

## 5. ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ, ΥΓΙΕΙΝΗΣ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑΣ ΣΕ ΧΗΜΙΚΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ

Τα εργαστήρια που χρησιμοποιούν χημικές ουσίες, διαλύτες, πεπιεσμένα αέρια κλπ, παρουσιάζουν ορισμένες ιδιαιτερότητες σε ότι αφορά τα προβλήματα ασφάλειας, υγιεινής και υγείας. Η εφαρμογή κανόνων ασφάλειας και υγιεινής είναι απαραίτητη προϋπόθεση για να αποφευχθούν τα εργατικά ατυχήματα και οι συνθήκες εκείνες που μπορούν να δημιουργήσουν βλάβες, άμεσες ή έμμεσες, στην υγεία των εργαζομένων. Για τα μακροχρόνια προβλήματα υγείας των εργαζομένων σε χημικά εργαστήρια, βιοχημικά και άλλα ερευνητικά εργαστήρια υπάρχουν αρκετές επιδημιολογικές έρευνες.\* Ανασκόπηση των επιδημιολογικών ερευνών για τα προβλήματα υγείας εργαζομένων σε χημικά και βιοχημικά εργαστήρια περιλαμβάνεται στο παρόν εγχειρίδιο.



### 1. Υπευθυνότητα για την ασφάλεια των εργαστηρίων

Με τις νεότερες νομοθεσίες και κανονισμούς για υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων και στην χώρα μας, τα εργαστήρια των Πανεπιστημίων και ερευνητικών ιδρυμάτων πρέπει να εφαρμόσουν σειρά διατάξεων για την υγιεινή και ασφάλεια των εργαζομένων (ΥΑΕ). Για τον σκοπό αυτό πρέπει να εφαρμοσθεί η πρόσληψη τεχνικού ασφάλειας και γιατρού εργασίας που θα αναλάβουν να επιβλέπουν τα προβλήματα ΥΑΕ σε επίπεδο πανεπιστημίου. Οι επιστήμονες αυτοί

---

\* Dement JM, Cromer JR. Cancer and reproductive risks among chemists and laboratory workers: a review. *Appl Occup Environ Hyg*, 1992, 7: 120-126.

μπορούν να συντονίσουν τις δραστηριότητές τους σε επίπεδο ενημέρωσης και ελέγχου με τη βοήθεια μελών του διδακτικού και επιστημονικού προσωπικού. Μπορούν επίσης να εκπαιδεύσουν μεταπτυχιακούς φοιτητές σε βασικά προβλήματα ασφάλειας, κατάσβεσης πυρκαγιών και πρώτων βοηθειών. Συγχρόνως, κάθε εργαστήριο πρέπει να έχει τον υπεύθυνο ΥΑΕ (και ένας αναπληρωτή) για να χειρίζεται τα συγκεκριμένα προβλήματα ΥΑΕ των εργασιακών χώρων και να επιβλέπει την τήρηση των κανόνων. Όλοι όμως οι εργαζόμενοι είναι υποχρεωμένοι να τηρούν τους κανόνες ασφάλειας και σε τακτά χρονικά διαστήματα να ενημερώνονται και να συζητούν τα προβλήματα ΥΑΕ με τον υπεύθυνο.

Ο υπεύθυνος σε συνεργασία με τον τεχνικό ασφάλειας και γιατρό εργασίας ενημερώνουν και εκπαιδεύουν κατά διαστήματα τους εργαζόμενους σε κανόνες ΥΑΕ (ασφάλεια κατά τη χρήση χημικών ουσιών, μηχανημάτων ακτινοβολιών, απόρριψης τοξικών αποβλήτων κλπ).



## 2. Σήμανση των χώρων εργασίας

Όλοι οι εργασιακοί χώροι φέρουν την κατάλληλη σήμανση, τόσο για τις εργασιακές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα, όσο και για τα υλικά και τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται σε κάθε εργαστήριο. Πρέπει να γίνει σήμανση: των εξόδων κινδύνου, των αποθηκών, των



διαδρόμων και των διαφόρων εργαστηρίων όπου διεξάγονται αναλυτικές ή άλλες εργαστηριακές πρακτικές. Στην είσοδο του κτιρίου και σε ορισμένα καίρια σημεία πρέπει να υπάρχει σχεδιάγραμμα των εργαστηριακών εγκαταστάσεων και σαφείς ενδείξεις για τις εξόδους και την διαρρύθμιση των εργαστηρίων. Για την σήμανση των χώρων εργασίας και τους τύπους ετικετών που φέρουν οι διάφορες ουσίες βλέπε

### Παράρτημα 2.

## 3. Μέσα πυρόσβεσης και πυρανίχνευσης

Λόγω των υψηλών κινδύνων για πυρκαγιές από εύφλεκτα υλικά και τοξικές ουσίες στα χημικά εργαστήρια απαιτούνται να λαμβάνονται κατάλληλα και επαρκή μέτρα πυρανίχνευσης και πυρόσβεσης. Κάθε εργασιακός χώρος πρέπει να φέρει 2-3 πυροσβεστήρες, ανάλογα με το μέγεθος και το είδος της εργασίας. Οι πυροσβεστήρες αυτοί είναι συνήθως διοξειδίου του άνθρακα ( $\text{CO}_2$ ), οι οποίοι πρέπει να ελέγχονται μία φορά τον χρόνο (συνήθως με ζύγιση). Οι εργαζόμενοι πρέπει να γνωρίζουν την χρήση τους. Οι πυροσβεστήρες ξηράς κόνεως είναι κατάλληλοι για πυρκαγιές μεγάλης έκτασης, με τοξικές και εύφλεκτες ουσίες. Μετά από χρήση μιας φοράς πρέπει να αντικαθίστανται.

