

ΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΖΩΗ. ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΠΡΑΣΙΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ: ΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΑ ΓΑΝΤΙΑ. ΠΟΣΟ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΑ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΝ ΤΑ ΧΕΡΙΑ ΜΑΣ

Α.Ι. Μαρούλης, Κ. Χατζηαντωνίου-Μαρούλη, Ε. Γαλαρινιώτου, Κ. Σπάγου
Τμήμα Χημείας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 54124

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρατήρηση και το πείραμα αποτελούν αναπόσπαστα στοιχεία της διδασκαλίας της Χημείας. Η ανάγκη για υγιεινή και ασφάλεια στους χώρους εργασίας είναι πρωταρχικής σημασίας για οποιοδήποτε εργαστήριο, καθώς ποικίλοι κίνδυνοι που σχετίζονται με την ασφάλεια των εργαζομένων και απειλούν την σωματική ακεραιότητά τους, εγκυμονούν κάθε στιγμή. Η εξάλειψη των κινδύνων είναι πρακτικά αδύνατη. Στη δεοντολογία όμως της πρόληψης ατυχημάτων ο καλύτερος τρόπος εξασφάλισης συνθηκών υγείας και ασφαλείας είναι ο μελετημένος σχεδιασμός και η μεθοδική πρόνοια, παρά η εκ των υστέρων αντιμετώπισή τους. Προκειμένου να αποτραπεί η έκθεση στις επιβλαβείς χημικές ουσίες, χρησιμοποιούμε τα εργαστηριακά γάντια. Ένα κατάλληλο προστατευτικό εργαστηριακό γάντι πρέπει να εμποδίζει τη χρησιμοποιούμενη ουσία, να έρθει σε επαφή με το δέρμα. Λανθασμένη επιλογή εργαστηριακών γαντιών κατά τη διεξαγωγή πειραμάτων με τοξικές ουσίες μπορεί να αποβεί μοιραία, όπως αποδεικνύεται από τον τραγικό θάνατο της Karen Wetterhahn (Dartmouth College, ΗΠΑ, 1996). Πρέπει να επισημανθεί ότι κανένα γάντι δεν παρέχει προστασία από όλες τις χημικές ουσίες. Ακατάλληλη επιλογή γαντιών μπορεί να οδηγήσει στην έκθεση των εργαζομένων σε χημικά αντιδραστήρια.

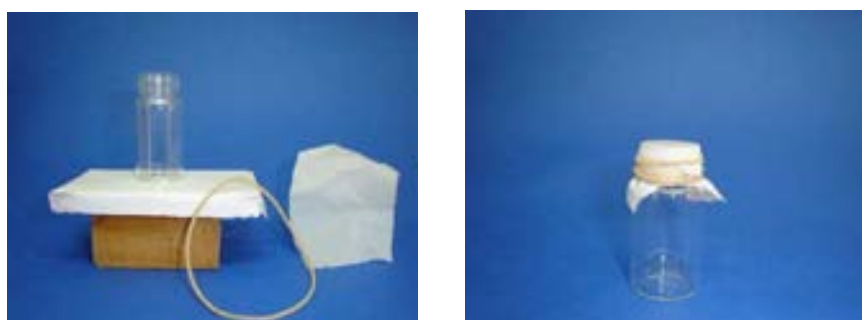
Τα πιο δημοφιλή εργαστηριακά γάντια είναι τα γάντια **latex** (φυσικό καουτσούκ) και **νιτριλίου**, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε πειράματα ρουτίνας. Στην αγορά υπάρχει μεγάλη ποικιλία γαντιών τα οποία είναι κατασκευασμένα από φυσικά ή και συνθετικά υλικά, όπως το φυσικό καουτσούκ (2-μεθυλο-1,3 βουταδιένιο, γνωστό ως ισοπρένιο), το νεοπρένιο (πολυχλωροπρένιο), το βουτύλιο, το πολυβινυλο χλωρίδιο (PVC), η πολυβινυλική αλκοόλη (PVA), το νιτρίλιο (συμπολυμερές του ακρυλονιτριλίου και του 1,4-βουταδιενίου, 1:2), καθώς

επίσης και ποικίλα μίγματα των παραπάνω μονομερών. Κάθε κατηγορία έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία πρέπει να λαμβάνονται προσεκτικά υπόψη πριν από κάθε χρήση.

