραση.
Η χημική εξίσωση που περιγράφει το φαινόμενο είναι: $Cu + HCl \rightarrow$ ΑΔΥΝΑΤΗ

Στον δεύτερο δοκιμαστικό σωλήνα θα πραγματοποιηθεί χημική αντίδραση γιατί το Mg είναι δραστικότερο του Η.
Η χημική εξίσωση που περιγράφει το φαινόμενο είναι: $Mg + 2\ HCl \rightarrow MgCl_2 + H_2$

Στον τρίτο δοκιμαστικό σωλήνα θα πραγματοποιηθεί χημική αντίδραση γιατί ο Fe είναι δραστικότερος του Cu.
Η χημική εξίσωση που περιγράφει το φαινόμενο είναι: $Fe + CuSO_4 \rightarrow FeSO_4 + Cu$

Στον πρώτο δοκιμαστικό σωλήνα δεν πραγματοποιήθηκε χημική αντίδραση.

Η αντίδραση που πραγματοποιήθηκε στον δεύτερο δοκιμαστικό σωλήνα οδήγησε στην παραγωγή αέριου H_2 που εκλύεται με τη μορφή φυσαλίδων από το υδατικό διάλυμα.

Η αντίδραση που πραγματοποιήθηκε στον τρίτο δοκιμαστικό σωλήνα οδήγησε στην παραγωγή στερεού Cu που επικάθεται στην επιφάνεια του σιδερένιου σωλήνα, ενώ παράλληλα αποχρωματίζεται το υδατικό διάλυμα λόγω της αναγωγής των ιόντων Cu^{2+} που έχουν γαλάζιο χρώμα.

Ι. Ενδεικτικές ερωτήσεις επέκτασης

Τεμάχιο χαλκού (Cu) εμβαπτίζεται σε αραιό υδατικό διάλυμα $FeSO_4$. Να προβλέψετε αν θα πραγματοποιηθεί χημική αντίδραση και να αιτιολογήσετε την πρόβλεψή σας.

Ενώ τα χάλκινα εργαλεία και όπλα που εκτίθενται στα μουσεία είναι σχεδόν ολοκληρωτικά οξειδωμένα και έχουν χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα, τα χρυσά σκεύη και κοσμήματα παραμένουν αναλλοίωτα επί χιλιάδες χρόνια. Να εξηγήσετε αυτή την παρατηρούμενη διαφορά με όρους δραστικότητας του χαλκού και του χρυσού. Να χρησιμοποιήσετε την εξήγησή σας για να προβλέψετε την κατάσταση σιδερένιων αντικειμένων.

Υποενότητα 6.3: Συγκέντρωση διαλύματος

12η Εργαστηριακή δραστηριότητα
*Παρασκευή διαλύματος συγκεκριμένης συγκέντρωσης**

Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Στην εργαστηριακή άσκηση αυτή θα παρασκευαστεί με ακρίβεια ένα διάλυμα συγκεκριμένης συγκέντρωσης. Μετά την ολοκλήρωση της εργαστηριακής άσκησης, οι μαθητές/τριες αναμένεται να είναι σε θέση:

- Να υπολογίζουν τη μάζα διαλυμένης ουσίας που αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο όγκο διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης.
- Να εξοικειωθούν με τη χρήση των εργαστηριακών οργάνων.

Β1. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

Όργανα/σκεύη:

- Ζυγός ακριβείας (τουλάχιστον 2 δεκαδικών ψηφίων)
- Ύαλος ωρολογίου
- Ποτήρι ζέσεως
- Σπάτουλα
- Υδροβολέας
- Γυάλινη ράβδος
- Χωνί
- Ογκομετρική φιάλη των 250 mL
- Σταγονόμετρο
- Γυάλινη φιάλη φύλαξης

Χημικές ουσίες:

- Απιοντισμένο νερό
- Στερεό NaCl

---

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως **Πείραμα 1Α** στην υποενότητα 6.3.2 στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας (σελ. 312).

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Το διάλυμα που θα παρασκευάσουμε είναι διάλυμα αλατόνερου και δεν παρουσιάζει επικινδυνότητα.