Οι εργασιακοί χώροι πρέπει να έχουν και σύστημα πυρόσβεσης με νερό, αλλά προσοχή όχι για τον χώρο των εργαστηρίων όπου υπάρχουν τοξικές ουσίες. Για τον λόγο αυτό οι διάδρομοι και οι εργασιακοί χώροι πρέπει να φέρουν τα κατάλληλα σήματα για το είδος των ουσιών που υπάρχουν και το είδος της πυρόσβεσης που μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Η κατάλληλη σήμανση πρέπει να γίνει με βάση τους κανονισμούς και σε συνεννόηση με την πυροσβεστική υπηρεσία. Οι βασικοί κανόνες είναι:

**Πίνακας 5.1. Κατηγορίες πυρκαγιών**

Κατηγορία	Καιόμενα είδη	Κατασβεστικό υλικό
A (A)	συνήθη καιόμενα υλικά	Νερό, αφρός, ξηράς κόνεως
B (B)	εύφλεκτα υγρά, υγρά καύσιμα (πετρελαιοειδή, διαλύτες κλπ)	Διοξείδιο του άνθρακα, ξηράς κόνεως
Γ (C)	ηλεκτρικές συσκευές	CO <sub>2</sub> , άκαυστα υγρά (τετραχλωράνθρακας), Halon, ξηράς κόνεως
Δ (D)	μέταλλα, εμπρηστικές βόμβες	ξηράς κόνεως, άμμος γραφίτη

\* HALON. 1301 (CBrF<sub>3</sub>) ,1211 ( CBrClF<sub>2</sub>) Τα υλικά αυτά πρόσβεσης, όπως και ο τετραχλωράνθρακας έχουν απαγορευθεί λόγω της δράσης τους στο στρατοσφαιρικό όζον.

Από την 1.1.94 έχει σταματήσει η παραγωγή τους. Ιδιαίτερα στα χημικά εργαστήρια όπου χρησιμοποιείται υγραέριο και εύφλεκτα υλικά, πρέπει να υπάρχει ένας καταιονηστήρας νερού και μία πυρίμαχη κουβέρτα για περίπτωση κατά την οποία εργαζόμενος αρπάξει φωτιά.

Η πυρανίχνευση των εργασιακών χώρων μπορεί να γίνει με ανιχνευτές καπνού ή ανιχνευτές θερμοκρασίας. Ανάλογα με το είδος των εργασιών χρησιμοποιείται ο ένας ή ο άλλος τύπος ή και οι δύο μαζί. Για τους εργαστηριακούς πάγκους όπου υπάρχουν συσκευές χρήσης υγραερίου πρέπει να υπάρχουν ειδικοί ανιχνευτές ατμών υγραερίου (πεπιεσμένο βουτάνιο-προπάνιο).

Σε περίπτωση πυρκαγιάς πρέπει να υπάρχουν σαφείς οδηγίες σε όλες τις πόρτες και να έχει γίνει ειδική εκπαίδευση του προσωπικού. Οι βάνες του υγραερίου πρέπει να κλείσουν αμέσως καθώς και η κεντρική παροχή, και το προσωπικό να κατευθυνθεί στις εξόδους. Μόνο τότε η πυροσβεστική υπηρεσία και οι υπεύθυνοι για τις περιπτώσεις εκτάκτων αναγκών μπορούν να εισέλθουν στους εργασιακούς χώρους για την κατάσβεση.

#### **4. Αποθήκες χημικών ουσιών και άλλων υλικών**

Η αποθήκη χημικών ουσιών, πεπιεσμένων αερίων και άλλων υλικών πρέπει να έχει σύστημα πυρανίχνευσης και αυτόματης κατάσβεσης σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Η αποθήκη πρέπει να είναι κατάλληλα κατασκευασμένη και τα εύφλεκτα υλικά (ιδιαίτερα διαλύτες) να είναι σε ξεχωριστή θέση. Οι λάμπες φωτισμού να είναι ασφαλείας (προστατευμένες για σπινθήρες). Οι πυροσβεστήρες είναι ξηράς κόνεως ή/και CO<sub>2</sub> ανάλογα με το είδος των ουσιών.

Πρέπει να υπάρχει υπεύθυνος αποθήκης.

Σε όλους τους χώρους απαγορεύεται το κάπνισμα και γυμνές φλόγες. Όλα τα υλικά της αποθήκης είναι κατάλληλα επισημασμένα και οι ετικέτες αντικαθίστανται μετά από ορισμένο διάστημα πριν φθαρούν τελείως.

Οι αποθήκες πεπιεσμένων ή άλλων αερίων είναι ξεχωριστές, σε εξωτερικό χώρο που είναι καλυμμένος, και οι οβίδες αερίων βρίσκονται σε όρθια θέση και στηρίζονται κατάλληλα με ιμάντες ασφαλείας. Φιάλες υγραερίου ή άλλων εύφλεκτων υλικών (πετρελαίου, βενζίνης κλπ) φυλάσσονται σε ξεχωριστή εξωτερική αποθήκη που έχει σύστημα πυρανίχνευσης, συναγερμού και εύκολης πρόσβασης από την πυροσβεστική υπηρεσία σε περίπτωση πυρκαγιάς.

Οι καρκινογόνες, μεταλλαξιγόνες και άλλες επικίνδυνες ουσίες διατηρούνται σε ξεχωριστά ράφια και είναι φέρουν κατάλληλη σήμανση.

Οξέα, βάσεις και διαβρωτικά υλικά τοποθετούνται σε κατάλληλα ράφια.