Τα πειράματα που σχεδιάσαμε και εκτελέσαμε για να δείξουμε πόσο απαραίτητη είναι η πρόληψη και η σωστή επιλογή των κατάλληλων μέσων προστασίας του δέρματος καταδεικνύουν ότι κανένα εργαστηριακό γάντι δεν αποτελεί πανάκεια, αλλά είναι απαραίτητη η προσεκτική επιλογή τους όταν πρόκειται να εργαστούμε με χημικές ενώσεις. Συγκεκριμένα εξετάσαμε πόσο αποτελεσματικά μας προστατεύουν εργαστηριακά γάντια τύπου **latex**, **PVC** και **νιτριλίου** έναντι μιας κατηγορίας χημικών ενώσεων, που χρησιμοποιούνται κατά κόρον στο χημικό εργαστήριο. Οι χημικές ενώσεις που διαπερνούν τα γάντια ανιχνεύονται μέσω γνωστών χημικών αντιδράσεων ταυτοποίησης είτε μέσω τεχνικών ανίχνευσης που χρησιμοποιούνται στη χημεία.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Η πειραματική διάταξη που χρησιμοποιείται στα πειράματα αποτελείται από ένα μικρό γυάλινο μπουκαλάκι, ένα λαστιχάκι συσκευασίας, ένα γύψινο ορθογώνιο πλακίδιο και φυσικά ένα κομμάτι από το γάντι το οποίο εξετάζεται κάθε φορά. Η χημική ένωση της οποίας εξετάζεται η διαπερατότητα στις συγκεκριμένες κατηγορίες γαντιών, εισάγεται στο μπουκαλάκι και έπειτα αυτό κλείνεται με το λάστιχο όπως φαίνεται στις παρακάτω φωτογραφίες (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Πειραματική διάταξη

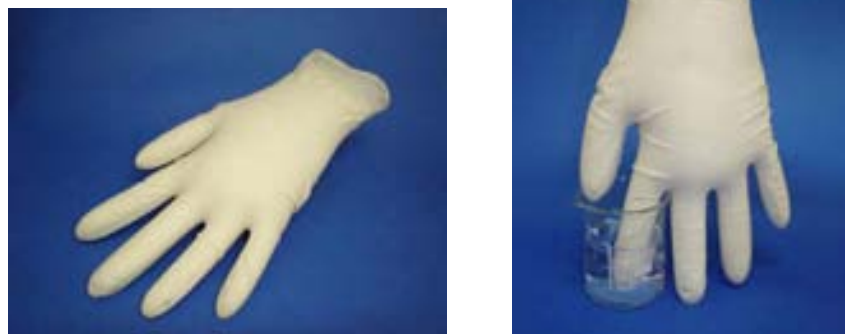
Επάνω στο γύψο δημιουργούμε δυο όμοιες κηλίδες ρίχνοντας τα αντιδραστήρια ταυτοποίησης (Εικόνα 2). Στη συνέχεια αναποδογυρίζουμε το μπουκαλάκι που περιέχει τη χημική ένωση επάνω στο γύψο τοποθετώντας το στη μια κηλίδα. Η

δεύτερη κηλίδα χρησιμεύει ως κηλίδα αναφοράς, για να μας βοηθήσει να δούμε την αλλαγή που υφίσταται η άλλη, γεγονός που δηλώνει ότι η χημική ουσία διαπερνά το γάντι.



Εικόνα.2: Πειραματική διάταξη

Στην περίπτωση που επιθυμούμε το πείραμα να γίνει πιο εντυπωσιακό αντικαθιστούμε το γύψινο πλακίδιο με γύψινο ομοίωμα ανθρώπινου χεριού. Επάνω στο ομοίωμα τοποθετούνται οι κηλίδες με τα αντιδραστήρια ταυτοποίησης και έπειτα εφαρμόζουμε το γάντι που εξετάζεται. Η χημική ένωση της οποίας μελετούμε τη διαπερατότητα τοποθετείται σε ένα ποτήρι ζέσεως στο οποίο εμβαπτίζεται το χέρι (Εικόνα 3).