Δ. Επικινδυνότητα των αποβλήτων του πειράματος και τρόπος απόρριψης

Τα διαλύματα αλατόνερου δεν είναι επικίνδυνα και μπορούν να αποβληθούν στο σύστημα αποχέτευσης.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

α. Γενικές Οδηγίες

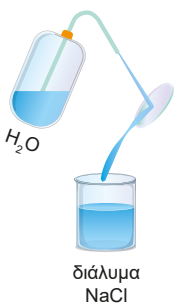
Το πείραμα θα γίνει από τους μαθητές/τριες υπό την επίβλεψη του/της διδάσκοντος/σκουσας. Οι μαθητές/τριες να χωριστούν σε ομάδες για την εκτέλεση του πειράματος. Ο αριθμός των ομάδων εξαρτάται από το πόσα σκεύη και όργανα διαθέτει το εργαστήριο.

β. Παρασκευή υδατικού διαλύματος NaCl

Παρασκευή υδατικού διαλύματος NaCl συγκέντρωσης 1 M και όγκου 250 mL.

Υπολογισμοί: Το διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 1 M περιέχει 1 mol NaCl σε 1 L διαλύματος, δηλαδή περιέχει 0,25 mol NaCl σε 0,25 L διαλύματος. Τα 0,25 mol NaCl ζυγίζουν $0,25 \cdot M_{(NaCl)}$ g, δηλαδή 0,25 · 58,44 g = 14,62 g NaCl.

γ. Εκτέλεση της εργαστηριακής άσκησης*

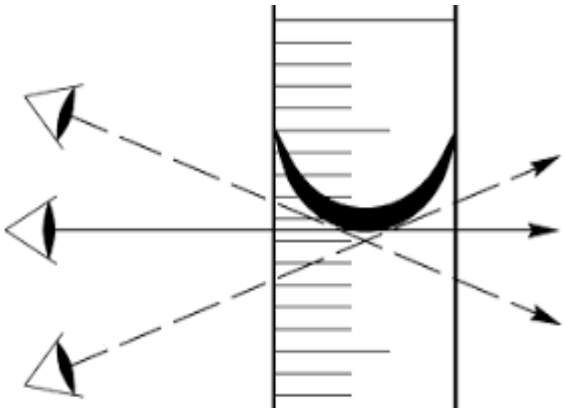


1. Τοποθετούμε πάνω στη ζυγαριά ακριβείας την ύαλο ωρολογίου (την οποία έχουμε πλύνει και στεγνώσει) και αφού μηδενίσουμε την ένδειξη του βάρους προσθέτουμε με την καθαρή σπάτουλα στερεό NaCl μέχρι η ζυγαριά να δείξει 14,62 g NaCl.
2. Στο ποτήρι ζέσεως εισάγουμε 100-150 mL απιοντισμένο νερό. Στη συνέχεια προσθέτουμε στο ποτήρι ζέσεως την ποσότητα των 14,62 g NaCl που ζυγίσαμε. Ξεπλένουμε την ύαλο ωρολογίου με μικρή ποσότητα απιοντισμένου νερού, έτσι ώστε τα εκπλύματα να πέσουν μέσα στο ποτήρι ζέσεως.
3. Αναδεύουμε καλά το διάλυμα με τη γυάλινη ράβδο μέχρι να διαλυθεί πλήρως όλη η ποσότητα του άλατος.
4. Μεταγγίζουμε το διάλυμα σε μια καθαρή ογκομετρική φιάλη των 250 mL με τη βοήθεια του χωνιού και της γυάλινης ράβδου. Ξεπλένουμε καλά το ποτήρι ζέσεως και τη γυάλινη ράβδο και το χωνί και προσθέτουμε τα εκπλύματα στην ογκομετρική φιάλη.
5. Προσθέτουμε στην ογκομετρική φιάλη νερό μέχρι τη χαραγή των 250 mL ως εξής: Αρχικά με τον υδροβολέα μέχρι 1-2 mL πριν τη χαραγή και μετά σταγόνα-σταγόνα με τη βοήθεια του σταγονόμετρου.
6. Αναδεύουμε το διάλυμα, ώστε να επιτευχθεί ομοιόμορφη διάλυση.
7. Αποθηκεύουμε το διάλυμα σε μια γυάλινη φιάλη και τοποθετούμε μια αυτοκόλλητη ετικέτα με την ένδειξη: 250 mL διαλύματος NaCl 1 M.