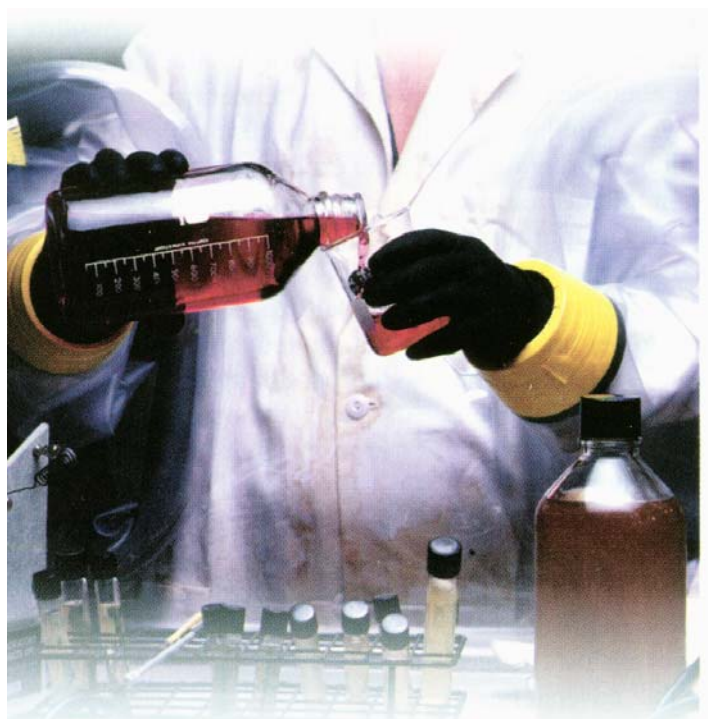
## **5. Μεταφορά και χρήση χημικών ουσιών στα εργαστήρια**

Η μεταφορά χημικών ουσιών από την αποθήκη προς τα εργαστήρια γίνεται με ασφαλείς τρόπους. Οι διαβρωτικές ουσίες μεταφέρονται σε ειδικά πλαστικά δοχεία. Οι εύφλεκτες ουσίες και διαλύτες μεταφέρονται σε μικρές ποσότητες και τίθενται σε μεταλλικά ντουλάπια. Οι καρκινογόνες και επικίνδυνες ουσίες τίθενται σε ειδικά ράφια. Οι οβίδες αερίων μεταφέρονται με ειδικά μεταφορικά μέσα και τοποθετούνται σε όρθια θέση, ασφαλισμένες με ζώνες ασφαλείας.

Στα εργαστήρια, οι χημικές ουσίες που είναι ευαίσθητες και έχουν χαμηλό σημείο ζέσης τοποθετούνται σε ψυγεία. Βασική αρχή είναι ότι δεν πρέπει να τοποθετείται μεγάλος αριθμός χημικών ουσιών και να ελέγχεται η καθαριότητα των ψυγείων. Παρασκευάσματα που χρειάζονται ψύξη πρέπει να φέρουν την κατάλληλη σήμανση, ημερομηνία παρασκευής, να είναι κλεισμένα σε σφαιρικές ή κωνικές φιάλες και να τοποθετούνται μέσα σε πλαστικό δοχείο. Μεγάλες ποσότητες χημικών

ουσιών που απαιτούν ψύξη φυλάσσονται σε ειδικούς καταψύκτες (-5 °C) και τοποθετούνται σε ειδικές θέσεις των εργαστηρίων.

Κατά την χρήση των χημικών ουσιών για πειράματα, αναλύσεις κλπ, οι εργαζόμενοι φορούν γυαλιά ασφάλειας και γάντια, ιδιαίτερα για διαβρωτικά υλικά. Οι ουσίες που ατμίζουν ή παράγουν ατμούς κατά τον βρασμό τοποθετούνται μέσα στους απαγωγούς και κάθε κατεργασία γίνεται σε απαγωγούς που ανανεώνουν τον αέρα τους. Οι εργαζόμενοι κατά την χρήση των χημικών ουσιών αποφεύγουν κάθε επαφή με αέρια, ατμούς, σκόνες κλπ, είτε με την χρήση απαγωγών, είτε με την χρήση ειδικών μασκών.



Σε περίπτωση εκτίναξης υγρών ή στερεών ουσιών στους οφθαλμούς απαιτείται αμέσως να πλυθούν με αρκετό νερό. Προς τον σκοπό αυτό κάθε εργαστήριο πρέπει να έχει συσκευή εκτόξευσης νερού για τον καλύτερο καθαρισμό των οφθαλμών. Η χρήση προστατευτικών γυαλιών είναι απαραίτητη προϋπόθεση για όλους τους εργαζόμενους σε χώρους εργαστηρίων όταν διεξάγονται χημικά πειράματα, βράσιμο ουσιών, σύνθεση οργανικών ενώσεων κλπ.

## 6. Μέτρα υγιεινής και ασφάλειας για τις χημικές ουσίες

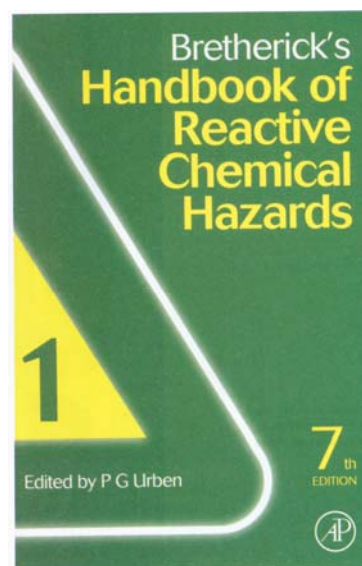
Οι χημικές ουσίες έχουν ταξινομηθεί με την Οδηγία 67/548/ΕΟΚ και με τις διάφορες τροποποιήσεις και βελτιώσεις (Π.Δ. 329/1983, ΦΕΚ 118/Α):

- Εκρηκτικές
- Οξειδωτικές
- Εξόχως εύφλεκτες
- Λίαν εύφλεκτες
- Εύφλεκτες
- Λίαν τοξικές
- Τοξικές
- Επιβλαβείς
- Διαβρωτικές
- Ερεθιστικές
- Επικίνδυνες για το περιβάλλον
- Καρκινογόνες
- Τερατογόνες (Τοξικές για την αναπαραγωγή)
- Μεταλλαξιγόνες

Ανάλογα με την ταξινόμηση αυτή φέρουν την κατάλληλη ετικέτα, πληροφορίες για τις χημικές και φυσικές ιδιότητες και ενημερωτικές φράσεις για την αποφυγή κινδύνων στην ασφάλεια και υγεία των εργαζομένων. Επίσης, με την νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) κάθε ετικέτα φέρει κωδικούς R και S αριθμούς για την προειδοποίηση των εργαζομένων ( βλ. **Παράρτημα 3**).