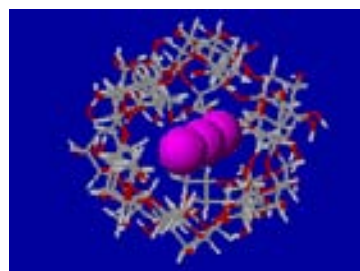
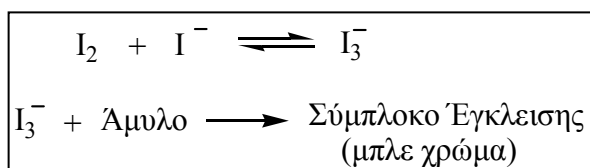


Εικόνα 3: Πειραματική διάταξη

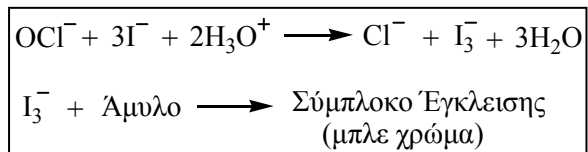
Επάνω στο γύψινο ομοίωμα χεριού πραγματοποιείται η αντίδραση ταυτοποίησης και σε περίπτωση που η χημική ένωση διαπερνά το γάντι παρατηρείται αλλαγή στο χρώμα της κηλίδας.

Μέθοδοι Ταυτοποίησης

- Η ταυτοποίηση της **ακετόνης** (CH_3COCH_3) επιτυγχάνεται με νιτροπρωσσικό νάτριο, $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}$. Όταν η ακετόνη διαπεράσει το γάντι και έρθει σε επαφή με το νιτροπρωσσικό νάτριο σε αλκαλικό περιβάλλον, η κηλίδα από κίτρινη χρωματίζεται κόκκινη.
- Η **κυκλοεξανόνη** ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}$) ανιχνεύεται χρησιμοποιώντας πλακίδιο TLC με την επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας. Η χρωματογραφία λεπτής στοιβάδας χρησιμοποιείται για την ποιοτική ανάλυση μη πτητικών ενώσεων όπως η κυκλοεξανόνη, εξαιτίας της συντομίας και της απλότητας της μεθόδου. Όταν η πλάκα εκτεθεί σε υπεριώδη ακτινοβολία (ακτινοβολία μήκους κύματος 200-400 nm), όλη η επιφάνεια της φωταυγάζει εκτός από τις περιοχές που αντιστοιχούν στις κηλίδες των υπό εξέταση ουσιών. Οι τελευταίες εμφανίζονται σκοτεινές καθώς απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία και έτσι αποσβένουν τοπικά τον φθορισμό.
- Το **1,3-διοξάνιο** ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$) ανιχνεύεται χρησιμοποιώντας γύψινο πλακίδιο, το οποίο έχει διαβραχεί με φλουοροσκεΐνη, με την επίδραση υπεριώδους ακτινοβολίας. Όταν η πλάκα εκτεθεί σε υπεριώδη ακτινοβολία, όλη η επιφάνεια της φωταυγάζει, εκτός από τις περιοχές που αντιστοιχούν στις κηλίδες των ουσιών, οι οποίες εμφανίζονται σκοτεινές.
- Το **Ιώδιο** (I_2) δεν είναι ευδιάλυτο στο νερό. Για να παρασκευασθεί διάλυμα ιωδίου το ιώδιο συνήθως διαλυτοποιείται σε μετρίως πυκνά διαλύματα ιωδιούχου καλίου. Σ' αυτό το μέσο το ιώδιο διαλυτοποιείται ως συνέπεια σχηματισμού τριατομικού σύμπλοκου ιόντος. Για την ταυτοποίηση του Ιωδίου χρησιμοποιούμε δείκτη αμύλου. Το τριατομικό σύμπλοκο ιόντος μαζί με το άμυλο σχηματίζουν ένα σύμπλοκο μπλε χρώματος που ονομάζεται σύμπλοκο Έγκλεισης.