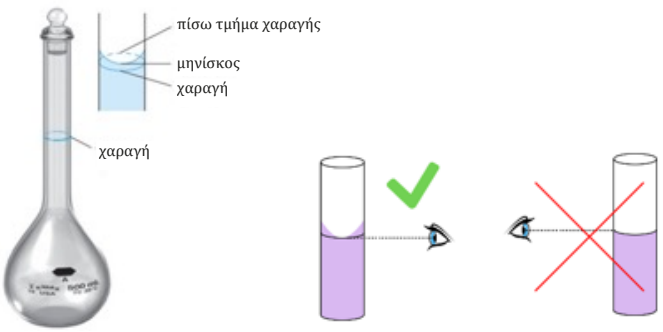
* Τα υδατικά διαλύματα του NaCl είναι άχρωμα. Τα διαλύματα των εικόνων φαίνονται χρωματισμένα, ώστε να γίνεται πιο διακριτή η πειραματική διαδικασία.

Τρόπος ανάγνωσης βαθμονομημένων ογκομετρικών σκευών

Η ανάγνωση των σιφωνίων μέτρησης, των προχοΐδων και των ογκομετρικών κυλίνδρων και φιαλών πρέπει να γίνεται από οριζόντια θέση και τα μάτια να είναι περίπου στο ίδιο ύψος με την στάθμη του υγρού (**μεσαία θέση στο σχήμα και όχι στις πλαϊνές θέσεις**). Ο όγκος προσδιορίζεται με τη βαθμονομημένη ένδειξη κοντά στην βάση του μηνίσκου.



Επομένως πρέπει να δοθεί προσοχή στην ανάγνωση της χαραγής στην ογκομετρική φιάλη κατά την παρασκευή του υδατικού διαλύματος NaCl.



ΣΤ. Εργασία για το σπίτι:

Οι μαθητές/τριες να γράψουν ατομική εργαστηριακή αναφορά για το πείραμα, στην οποία θα αναφέρονται:

- Η θεωρία για τη συγκέντρωση του διαλύματος.
- Οι υπολογισμοί για τις ποσότητες των χημικών ουσιών.
- Τα εργαστηριακά όργανα και οι χημικές ουσίες.
- Η μέθοδος παρασκευής του συγκεκριμένου διαλύματος.
- Σχόλια για την επιτυχή έκβαση του πειράματος καθώς και για τα προβλήματα που εντοπίστηκαν κατά την πειραματική διαδικασία.
- Η βιβλιογραφία.

Υποενότητα 6.3: Συγκέντρωση διαλύματος

13η Εργαστηριακή δραστηριότητα
*Αραίωση διαλύματος**

Α. Προσδοκώμενα Μαθησιακά Αποτελέσματα

Μετά την πραγματοποίηση της εργαστηριακής άσκησης αναμένεται οι μαθητές/-τριες να είναι σε θέση:

- Να υπολογίζουν τον όγκο του διαλύματος γνωστής συγκέντρωσης που πρέπει να χρησιμοποιήσουν για να παρασκευάσουν ορισμένο όγκο αραιωμένου διαλύματος συγκεκριμένης συγκέντρωσης,
- Να εξοικειωθούν με τη χρήση των εργαστηριακών οργάνων.

Β. Χημικά αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

Όργανα:

- Σιφώνιο πληρώσεως των 50 mL ή των 25 mL
- Πουαρ
- Ογκομετρική φιάλη των 100 mL
- Υδροβολέας
- Σταγονόμετρο
- Γυάλινη φιάλη φύλαξης

Χημικές ουσίες:

- Υδατικό διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 1 M (δείτε εργαστηριακή άσκηση 12)
- Απιοντισμένο νερό

Γ. Σημεία επικινδυνότητας της εργαστηριακής άσκησης

Η αραίωση ενός διαλύματος αλατόνερου δεν παρουσιάζει καμία επικινδυνότητα.

---

* Η εργαστηριακή άσκηση αναφέρεται ως **Πείραμα 1Β** στην υποενότητα 6.3.2 στο βιβλίο του/της μαθητή/τριας (σελ. 313).

Δ. Επικινδυνότητα των αποβλήτων του πειράματος και τρόπος απόρριψης

Τα διαλύματα αλατόνερου δεν είναι επικίνδυνα και μπορούν να αποβληθούν στο σύστημα αποχέτευσης.

Ε. Οδηγίες για την πειραματική δραστηριότητα

α. Γενικές Οδηγίες

Το πείραμα θα γίνει από τους μαθητές/τριες υπό την επίβλεψη του διδάσκοντος. Οι μαθητές/τριες να χωριστούν σε ομάδες για την εκτέλεση του πειράματος. Ο αριθμός των ομάδων εξαρτάται από το πόσα σκεύη και όργανα διαθέτει το εργαστήριο.