Οι καρκινογόνες και μεταλλαξιγόνες ουσίες (εμπορικές ουσίες με σημαντική χρήση στην βιομηχανία και τα εργαστήρια) ορίζονται από τις οδηγίες ΕΕ. Ένας πρόσφατος κατάλογος παρουσιάζεται στο **Παράρτημα 4**.

Πληροφορίες για τις βλαβερές ιδιότητες των χημικών ουσιών και την εκτίμηση κινδύνου (Risk Assessment) που παρουσιάζουν για τους εργαζόμενους μπορεί κανείς να βρει σε πολλές εκδόσεις (βλέπε παρακάτω).



Όπως είναι γνωστό οι περισσότερες χημικές ουσίες, για υψηλές και μακροχρόνιες εκθέσεις στο εργασιακό περιβάλλον, μπορούν να γίνουν αιτίες για εκζέματα, δερματικές ευαισθησίες, αναπνευστικά προβλήματα, αλλά και βλάβες στα διάφορα όργανα του ανθρώπινου σώματος και για μακροχρόνια έκθεση να προκαλέσουν επαγγελματικές ασθένειες.

Για τα όρια έκθεσης σε χημικές ουσίες στο εργασιακό περιβάλλον και την μεθοδολογία που ακολουθείται βλέπε την έκδοση: «Αθ. Βαλαβανίδης: Χημικοί Παράγοντες στο Εργασιακό Περιβάλλον: Προβλήματα Υγείας και Ασφάλειας των Εργαζομένων. Εκδ. Σύγχρονα Θέματα, Αθήνα, 1995».

### **Πηγές για τοξικές ουσίες στο διαδίκτυο (Internet)**

- Cancer Information Service (U.S. NCI): <http://cis.nci.nih.gov>
- Cancer Research Campaign (UK): <http://www.crc.org.uk>
- Introduction to Applied Toxicology (Self Study Course):  
<http://med.ed.ac.uk/HEW/tox>
- IPCS, International Chemical Safety Cards (UNEP):  
<http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart/html>
- Material Safety Data Sheets (Cornell University):  
<http://msds.dpc.gov/cornell.edu/issearch/msdssrch.html>
- NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards:  
<http://www.cdc.gov/niosh/npg/pgdstart.html>
- Vermont SORI MSDS Collection: <http://hazard.com/msds/index.html>
- MSDS: <http://www.chem.uky.edu/resources/msds.html>
- Sigma-Aldrich: <http://www.sigma.aldrich.com/saws.nsf/msdhelp>

### **Πληροφορίες για επικίνδυνες χημικές ουσίες**

- Sax NI, Lewis RJ. Dangerous Properties of Industrial Materials. 10<sup>th</sup> ed, Van Nostrand Reinhold, John Wiley & Sons, New York, 2000.
- Bretherick L. Handbook of Reactive Chemical Hazards: an Indexed Guide to Published Data. 4<sup>th</sup> ed, Butterworth, London, 1990.



- NIOSH. Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. NIOSH, Washington DC, 1995.
- Mahn WJ. Academic Laboratory Chemical Hazards Guidebook. Van Nostrand Reinhold, New York, 1991.
- Lenga RE, Votoupal KL. The Sigma-Aldrich Library of Regulatory and Safety Data. Sigma-Aldrich publ, Milwaukee, 1992.
- Commission of the European Communities, UNEP/ILO/WHO. International Chemical Safety Cards. Series 1-5, Luxemburg, 1992.
- Richardson ML, Gangollis S, eds. Dictionary of Substances and their effects (DOSE). Royal Society of Chemistry, London, vols 1-7, 1992-1995.
- CRC Handbook of Laboratory Safety, 4<sup>th</sup> ed. Keith Furr (ed), CRC Press, Boca Raton, FL, 1995.



## 7. Μέτρα Ασφάλειας κατά την εργασία με χημικές ουσίες

Για τα διάφορα πειράματα σε εργαστηριακό επίπεδο και αναλυτικές μεθόδους πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω κανόνες:

- **Απαγορεύεται το κάπνισμα και η χρήση φαγητού και ποτών** στα χημικά εργαστήρια: οι λόγοι είναι προφανείς και η τήρηση αυτού του κανόνα αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αποφυγή ατυχημάτων, δηλητηριάσεων και άλλων επικίνδυνων καταστάσεων (όπως πυρκαγιές από ξεχασμένο ή μισοσβησμένο τσιγάρο, ή ανάφλεξη ατμών).

➤ **Χρησιμοποίηση απαγωγών:** πειράματα οργανικής σύνθεσης, απόσταξης, εκχύλισης, καθαρισμού κλπ. Οι απαγωγοί προστατεύουν τους εργαζόμενους από ατυχήματα και εκτινάξεις ή διαρροές υγρών και ατμών και μειώνουν σημαντικά τις εκθέσεις σε τοξικές και επικίνδυνες ουσίες.