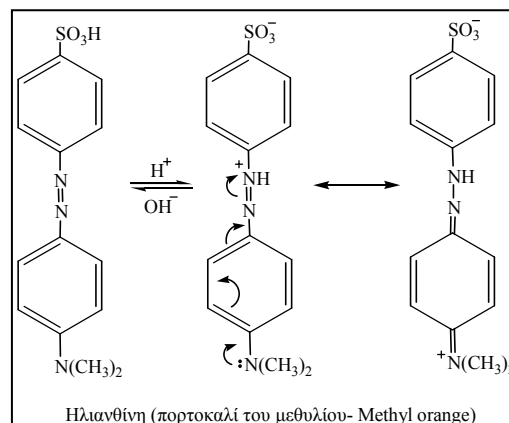


- Το **Υποχλωριώδες Νάτριο** (NaOCl) είναι το βασικό συστατικό των προϊόντων λεύκανσης και καθαρισμού (χλωρίνες, σκόνες). Τα ιόντα OCl⁻, που είναι το ενεργό συστατικό, ανάγονται ποσοτικά με περίσσεια I⁻ σε όξινο περιβάλλον και σχηματίζεται το τριατομικό σύμπλοκο I₃⁻. Για την ταυτοποίηση του υποχλωριώδους νατρίου στην περίπτωση που αυτό διαπερνά το υπό εξέταση εργαστηριακό γάντι χρησιμοποιούμε δείκτη αμύλου. Το άμυλο με το τριατομικό σύμπλοκο ιωδίου σχηματίζει σύμπλοκο έγκλεισης μπλε χρώματος.



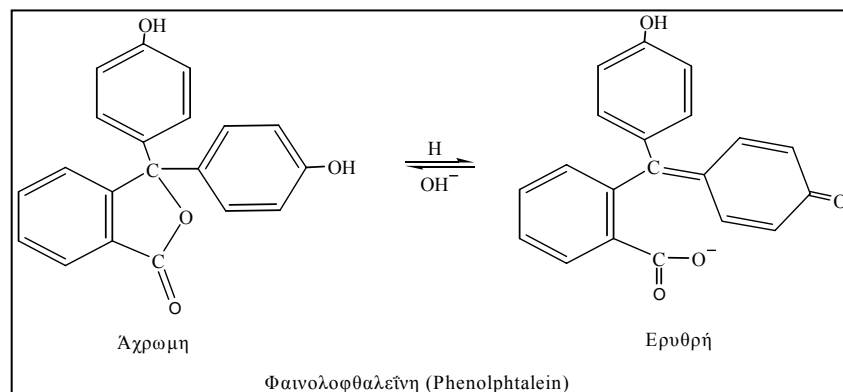
- **Οξέα- Βάσεις**

Για την ταυτοποίηση των οξέων και των βάσεων χρησιμοποιούμε δείκτες. Ένας δείκτης οξέος- βάσης είναι ένα ασθενές οργανικό οξύ ή μια ασθενής οργανική βάση, όπου το αδιάστατο μόριο τους παρουσιάζει διαφορετικό χρώμα από την συζυγή βάση ή το συζυγές οξύ αντίστοιχα που βρίσκεται σε ιονική μορφή. Επομένως, οι δείκτες ανάλογα με τη χημική τους σύσταση διακρίνονται σε ασθενή οξέα και ασθενείς βάσεις. Επίσης ανάλογα με τη μεταβολή του χρώματος σε δείκτες όπου παρουσιάζουν δύο διαφορετικά χρώματα και σε αυτούς του τύπου έγχρωμος – άχρωμος, δηλαδή η μια μορφή παρουσιάζει κάποιο χρώμα ενώ η άλλη μορφή είναι άχρωμη. Για την ταυτοποίηση των οξέων: **Οξικό οξύ** (CH₃COOH), **Θειικό οξύ** (H₂SO₄), **Υδροχλωρικό οξύ** (HCl) χρησιμοποιούμε δείκτη ηλιανθίνη του οποίου η περιοχή pH αλλαγής χρώματος είναι 3,1 - 4,0 και από κόκκινο γίνεται κίτρινο (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Δείκτης ηλιανθίνη

Για την ταυτοποίηση της βάσης υδροξειδίου του νατρίου χρησιμοποιούμε το δείκτη φαινολοφθαλεΐνη του οποίου η περιοχή pH αλλαγής χρώματος είναι 8,2– 10,0 και από άχρωμος γίνεται ερυθρός.