β. Αραίωση υδατικού διαλύματος NaCl συγκέντρωσης 1 M και παρασκευή 100 mL υδατικού διαλύματος NaCl συγκέντρωσης 0,5 M.

Υπολογισμοί:

Για την αραίωση της διαλύματος ισχύει η σχέση:

$$n_1 = n_2 \Longrightarrow C_1 V_1 = C_2 V_2 \Longrightarrow 1\ M\ V_1 = 0{,}5\ M\ 0{,}1\ L \Longrightarrow V_1 = 0{,}05\ L \text{ ή } 50\ mL.$$

Θα χρειαστούμε λοιπόν 50 mL από το αρχικό διάλυμα, το οποίο πρέπει να αραιώσουμε με απιοντισμένο νερό μέχρι όγκου 100 mL.

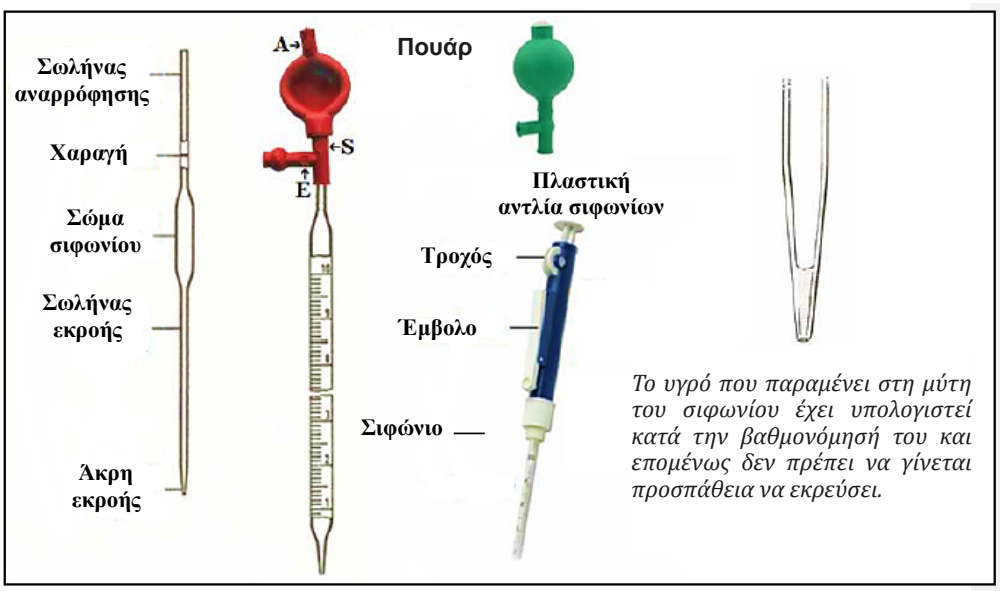
γ. Εκτέλεση της εργαστηριακής άσκησης:

1. Με ένα καθαρό σιφώνιο παίρνουμε 50 mL από το διάλυμα NaCl συγκέντρωσης 1 M που διαθέτουμε και τα μεταγγίζουμε σε μια καθαρή ογκομετρική φιάλη των 100 mL.
2. Προσθέτουμε στην ογκομετρική φιάλη απιοντισμένο νερό μέχρι τη χαραγή των 100 mL ως εξής: Αρχικά με τον υδροβολέα μέχρι 1-2 mL πριν τη χαραγή και μετά σταγόνα-σταγόνα με τη βοήθεια του σταγονόμετρου.
3. Αναδεύουμε το διάλυμα, ώστε να επιτευχθεί ομοιόμορφη διάλυση.
4. Αποθηκεύουμε το διάλυμα σε μια γυάλινη φιάλη και τοποθετούμε μια αυτοκόλλητη ετικέτα με την ένδειξη: 100 mL διαλύματος NaCl 0,5 M.

Πορεία εργαστηριακής άσκησης – Αραίωση διαλύματος.
(Τα διαλύματα του NaCl είναι άχρωμα. Τα διαλύματα των εικόνων φαίνονται χρωματισμένα, ώστε να γίνεται πιο διακριτή η διαδικασία της αραίωσης.)