➤ **Γυαλιά ασφαλείας :** απαραίτητα για το μεγαλύτερο μέρος των πειραματικών μεθόδων και ιδιαίτερα για πειράματα όπου υπάρχει κίνδυνος εκρήξεων (συσκευές κενού), ανάμιξη δραστικών ουσιών, βίαιες αντιδράσεις, εκτίναξη υγρών κατά το βράσιμο κλπ. Τα γυαλιά μπορούν να προσδεθούν και να βρίσκονται μπροστά στον ερευνητή καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας του, οπότε να τα χρησιμοποιεί την κατάλληλη στιγμή.



➤ **Φόρμα εργασίας :** είναι απαραίτητη καθ' όλη την διάρκεια της εργασίας μέσα σε χημικά εργαστήρια.

➤ **Χρησιμοποίηση χημικών ουσιών :** πρέπει να γίνεται με την σωστή μέθοδο και το άνοιγμα των δοχείων, φιαλών κλπ να γίνεται με προσοχή. Ανάμιξη, βράσιμο, απόσταξη, ανάδευση, συμπύκνωση κλπ, είναι διεργασίες χημικών εργαστηρίων κατά τις οποίες πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας και πρέπει να γίνονται μέσα στον απαγωγό. Σε περίπτωση χρησιμοποίησης εξωτερικού εργαστηριακού πάγκου, πρέπει να υπάρχει προειδοποιητική ένδειξη για το είδος της εργασίας. Αποστάξεις με κενό πρέπει να γίνονται στον απαγωγό και τα γυάλινα όργανα να ελέγχονται για ρωγμές ή υπερθέρμανση. Η λήψη υγρών, ιδιαίτερα διαλυμάτων οξέων, με σιφόνια γίνεται με ελαστικά πουάρ (aspirator bulbs) και όχι με σιφωνισμό από το στόμα.

Η χρήση εύφλεκτων ουσιών γίνεται με προσοχή. Γυμνές φλόγες ή θερμαινόμενες πλάκες μπορούν να αποτελέσουν αιτία για ανάφλεξη. Μετά την διεξαγωγή των χημικών διεργασιών, συνήθως υπάρχει η διαδικασία της αποθήκευσης του παραγομένου προϊόντος ή δείγματος για την χημική ανάλυση. Η τοποθέτηση σε ειδικά φιαλίδια πρέπει να γίνεται με την κατάλληλη σήμανση και να

προσδιορίζεται ο βαθμός επικινδυνότητας (π.χ. πολύ τοξικό) ή εάν χρειάζεται ψύξη.

- **Έκπλυση υαλινών οργάνων, απόχυση υπολειμμάτων χημικών ουσιών:** διεργασίες κατά τις οποίες ο ερευνητής βρίσκεται εκτεθειμένος σε ατμούς και τα χέρια του έρχονται σε επαφή με χημικές ουσίες. Απαιτείται χρησιμοποίηση γαντιών για την προστασία των χεριών. Η απόχυση χημικών ουσιών πρέπει να γίνεται με ταυτόχρονη ανάμειξη με περίσσεια νερού. Χημικές ουσίες που είναι τοξικές ή πολυχλωριωμένες συγκεντρώνονται σε ειδικά δοχεία-φιάλες (βλ. τοξικά απόβλητα εργαστηρίων). Το πλύσιμο υαλινών οργάνων γίνεται με ζεστό νερό και απορροπαντικό, αλλά ο εργαζόμενος πρέπει να προστατεύει το δέρμα των χεριών του με γάντια, τόσο για μικρά κοψίματα από φθαρμένες επιφάνειες γυαλικών, όσο και από τις χημικές ουσίες που προκαλούν αλλεργίες.



## 8. Μέτρα ασφάλειας με τα γυάλινα όργανα και τις διάφορες συσκευές

Οι εργαζόμενοι στα χημικά εργαστήρια πρέπει να προσέχουν για την ασφάλειά τους στις παρακάτω διεργασίες :

- **Τα υάλινα όργανα** μπορούν να σπάσουν κατά την πορεία χημικού πειράματος ή κάτω από πίεση (π.χ. κατά την σύνδεση με πλαστικούς ή ελαστικούς σωλήνες) και να θρυμματισθούν σε μικρά κομμάτια γυαλιού. Οι συνδέσεις με εσφυρισμένα όργανα μετά από πολύ καιρό "κολλούν" και δεν ανοίγουν. Ελαφρά θέρμανση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποκόλληση με προσοχή στις θερμές επιφάνειες.
- **Οι εκχυλίσσεις** πρέπει να γίνονται σε διαχωριστικές χοάνες με προσοχή διότι κατά την ανατάραξη των δύο φάσεων αναπτύσσονται υπερπιέσεις και ατμοί.

- Κατά τις **αποστάξεις** πρέπει οι συνδέσεις να γίνονται με σωστό τρόπο, η ροή του νερού ψύξης στους ψυκτήρες να ελέγχεται για πιθανές διαρροές, καθώς και η θερμοκρασία βρασμού.



- **Αποστάξεις υπό ελαττωμένη πίεση** : πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα να τηρούνται οι κανόνες ασφαλείας και οι φιάλες να καλύπτονται με πλαστικό δίχτυ για την περίπτωση θραύσης των υάλινων οργάνων. Παρόμοια και οι συμπυκνώσεις υπό ελαττωμένη πίεση (rotavapor) πρέπει να γίνονται με συσκευές που είναι στα ευαίσθητα σημεία τους περιβεβλημένα με προστατευτικό πλαστικό δίχτυ.
- **Τα πεπιεσμένα αέρια** και διάφορα υγροποιημένα αέρια που χρησιμοποιούνται και βρίσκονται σε φιάλες αερίων, πρέπει να φέρουν τις κατάλληλες βαλβίδες και συνδέσμους για την ρύθμιση ροής του αερίου. Ο μανοεκτονωτής ή μειωτήρας πίεσης φέρει δύο μανόμετρα, υψηλής πίεσης (πίεση στην οβίδα) και χαμηλής πίεσης (πίεση στην έξοδο του αερίου). Οι φιάλες στηρίζονται όρθιες, συνήθως σε γωνίες και στερεώνονται με ζώνες ασφαλείας. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται λίπος ή έλαιο στις βαλβίδες και συνδέσμους. Για τυχόν διαρροές, οι δοκιμές γίνονται με σαπουνόνερο όταν οι στρόφιγγες του αερίου είναι κλειστές. Οι φιάλες αερίων φέρουν συγκεκριμένο χρώμα για τα διάφορα αέρια. Μετά το τέλος της