Εικόνα 5: Δείκτη φαινολοφθαλεΐνη

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα πειραματικά αποτελέσματα (διαπερατότητα ή μη διαπερατότητα της ουσίας) συγκεντρώνονται στον παρακάτω πίνακα.

Χημική Ένωση	Εργαστηριακά Γάντια		
	Natural Latex	PVC	Nitrile
CH ₃ COCH ₃	K	A	A
C ₆ H ₁₀ O	A	A	K
1,3-διοξάνιο	A	A	A
I ₂	A	A	K
NaOCl	K	K	K
CH ₃ COOH	K	K	K
H ₂ SO ₄	K	K	A
HCl	K	K	K
NaOH	K	K	K

A (ακατάλληλο): Δεν παρέχει επαρκή προστασία κατά τη χρήση της συγκεκριμένης χημικής ένωσης.

K (κατάλληλο): Παρέχει επαρκή προστασία κατά τη χρήση της συγκεκριμένης χημικής ένωσης

Εκπονήσαμε επίσης ένα πρότυπο εργαστηριακής αναφοράς, καθώς και μια σειρά προεργαστηριακών και μεταεργαστηριακών ερωτήσεων μαζί με τις απαντήσεις τους.

Κατά την επιλογή των εργαστηριακών γαντιών πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί και κάθε φορά είναι φρόνιμο να αξιολογούνται οι κίνδυνοι που σχετίζονται με τη χρησιμοποιούμενη χημική ουσία καθώς και οι συνθήκες χρησιμοποίησής της. Ακόμη και στο πιο ανθεκτικό γάντι μετά από επαναλαμβανόμενη χρήση θα υποβαθμιστούν οι ιδιότητες και η ανθεκτικότητά του.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Κανένα γάντι δεν αποτελεί πανάκεια προστασίας για όλες τις χημικές ενώσεις. Κάθε γάντι θα πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά πριν από τη χρήση του σε συγκεκριμένο πείραμα.

Με κατάλληλο σχεδιασμό των πειραμάτων, επιδιώξαμε τη διεξαγωγή τους με ασφάλεια, ευκολία, χωρίς να είναι αναγκαία η χρήση ακριβών σκευών και αντιδραστηρίων, αλλά ταυτόχρονα με θεαματικότητα ώστε να διασφαλίζεται ο ενθουσιασμός και το ενδιαφέρον των μαθητών/φοιτητών. Τα τεστ διαπερατότητας με κατάλληλες αντιδράσεις ταυτοποίησης είναι απλά πειράματα και μπορούν εύκολα να εκτελεστούν σε κάποιο σχολικό εργαστήριο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Pasto, Daniel J., Johnson, Carl R.: Laboratory text for organic chemistry: a source book of chemical and physical techniques, Prentice Hall, **1997**.
2. N. Steere, *Safety Manuals and Handbooks*, Journal of Chemical Education, 1969.
3. P.A. Carson and C.J. Munford: *Hazardous Chemicals Handbook*, Butterworth-Heinemann, **2002**
4. Mellstrom, G.A., Wahlberg, J.E., and Maibach, H.I. "Protective Gloves for Occupational Use" CRC Press, Boca Raton, Florida, 1994.
5. American Chemical Society, *Safety in Academic Chemistry Laboratories*, 2002.
6. Dartmouth Toxic Metals Research Program ,A Tribute to Karen Wetterhahn:
<http://www.dartmouth.edu/~toxmetal/HMKW.shtml>
7. Personal Protective Equipment: <http://www.safetyinfo.com/training/ppe-trg.html>