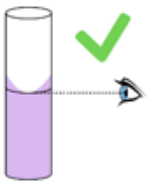
Χειρισμός σιφωνίων

Η εργασία με σιφώνια απαιτεί κάποια εξάσκηση. Η αναρρόφηση των υγρών γίνεται πάντοτε με τη βοήθεια ειδικών συσκευών (π.χ. ελαστική σφαίρα, γνωστό ως πουαρ), όπως περιγράφεται στη συνέχεια, και ποτέ με το στόμα, ακόμα και στην περίπτωση φαινομενικά ακίνδυνων υγρών. Η αναρρόφηση υγρού με τη βοήθεια πουαρ γίνεται ως εξής: Αφαιρούμε τον αέρα από τη σφαίρα πιέζοντας τη βαλβίδα Α στο άνω μέρος της σφαίρας, καθώς και την ίδια τη σφαίρα με το άλλο χέρι. Κατόπιν, εισάγουμε το άνω άκρο του σιφωνίου στο κάτω στέλεχος της σφαίρας (δείτε την παρακάτω εικόνα). Πιέζουμε τη βαλβίδα S, που βρίσκεται ακριβώς πάνω από το άκρο του σιφωνίου, οπότε η σφαίρα αναρροφά τον αέρα που βρίσκεται στο σιφώνιο και το υγρό μέσα στο σιφώνιο αρχίζει να ανέρχεται. Όταν το υγρό ξεπεράσει λίγο την χαραγή, σταματούμε να πιέζουμε τη βαλβίδα S και αρχίζουμε να πιέζουμε τη βαλβίδα Ε, που επιτρέπει την είσοδο αέρα, ο οποίος κατεβάζει τη στάθμη του υγρού. Σταματούμε να πιέζουμε, όταν το υγρό φθάσει στο ύψος της χαραγής. Για τη μετάγγιση του αναρροφημένου υγρού σε άλλο δοχείο, πιέζουμε τη βαλβίδα Ε μέχρι να εκρεύσει όλο το υγρό, προσέχοντας το άκρο του σιφωνίου να βρίσκεται από την αρχή σε επαφή με το τοίχωμα του δοχείου υποδοχής του υγρού. Απλούστερη είναι η λειτουργία της πλαστικής αντλίας σιφωνίων, που δείχνει η παρακάτω εικόνα. Αφού στερεώσουμε κατάλληλα το σιφώνιο στο άνοιγμα της αντλίας, περιστρέφουμε τον τροχό προς τα κάτω με τον αντίχειρα. Έτσι, δημιουργούμε υποπίεση μέσα στο σιφώνιο και το υγρό ανέρχεται. Για να εκρεύσει ποσότητα υγρού ή όλο το υγρό, πιέζουμε το έμβολο που βρίσκεται κάτω από τον τροχό.



Ορθή χρήση σιφωνίου για τη μεταφορά υγρού.

Προβλήματα στη χρήση του σιφωνίου πλήρωσης



1. Δεν είναι σωστή η ευθυγράμμιση του μηνίσκου με τη χαραγή του σιφωνίου, οπότε προκαλείται σφάλμα.
2. Δεν γίνεται σωστή ανάγνωση του μηνίσκου με τη χαραγή του σιφωνίου όταν το σιφώνιο δεν είναι κάθετο και ο χρήστης δεν έχει σωστή ορατότητα με το επίπεδο του ματιού στη χαραγή.
3. Το διάλυμα μεταφέρεται στην ογκομετρική φιάλη με βία για να μεταφερθεί και το ποσό που υπάρχει στο στένωμα (άκρο) του σιφωνίου.
4. Το σιφώνιο πρέπει να είναι καθαρό.
5. Το άκρο του σιφωνίου δεν πρέπει να είναι σπασμένο ή ραγισμένο.
6. Το άκρο του σιφωνίου δεν πρέπει να βρίσκεται πάνω από την επιφάνεια του διαλύματος κατά τη διάρκεια της πλήρωσης ή της μεταφοράς.

ΣΤ. Εργασία για το σπίτι:

Οι μαθητές/τριες να γράψουν ατομική εργαστηριακή αναφορά για το πείραμα, στην οποία θα αναφέρονται:

- Η θεωρία για την αραίωση διαλύματος.
- Οι υπολογισμοί για τις ποσότητες των χημικών ουσιών.
- Τα εργαστηριακά όργανα και οι χημικές ουσίες.
- Η μέθοδος αραίωσης του συγκεκριμένου διαλύματος.
- Σχόλια για την επιτυχή έκβαση του πειράματος καθώς και για τα προβλήματα που εντοπίστηκαν κατά την πειραματική διαδικασία.
- Η βιβλιογραφία.