εργασίας και εφόσον η φιάλη αερίου είναι άδεια μεταφέρεται στην αποθήκη. Άδειες φιάλες αερίων δεν επιτρέπεται να συσσωρεύονται στα εργαστήρια.



- **Όργανα που φέρουν λάμπες υπεριώδους φωτός** ή πηγές φωτισμού υψηλής έντασης πρέπει να επισημαίνονται κατάλληλα και να λαμβάνονται μέτρα για ειδικά προστατευτικά γυαλιά κατά την χρήση τους. Ιδιαίτερα λάμπες υδραργύρου που εκπέμπουν υπεριώδες προς διάφορες κατευθύνσεις πρέπει να περιορίζονται σε συγκεκριμένους χώρους εργασίας και να προστατεύονται τα μάτια με ειδικά γυαλιά.
- **Υγρό άζωτο, παγίδες υγρού αζώτου ή ξηρού πάγου** : Η χρήση παγίδων κατά την απόσταξη ή κατά την ψύξη υγρών και ευαίσθητων ουσιών, πρέπει να γίνεται με προσοχή. Οι εργαζόμενοι πρέπει να χρησιμοποιούν γάντια για την περίπτωση που υγρό άζωτο πέσει στο δέρμα τους. Προσοχή για την υγραποίηση οξυγόνου της ατμόσφαιρας σε παγίδες αζώτου. Οι παγίδες πλένονται και τοποθετούνται σε ξεχωριστό χώρο του εργαστηρίου.
- **Ξηραντήρες και ξηραντήρες κενού**: πρέπει να δίνεται προσοχή στο ασφαλές κλείσιμο και άνοιγμα του καλύμματος, τα ξηραντικά υλικά και κατά την διάρκεια της εφαρμογής κενού με αντλία κενού. Κατά την διάρκεια της άντλησης αέρα πρέπει να περιβάλλονται με περίβλημα ασφάλειας.
- **Διηθήσεις υπό κενό, στήλες διαχωρισμού, στήλες χρωματογραφίας**: Πρέπει να δίνεται προσοχή στην καλή εφαρμογή των συσκευών και στην χρήση διαλυτών, υγρών έκλυσης, έκλουσης κλπ. Οι διαλύτες πρέπει να απάγονται για περιορισμό

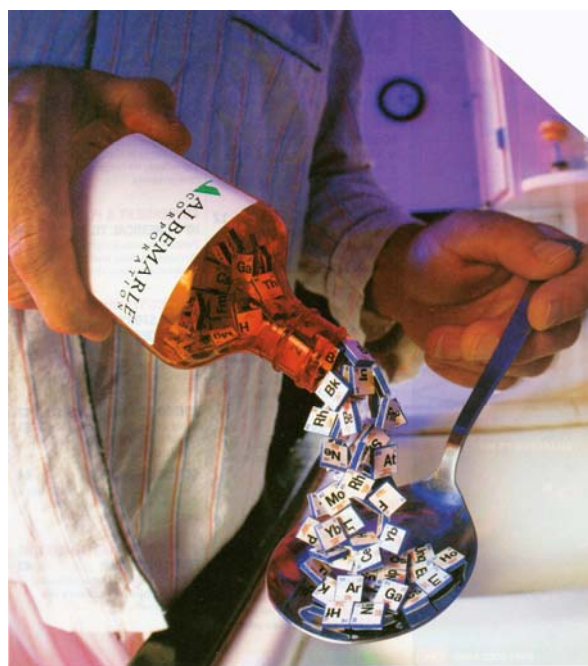
της έκθεσης των εργαζομένων. Τα υλικά και υπολείμματα διαλυτών μετά την χρήση πρέπει να ακολουθούν τους κανόνες συλλογής για τα στερεά και υγρά απόβλητα εργαστηρίων.



## 9. Καρκινογόνες, μεταλλαξιγόνες ουσίες και ουσίες που μπορούν να επιδράσουν στην αναπαραγωγή

Τα χημικά και ερευνητικά εργαστήρια χρησιμοποιούν μεγάλο αριθμό ουσιών που έχουν καρκινογόνο ή μεταλλαξιγόνο δράση. Παρόλα αυτά οι ποσότητες και οι συνθήκες κάτω από τις οποίες χρησιμοποιούνται δεν πρέπει να αποτελούν σημαντικό κίνδυνο για τους εργαζόμενους.

Κατά την χρήση χημικών ουσιών πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα ώστε η έκθεση των εργαζομένων να μειωθεί στο ελάχιστο δυνατόν. Τα φιαλίδια ή μπουκάλια με τις καρκινογόνες ουσίες φέρουν το διακριτικό γνώρισμα R



45, R46, R49. Επίσης, για τους κανόνες ασφάλειας μπορεί να φέρουν τις ενδείξεις S 29 (μην ρίχνετε τα υπολείμματα στην αποχέτευση) και άλλες απαγορεύσεις που θα προστατεύσουν τον εργαζόμενο. Οι ουσίες αυτές φυλάσσονται σε ξεχωριστό χώρο των εργαστηρίων.

