



ΚΑΤΑΔΟΦΟΣ
ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΜΕΡΟΣ **III**



ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ



Εισαγωγή



**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Θεωρείται ότι κατά το σχεδιασμό των εργαστηρίων Φυσικών Επιστημών έχουν εκτιμηθεί εκ των προτέρων εκείνες οι ανάγκες ασφαλών συνθηκών εργασίας που σχετίζονται με παράγοντες του περιβάλλοντος, όπως είναι η ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα, το ανεκτό επίπεδο θορύβου, ο κατάλληλος φωτισμός κλπ.

Λόγω της φύσης της πειραματικής διδασκαλίας και της εμπλοκής των εκπαιδευτικών και μαθητών σε εργαστηριακές δραστηριότητες, πρέπει, επιπλέον, να εκτιμηθούν οι πολλαπλοί κίνδυνοι που εμφανίζονται κατά το χειρισμό οργάνων και συσκευών. Πηγές διαφόρων κινδύνων για την υγεία αποτελούν κατά κύριο λόγο το ηλεκτρικό ρεύμα, τα ηλεκτρομαγνητικά πεδία και οι ακτινοβολίες.

Επίσης, προβλήματα ασφάλειας προκύπτουν και στην προετοιμασία και εκτέλεση εργαστηριακών ασκήσεων στα μαθήματα Χημείας και Βιολογίας.

Κατά κανόνα, τα χαρακτηριστικά του ηλεκτρικού ρεύματος, η μορφή των ακτινοβολιών και το είδος των χημικών ουσιών και παρασκευασμάτων που συνήθως υπάρχουν σε ένα σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, ακολουθούν καθορισμένα όρια ασφαλείας.

Αν και παρέχονται από τους εργαστηριακούς οδηγούς αρκετές πληροφορίες σχετικές με τους κανόνες ασφαλείας, είναι πρακτικά αδύνατο να εξαντλούνται από αυτούς τους οδηγούς όλοι οι κανόνες και μάλιστα σε συνδυασμούς περιπτώσεων. Για να επιτευχθεί ένα ικανοποιητικό επίπεδο ασφαλείας, απαραίτητη προϋπόθεση είναι κατ' αρχήν, η επίγνωση των πηγών αυξημένης επικινδυνότητας, η γνώση των βλαβών που μπορεί να προκληθούν και η ενημέρωση για τα μέτρα πρόληψης που απαιτείται κάθε φορά να έχουν ληφθεί.



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
50 EAST LAKE STREET
CHICAGO, ILLINOIS 60607
TEL: 773-707-5000
WWW.CHICAGO.PRESS.EDU

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS
50 EAST LAKE STREET
CHICAGO, ILLINOIS 60607
TEL: 773-707-5000
WWW.CHICAGO.PRESS.EDU



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ
ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΜΕΡΟΣ **III**



ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

Φυσιολογία των κακώσεων





ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ

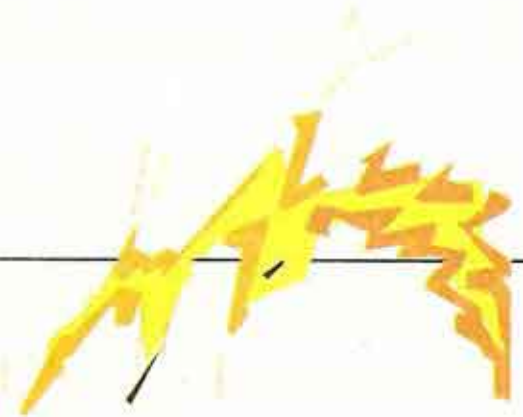


Οι μαθητές και οι εκπαιδευτικοί, κατά το χειρισμό οργάνων και συσκευών στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών αλλήλ και γενικότερα σε καθημερινές δραστηριότητες, χρησιμοποιούν ηλεκτρικό ρεύμα με τρόπο που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι δυνατό να προκαλέσει ατυχήματα.

Αν και επιτακτικά εφιστάται η προσοχή και είναι γνωστό σε όλους ποιες στοιχειώδεις προφυλάξεις πρέπει να λαμβάνονται, τα κρούσματα ηλεκτροπληξιών είναι πάρα πολλά. Σε αυτό συντελούν, εκτός των άλλων, η ποιότητα του χρησιμοποιούμενου υλικού αλλήλ και το ότι το ηλεκτρικό ρεύμα θεωρείται οικείο και αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής μας ζωής, γεγονός που οδηγεί σε παράβλεψη των κινδύνων που συνδέονται μ' αυτό. Είναι αναμφισβήτητο, όμως, πως ακόμη και οι μικρές τιμές τάσης μπορούν να αποδειχθούν επικίνδυνες.