Βιβλιογραφικές πηγές

Beran, J.A. (2014). *Laboratory Manual for Principles of General Chemistry* (10th ed.). Wiley. ISBN: 978-1118621516.

Dean, R.J., Jones, A.M., Holmes, D., Reed, R., Weyers, J. & Jones A. (2011). *Practical Skills in Chemistry* (2nd ed.). Prentice Hall. ISBN: 978-0273731184.

Ευρωπαϊκός Οργανισμός Χημικών Προϊόντων (2009). *Εισαγωγική καθοδήγηση σχετικά με τον κανονισμό CLP.* ECHA-09-G-01-EL.

Lagowski, J.J. & Sorum, C.H. (2004). *Introduction to Semimicro Qualitative Analysis* (8th ed.). Pearson Education Ltd. ISBN: 978-0130462169.

Nelson, H., Kemp, K.C. (2016). *Laboratory Experiments for Chemistry: The Central Science*. (13th ed.). Pearson. ISBN: 978-1292077604.

Οδηγός Ασφάλειας και Υγείας για Εργαστήρια Χημείας. (2019). Τμήμα Επιθεώρησης Εργασίας Λευκωσίας.

Thomson S. (1990). *Chemtrek: Small scale experiments on general chemistry*. New Jersey: Prentice-Hall Inc. ISBN: 0-205-11913-1.

Χημεία Α' Λυκείου - Εργαστηριακές ασκήσεις- Συμπληρωματικό Υλικό. (2022). Παιδαγωγικό Ινστιτούτο Κύπρου – ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ, ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΝΕΟΛΑΙΑΣ. ISBN: 978-9963542734.

Χαραλάμπους, Α.Ι., Παυλάτου, Ε.Α., Κόλλια, Κ., Γύφτου, Π., & Γάτου Μ.-Α. (2021). *Σημειώσεις Εργαστηριακών Ασκήσεων Γενικής Χημείας*. Εκδόσεις ΕΜΠ.

Παράρτημα Α

Τάξεις και κατηγορίες κινδύνου σύμφωνα με τον κανονισμό CLP για την Ταξινόμηση, Συσκευασία και Επισήμανση χημικών ουσιών και μειγμάτων*

Τάξεις και κατηγορίες κινδύνου του CLP

Κίνδυνοι από φυσικούς παράγοντες

- Εκρηκτικά (Ασταθή εκρηκτικά, υποδιαιρέσεις 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, και 1.6)
- Εύφλεκτα αέρια (κατηγορία 1 και 2)
- Εύφλεκτα αερολύματα (κατηγορία 1 και 2)
- Οξειδωτικά αέρια (κατηγορία 1)
- Αέρια υπό πίεση (συμπιεσμένο αέριο, υγροποιημένο αέριο, υγροποιημένο αέριο σε ψύξη, αέριο ως διάλυμα)
- Εύφλεκτα υγρά (κατηγορία 1, 2 και 3)
- Εύφλεκτα στερεά (κατηγορία 1 και 2)
- Αυτοαντιδρώσες ουσίες και μείγματα (τύπος A, B, C, D, E, F, & G) (τύποι A και B)
- Πυροφορικά υγρά (κατηγορία 1)
- Πυροφορικά στερεά (κατηγορία 1)
- Αυτοθερμαινόμενες ουσίες και μείγματα (κατηγορία 1 και 2)
- Ουσίες και μείγματα που σε επαφή με το νερό εκλύουν εύφλεκτα αέρια (κατηγορίες 1, 2 και 3)
- Οξειδωτικά υγρά (κατηγορίες 1, 2 και 3) (κατηγορία 1 και 2)
- Οξειδωτικά στερεά (κατηγορίες 1, 2 και 3) (κατηγορία 1 και 2)
- Οργανικά υπεροξείδια (τύποι A, B, C, D, E, F & G) (τύποι A ως F)
- Διαβρωτικά μετάλλων (κατηγορία 1)