Για τις καρκινογόνες και μεταλλαξιγόνες ουσίες υπάρχουν διάφοροι κανόνες υγείας και ασφάλειας, αλλά γενικά θεωρείται ότι πρέπει να χρησιμοποιούνται στον απαγωγό και με κάθε προφύλαξη. Μετά την χρήση πλύνετε καλά τα χέρια σας.

Σε περίπτωση που στερεά ή υγρή ουσία έχει χυθεί σε εργαστηριακή επιφάνεια, γίνεται προσεκτική συλλογή και πλύσιμο με συνήθη απορρυπαντικά. Τα διηθητικά χαρτιά ή άλλα μέσα καθαρισμού που χρησιμοποιούνται πρέπει να συλλεγούν από το προσωπικό του εργαστηρίου και να τοποθετηθούν σε πλαστικό δοχείο. Σε περίπτωση διασκορπισμού σκόνης, μετά τον υγρό καθαρισμό, μπορεί να γίνει ο καθαρισμός με ηλεκτρική σκούπα.

Υπάρχουν ορισμένες μέθοδοι καταστροφής καρκινογόνων ουσιών που χρησιμοποιούν ισχυρά οξειδωτικά αντιδραστήρια, όπως μίγμα υπερμαγγανικού καλίου ( $KMnO_4$ ) με θειικό οξύ, υποχλωριώδες νάτριο ( $NaOCl$ ), ισχυρές βάσεις (όπως καυστικό νάτριο, αμμωνία κλπ). Ανάλογα με το είδος της καρκινογόνου ουσίας χρησιμοποιείται το κατάλληλο αντιδραστήριο. Ορισμένες ουσίες απαιτούν καταλυτική καύση σε υψηλές θερμοκρασίες.

Χρήσιμες οδηγίες για την χρήση και διαχείριση των αποβλήτων καρκινογόνων και μεταλλαξιγόνων ουσιών βρίσκονται στην έκδοση: 'Castegnaro M, Sansone EB. Chemical Carcinogens: Some Guidelines for Handling and Disposal in the Laboratory. Springer-Verlag, Berlin, 1986.'

Αρκετοί χλωριωμένοι διαλύτες, όπως το χλωροφόρμιο, ο τετραχλωράνθρακας, το βενζόλιο κλπ, που χρησιμοποιούνται στα χημικά εργαστήρια, έχουν αποδειχθεί ότι έχουν καρκινογόνο δράση. Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει προσπάθεια αντικατάστασης των διαλυτών αυτών με άλλους που δεν παρουσιάζουν καρκινογόνο δράση και δεν έχουν χαμηλό σημείο ζέσης.

Οι καρκινογόνες και μεταλλαξιγόνες ουσίες έχουν μελετηθεί με πολυάριθμες μελέτες και οι κυριότερες από αυτές έχουν ταξινομηθεί με αυστηρά κριτήρια από την διεθνή οργάνωση International Agency for Research on Cancer (Lyon), της World Health Organization (WHO). Η ταξινόμηση έχει γίνει σε 4 ομάδες. Στην πρώτη

ομάδα είναι οι ουσίες, επαγγέλματα, βιομηχανικές συνθήκες και παράγοντες που είναι αποδεδειγμένα καρκινογόνες στον άνθρωπο. Στις ομάδες 2A και 2B είναι οι ουσίες κλπ, για τις οποίες υπάρχουν ενδείξεις καρκινογόνου δράσης σε πειραματόζωα, ενώ στην ομάδα 3 οι ενδείξεις είναι περιορισμένες και δεν είναι δυνατόν να γίνει ταξινόμηση με τα κριτήρια που έχουν τεθεί. Ο κατάλογος είναι μακροσκελής και μπορεί να τον συμβουλευθεί κανείς από τις εκδόσεις της IARC. Στο **Παράρτημα 4** υπάρχει κατάλογος καρκινογόνων και μεταλλαξιγόνων ουσιών όπως έχουν ταξινομηθεί από την ΕΕ, η οποία ακολουθεί τους ίδιους κανόνες της IARC.

#### 10. Χημικές ουσίες που επιδρούν στην αναπαραγωγή

Οι χημικές ουσίες που έχουν ενοχοποιηθεί ότι δρουν στο αναπαραγωγικό σύστημα γυναικών και ανδρών και μπορούν επίσης να επιφέρουν βλάβες στο έμβρυο είναι :

- ✚ Βενζόλιο, Τολουόλιο, Ξυλόλια (διμεθυλοβενζόλια)
- ✚ Ανιλίνη, Νιτροβενζόλιο, Φαινόλη, Επιχλωροδρίνη, Διβρωμοαιθυλένιο,
- ✚ Βινυλοχλωρίδιο, Στυρόλιο, Καπρολακτάμη, Ακρυλονιτρίλιο
- ✚ Φορμαλδεΐδη, Διμεθυλοφορμαμίδιο (DMF), Διβρωμοπροπάνιο,
- ✚ Διμεθυλοσουλφοξείδιο (DMSO), N,N-Διμεθυλοακεταμίδιο
- ✚ Πολυχλωριωμένα και πολυβρωμιωμένα διφαινύλια (PCBs),
- ✚ Υδροθείο, Διθειάνθρακας, Μονοξειδίο του άνθρακα, Αιθυλενοξειδίο
- ✚ Μόλυβδος (ανόργανες ενώσεις του), Κάδμιο, Υδράργυρος
- ✚ Χλωριωμένα φυτοφάρμακα
- ✚ Ακτίνες-Χ, ιοντίζουσες ακτινοβολίες, ραδιενεργά στοιχεία

Υπάρχουν πολλές επιδημιολογικές και άλλες μελέτες που επιβεβαιώνουν τον βαθμό επικινδυνότητας διαφόρων ουσιών στο αναπαραγωγικό σύστημα. Ωστόσο, παραμένουν σημαντικά κενά στην τεκμηρίωση των βλαβερών επιδράσεων και τις συγκεντρώσεις των τοξικών ουσιών στο εργασιακό περιβάλλον.