Για την ευαισθητοποίηση σε θέματα ασφαλείας που προκύπτουν από τη χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, είναι σημαντική η γνώση της φυσιολογίας των ηλεκτρικών κακώσεων, των βιολογικών επιδράσεων της ηλεκτροπληξίας, καθώς και στοιχειώδη θέματα πρόληψης και αντιμετώπισής τους.

ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΚΑΚΩΣΕΩΝ (ELECTRIC INJURIES)



Σε περίπτωση ατυχήματος το ηλεκτρικό ρεύμα μπορεί να προκαλέσει στον ανθρώπινο οργανισμό κακώσεις, με κύρια χαρακτηριστικά την καταστροφή υποδόριων λειτουργικών ιστών και αγγείων, βλάβες στους νευρικούς και καρδιαγγειακούς ιστούς, πρόκληση νεφρικής ανεπάρκειας και καταστροφή και νέκρωση μυών. Οι βλάβες στην υγεία που οφείλονται στο ηλεκτρικό ρεύμα, μπορούν να προκληθούν με τους ακόλουθους μηχανισμούς:

1. Ηλεκτροπληξία (electric shock):

Το ηλεκτρικό φορτίο προκαλεί απορρύθμιση της ηλεκτρικής αγωγιμότητας και φυσιολογίας των κυττάρων της καρδιάς και του νευρικού συστήματος. Η ηλεκτροπληξία μπορεί να προκληθεί με επαφή ή από απόσταση.

2. Ηλεκτρικά εγκαύματα (electric burns):

Η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια λόγω της ηλεκτρικής αντίστασης των ιστών, σύμφωνα με το φαινόμενο Joule. Όταν το σώμα του ανθρώπου γίνεται αγωγός του ηλεκτρικού ρεύματος, η θερμική ενέργεια που παράγεται είναι ανάλογη με το τετράγωνο της έντασης του ρεύματος στους ιστούς, με την ηλεκτρική αντίσταση των ιστών και με τη χρονική διάρκεια της επαφής.

3. Νέκρωση ή δυσλειτουργία κυττάρων (tissue mortification - malfunction):

Τα ισχυρά ηλεκτρικά πεδία που οφείλονται σε υψηλές τάσεις, προκαλούν βλάβη σε δομικούς σχηματισμούς κυττάρων και τοπικά φαινόμενα ηλεκτρόλυσης.



Τα βιολογικά αποτελέσματα των παραπάνω ατυχημάτων εξαρτώνται από σειρά παραγόντων. Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη:

Τα φυσικά μεγέθη του ρεύματος:

- Τάση
- Ένταση
- Τύπος ρεύματος (συνεχές, εναλλασσόμενο, τριφασικό)
- Συχνότητα

Ο ανθρώπινος παράγοντας:

- Ιδιοσυστασία και ανατομία του κάθε ατόμου, ηλεκτρική αντίσταση ιστών
- Διαδρομή του ρεύματος στο σώμα

Οι συνθήκες του περιβάλλοντος:

- Υγρασία, γείωση, εύφλεκτα υλικά
- Η χρονική διάρκεια της επίδρασης

Ο καθένας από τους παραπάνω παράγοντες επιδρά ιδιαίτερα στη φυσιολογία των κακώσεων:

- Η συμβολή της τιμής της ηλεκτρικής τάσης (V) στην φυσιολογία των κακώσεων είναι σημαντική. Τάση μικρότερη των 6 V θεωρείται ακίνδυνη. Ελάχιστη εναλλασσόμενη τάση που μπορεί να προκαλέσει θερμικές κακώσεις είναι τα 45 V για στεγνό και 25 V για υγρό περιβάλλον, ενώ νεκρώσεις μυϊκών μαζών λόγω θερμότητας, παρατηρούνται σε τάση μεγαλύτερη από 500 V .