Κίνδυνοι για την υγεία

- Οξεία τοξικότητα (κατηγορία 1, 2, 3 και 4)
- Διάβρωση/ερεθισμός του δέρματος, (κατηγορίες 1A, 1B, 1C και 2)
- Σοβαρή οφθαλμική βλάβη/ερεθισμός των οφθαλμών, (κατηγορία 1 και 2)
- Ευαισθητοποίηση του αναπνευστικού ή του δέρματος (κατηγορία 1)
- Μεταλλαξιγένεση γεννητικών κυττάρων, (κατηγορίες 1A, 1B, και 2)
- Καρκινογένεση, (κατηγορίες 1A, 1B, και 2)
- Τοξικότητα στην αναπαραγωγή (κατηγορίες 1A, 1B, και 2) και επιπλέον κατηγορία για την επίδραση στη γαλουχία ή μέσω αυτής
- Ειδική τοξικότητα στα όργανα-στόχους (STOT) – μία εφάπαξ έκθεση (κατηγορία 1 και 2) και κατηγορία 3 μόνο για νάρκωση και ερεθισμό αναπνευστικής οδού
- Ειδική τοξικότητα στα όργανα-στόχους (STOT) – επανειλημμένη έκθεση (κατηγορία 1 και 2)
- Κίνδυνος αναρρόφησης (κατηγορία 1)

Κίνδυνοι για το περιβάλλον

- Επικίνδυνο για το υδάτινο περιβάλλον (οξείας τοξικότητας κατηγορίας 1, χρόνιας τοξικότητας κατηγορίας 1, 2, 3 και 4)
- Επικίνδυνο για τη στιβάδα του όζοντος

** Ταξινομήσεις κινδύνου του CLP (πλήρης τάξη κινδύνου ή επιλεγμένες κατηγορίες που αντιπροσωπεύουν το «ταξινομημένο ως επικίνδυνο σύμφωνα με τις οδηγίες DSD/DPD») Αναφορά από: «Ευρωπαϊκός Οργανισμός Χημικών Προϊόντων (2009). Εισαγωγική καθοδήγηση σχετικά με τον κανονισμό CLP. ECHA-09-G-01-EL».*

Παράρτημα Β

Τύποι γαντιών για χρήση με διάφορους διαλύτες

Διαλύτης	Υλικό κατασκευής (Τύπος γαντιών)
Ακετόνη (Acetone)	Butyl rubber, Polyethylene
Βενζόλιο (Benzene)	PVA, Viton, (Polyurethane, Butyl/Neoprene)
Αιθανόλη (Ethanol)	Butyl rubber, Nitrile rubber, Neoprene, Natural rubber, Viton
Βενζίνη (Gasoline)	PVA, Nitrile
Εξάνιο (Hexane)	Viton, Neoprene, PVA, Nitrile
2-προπανόλη (Isopropanol)	Natural rubber, Neoprene, Nitrile rubber, PVC
1,3,5 τριμεθυλοβενζόλιο [Μεσιτυλένιο (Mesitylene)]	PVA, Viton
2-μεθοξυαιθανόλη (Methyl cellosolve)	Butyl rubber, PVA
Βουτανόνη [Methyl ethyl ketone (MEK)]	Butyl rubber, (PVA, Viton, Polyethylene)
4-μέθυλο-2-πεντανόνη [Methyl isobutyl ketone (MIK)]	PVA
Νάφθα (Naphtha)	Polyurethane, Nitrile rubber
Τολουόλιο (Toluene)	PVA, Viton, (Butyl rubber)
Διισοκυανικό τολουόλιο [Toluene diisocyanate (TDI)]	PVA
1,1,1 τριχλωροαιθάνιο (1,1,1-Trichloroethane)	Viton, (Natural rubber, Butyl rubber, Polythylene)
Τριχλωροαιθένιο (Trichloroethylene)	Viton, (Natural rubber, Butyl rubber, Polyethylene)
Νέφτι (Turpentine)	PVA, Nitrile rubber
Ξυλόλιο (Xylene)	PVA, Nitrile rubber

Παράρτημα Γ

Τρόπος παρασκευής των υδατικών διαλυμάτων που χρησιμοποιούνται στις εργαστηριακές ασκήσεις

Μοριακά διαλύματα

Υδατικό διάλυμα ζάχαρης 0,1 M: Διάλυση 8,55 g κρυσταλλικής ζάχαρης σε νερό για την παρασκευή υδατικού διαλύματος 250 mL.

Διαλύματα οξέων

Υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M: Αραίωση 0,50 mL πυκνού υδατικού διαλύματος HCl (38% μάζα προς μάζα) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 60 mL.