(ενδιαφέρον άρθρο : Shane BS. Human reproductive hazards. Evaluation and chemical etiology. Environ Sci Technol 23 : 1187-1195, 1989.)



## 11. Στερεά και υγρά απόβλητα των χημικών εργαστηρίων

Το πρόβλημα των στερεών και υγρών αποβλήτων εργαστηρίων σε χημικά, βιολογικά, μικροβιολογικά κλπ ερευνητικά εργαστήρια στην χώρα μας δεν έχει λυθεί. Παρόλα αυτά η νομοθεσία και η εναρμόνιση με τις Οδηγίες της ΕΕ



για τα τοξικά απόβλητα επιβάλλουν να γίνονται μερικώς ορισμένες συγκεντρώσεις χλωριωμένων, και βαρέων μετάλλων για να προστατευθεί το υδάτινο και χερσαίο περιβάλλον. Βλέπε το **Παράρτημα 5** για τις τοξικές ουσίες και βαρέα μέταλλα που δεν πρέπει να αποβάλλονται στο περιβάλλον.

**Βασικές αρχές για κατάλληλη διαχείριση των τοξικών αποβλήτων των εργαστηρίων είναι :**

- Το σύστημα αποχέτευσης πρέπει να είναι ξεχωριστό για τους νεροχύτες των εργαστηρίων ώστε να καταστεί δυνατή η παρακολούθηση των υγρών αποβλήτων.
- Οι χημικές ουσίες και οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται πρέπει να καταγράφονται σε ένα μεγάλο ποσοστό τους ώστε να καταστεί δυνατή η αποτίμηση των ποσοτήτων που εκπλένονται ως απόβλητα κατά έτος. Σημαντική βελτίωση μπορεί να σημειωθεί εφόσον γίνει μερική αντικατάσταση των πλέον επικίνδυνων διαλυτών ή άλλων ουσιών με λιγότερο τοξικές.
- Οι χλωριωμένοι διαλύτες και οι χλωριωμένες ενώσεις, λόγω της αργής βιοδιασπασιμότητας, δεν πρέπει να απορρίπτονται στους νεροχύτες, αλλά να συλλέγονται. Λόγω του προβλήματος που υπάρχει στην Ελλάδα για την διαχείριση των ουσιών αυτών, πρέπει τα εργαστήρια να συλλέγουν τα υγρά και να τα υποβάλλουν σε καθαρισμό με απόσταξη σε ειδικούς χώρους εκτός εργαστηριακών χώρων.
- Άλλες τοξικές ουσίες που αναφέρονται στους κανονισμούς και συνήθως είναι σε μικρές ποσότητες στα απόβλητα, μπορούν να κατεργασθούν με ισχυρές οξειδωτικές συνθήκες (εφόσον το επιτρέπουν οι προδιαγραφές) για να καταστούν ανενεργές ουσίες.

1. National Research Council. Prudent Practices for Disposal of Chemicals. National Research Council, Washington DC, 2nd ed, 1995.
  2. Kaufman JA. Waste Disposal in Academic Institutions. Lewis publ, Boca Raton, 1990.
  3. Manahan SE. Hazardous Waste Chemistry: Toxicology and Treatment. Lewis publ, Boca Raton, 1990.
  4. Armbruster DA. Hazardous waste disposal and the clinical Laboratory. Clin Lab Manage Rev, 1990, 4: 160-166.
- Υδατοδιαλυτές χημικές ουσίες, οξέα, αλκάλια, άλατα κλπ, μπορούν να αποβληθούν στο σύστημα αποχέτευσης και να εκπλυθούν με μεγάλη ποσότητα νερού.
  - Στερεά απόβλητα, διηθητικά χαρτιά, υπολείμματα ουσιών, άδεια πλαστικά και γυάλινα φιαλίδια και μπουκάλια χημικών ουσιών μπορούν να τοποθετηθούν σε πλαστικούς σάκους σκουπιδιών.
  - Βαρέα μέταλλα, όπως υδράργυρος, κάδμιο, χρώμιο κλπ, παρουσιάζουν πρόβλημα ρύπανσης του υδάτινου περιβάλλοντος και δεν πρέπει να απορρίπτονται μαζί με τα άλλα σκουπίδια.
  - Σπασμένα γυαλικά, σύριγγες και μυτερά αντικείμενα πρέπει να τοποθετούνται προσεκτικά σε κάδους και με πλαστική συσκευασία που θα είναι ασφαλής για τους εργαζόμενους καθαριότητα της δημοτικής αρχής.
  - Στην περίπτωση ραδιενεργών αποβλήτων. Αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για την Ελλάδα. Η απόρριψή τους πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του "Δημόκριτου" που αποτελεί την εθνική υπηρεσία υπεύθυνη για τα ραδιενεργά απόβλητα.
  - Απόβλητα με μολυσματικές ουσίες (μικρόβια, βακτήρια, αίμα, υπολείμματα πειραματόζωων κλπ). Πρέπει να διαχειρίζονται όπως τα νοσοκομειακά απόβλητα, δηλαδή, με καταλυτική αποτέφρωση σε ειδικούς κλιβάνους και υψηλές θερμοκρασίες. Οι κλιβανοί αυτοί έχουν υποστεί πρόσφατα οξεία κριτική από τις υπηρεσίες του ΥΠΕΧΩΔΕ για την ακατάλληλη λειτουργία τους. Ειδικά για την κάυση των νοσοκομειακών αποβλήτων και σκουπιδιών βλέπε: Α.Πανταζοπούλου, Αδ. Σκορδίλης. Τα Νοσοκομειακά Απορρίμματα. ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 1988.