Υδατικό διάλυμα HCl 0,1 M: Αραίωση 2,08 mL πυκνού υδατικού διαλύματος HCl (38% μάζα προς μάζα) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

Υδατικό διάλυμα HCl 0,5 M: Αραίωση 10,40 mL πυκνού υδατικού διαλύματος HCl (38% μάζα προς μάζα) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

Υδατικό διάλυμα CH_3COOH 0,1 M: Αραίωση 1,75 mL πυκνού υδατικού διαλύματος αιθανικού οξέος (80% όγκο προς όγκο) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

Διαλύματα βάσεων

Υδατικό διάλυμα NH_3 0,1M: Αραίωση 1,66 mL πυκνού υδατικού διαλύματος αμμωνίας (27% μάζα προς μάζα) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

Υδατικό διάλυμα NaOH 0,1 M : Διάλυση 0,20 g άνυδρου NaOH σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 50 mL.

Υδατικό διάλυμα NaOH 0,1M: Διάλυση 1,0 g NaOH(s) σε τελικό όγκο υδατικού διαλύματος ίσο με 250 mL.

Διαλύματα πρωτολυτικών δεικτών

Διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης 0,05% μάζα προς όγκο: Διάλυση 0,1 g φαινολοφθαλεΐνης σε αιθανόλη / απιοντισμένο νερό (1:1) για την παρασκευή διαλύματος τελικού όγκου 200 mL.

Διαλύματα αλάτων

Υδατικό διάλυμα $AgNO_3$ 0,1 M: Διάλυση 4,25 g $AgNO_3$(s) σε νερό για την παρασκευή υδατικού διαλύματος τελικού όγκου 250 mL. Φυλάσσεται σε σκουρόχρωμο δοχείο.

Υδατικό διάλυμα $BaCl_2$ 0,1 M: Διάλυση 5,21 g άνυδρου $BaCl_2$(s) σε νερό για την παρασκευή υδατικού διαλύματος τελικού όγκου 250 mL.

Υδατικό διάλυμα $CaCl_2$ 0,1 M: Διάλυση 2,78 g άνυδρου $CaCl_2$(s) σε νερό για την παρασκευή υδατικού διαλύματος τελικού όγκου 250 mL.

Υδατικό διάλυμα $CuSO_4$ 0,5 M: Διάλυση 31,25 g ένυδρου $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$ σε νερό για την παρασκευή υδατικού διαλύματος τελικού όγκου250 mL.

Υδατικό διάλυμα NaCl 0,1M: Διάλυση 1,45 g NaCl (s) σε νερό για την παρασκευή υδατικού διαλύματος τελικού όγκου 250 mL.

Υδατικό διάλυμα Na_2CO_3 0,1 M: Διάλυση 2,65 g άνυδρου Na_2CO_3(s) σε νερό για την παρασκευή υδατικού διαλύματος τελικού όγκου 250 mL.

Υδατικό διάλυμα $NaHCO_3$ 0,1M: Διάλυση 0,42 g άνυδρου $NaHCO_3$ σε νερό για την παρασκευή υδατικού διαλύματος τελικού όγκου 250 mL.

Υδατικό διάλυμα $Zn(NO_3)_2$ 0,1 M: Διάλυση 6,08 g ένυδρου $Zn(NO_3)_2 \cdot 3\ H_2O$ (s) σε νερό για την παρασκευή υδατικού διαλύματος τελικού όγκου250 mL.

Παράρτημα Δ

Πίνακας των κατά προσέγγιση Σχετικών Ατομικών Μαζών των συνηθέστερα χρησιμοποιούμενων χημικών στοιχείων

Όνομα Χημικού Στοιχείου	**Σύμβολο Χημικού Στοιχείου**	**Σχετική ατομική μάζα (A_r)**	**Όνομα Χημικού Στοιχείου**	**Σύμβολο Χημικού Στοιχείου**	**Σχετική ατομική μάζα (A_r)**
Άζωτο	N	14	Νάτριο	Na	23
Άνθρακας	C	12	Νικέλιο	Ni	59
Αργίλιο	Al	27	Οξυγόνο	O	16
Άργυρος	Ag	108	Πυρίτιο	Si	28
Ασβέστιο	Ca	40	Σίδηρος	Fe	56
Βάριο	Ba	137	Υδράργυρος	Hg	201
Βρώμιο	Br	80	Υδρογόνο	H	1
Θείο	S	32	Φθόριο	F	19
Ιώδιο	I	127	Φωσφόρος	P	31
Κάλιο	K	39	Χαλκός	Cu	63,5
Κασσίτερος	Sn	119	Χλώριο	Cl	35,5
Μαγγάνιο	Mn	55	Χρώμιο	Cr	52
Μαγνήσιο	Mg	24	Ψευδάργυρος	Zn	65
Μόλυβδος	Pb	207			