Οι κακώσεις από υψηλές τάσεις (μεγαλύτερες των 600 V, κατ' άλλους 1000 V), είναι σημαντικά σοβαρότερες και επεκτείνονται σε βάθος στους ιστούς.
Σε χαμηλές τάσεις, το ρεύμα ακολουθεί τη διαδρομή με τη μικρότερη ηλεκτρική αντίσταση, ενώ σε υψηλές τάσεις ακολουθεί τη συντομότερη διαδρομή.
- Η ηλεκτρική αντίσταση (R) των ιστών δεν είναι συγκεκριμένη αλλά διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος του ιστού, την ανατομική ιδιομορφία του κάθε ατόμου, την αγγείωση του δέρματος, την ύπαρξη υγρασίας, εφίδρωσης, ρύπων κλπ.
Η επιδερμίδα, όταν είναι στεγνή, έχει ιδιαίτερα υψηλή ωμική αντίσταση με τιμές 40 - 100 kΩ/cm, που σε πέληματα και παλιάμες φτάνει το 1 MΩ/cm .
Σε υγρό δέρμα η αντίσταση μπορεί να μειωθεί έως και τα 5 kΩ/cm, με αποτέλεσμα ακόμη και χαμηλή τάση να αποβεί μοιραία. Έτσι, εξηγούνται τα θανατηφόρα ατυχήματα με ρεύματα χαμηλής τάσης που συμβαίνουν σε υγρούς χώρους.
- Η τιμή της έντασης του ρεύματος (I) που διέρχεται από τους ιστούς, θεωρώντας το ανθρώπινο σώμα σαν ωμική αντίσταση και σύμφωνα με το νόμο του Ohm, είναι συνάρτηση της αντίστασης των ιστών και της τάσης που ενεργεί. Δεδομένη μπορεί να θεωρείται μόνον η τιμή της τάσης, ενώ η τιμή της ηλεκτρικής αντίστασης είναι δυνατό να διαφοροποιείται. Ακόμη και μικρής έντασης ρεύμα προκαλεί βλάβες.

Αναφέρεται ότι: "Τα Ampere σκοτώνουν και τα Volt καίνε"



Οι ακόλουθες φυσιολογικές επιδράσεις για διάφορες τιμές έντασης, αναφέρονται σε εναλλασσόμενο ρεύμα συχνότητας 50 Hz και για διάρκεια ηλεκτροπληξίας 1 δευτερόλεπτο:

	Περιοχή εντάσεων	Φυσιολογικές επιδράσεις
I	Κάτω των 25 mA	0,01 - 1 mA: Απλή αίσθηση, ελαφρή μυϊκή σύσπαση δακτύλων 1 - 5 mA: Κλόνισμός των νεύρων, πόνος, όριο ανοχής 5 - 15 mA: Μυϊκές συστολές, μόλις γίνεται δυνατή η απελευθέρωση από τον αγωγό 15 - 25 mA: Αδύνατη η απαγγίστρωση εξ ιδίων, όριο κινδύνου
II	25 - 60 mA	Σύσπαση αναπνευστικών μυών, καρδιακές ανωμαλίες, απώλεια των αισθήσεων, εγκαύματα γ' βαθμού
III	60 mA - 3 A	Καρδιακή παύση και κοιλιακή μαρμαρυγή
IV	>3 A	Παράλυση αναπνευστικού κέντρου και σπασμοί

■ **Ο τύπος και η συχνότητα του ρεύματος** επίσης επηρεάζουν το είδος των κακώσεων από ηλεκτροπληξία.

Το συνεχές ρεύμα προκαλεί μυϊκή σύσπαση που αυτόματα λύεται εξαιτίας μυϊκού καμάτου. Το εναλλασσόμενο ρεύμα σε σύγκριση με συνεχές ίσης τάσης και έντασης είναι πολύ πιο επικίνδυνο, γιατί προκαλεί διαταραχές του καρδιακού ρυθμού και παράλυση του αναπνευστικού κέντρου.

Συχνότητα 40 - 100 Hz προκαλεί κάμψη των δακτύλων, ενώ το θύμα αδυνατεί να αποδεσμευτεί από τον αγωγό και η επαφή με αυτόν παρατείνεται. Θεωρείται η πλέον επικίνδυνη περιοχή συχνοτήτων και οι επιδράσεις είναι βαρύτερες και εκτείνονται στα εσωτερικά όργανα.

Όσο αυξάνει η συχνότητα του ρεύματος, μειώνεται ο κίνδυνος καταστροφής οργάνων και καρδιακής παύσης. Ρεύμα υψηλής συχνότητας (>1 MHz) θεωρείται σχετικά ακίνδυνο, ακόμη και αν έχει υψηλή τιμή έντασης, γιατί διέρχεται επιδερμικά από την επιφάνεια του σώματος και δεν εισέρχεται σε βάθος στους ιστούς.

■ **Η χρονική διάρκεια** επίδρασης του ρεύματος καθορίζει τον αριθμό των ηλεκτρικών φορτίων που διοχετεύονται στον οργανισμό και το ποσό της θερμικής ενέργειας που αναπτύσσεται τοπικά.

Σε παρατεταμένη επαφή με ενεργό αγωγό, ακόμη και χαμηλής τάσης, παράγεται τοπικά θερμότητα, η οποία αποδυναμώνει την προστατευτική υφή του δέρματος.

Με τάση 50 V, σε 6 - 7 s εμφανίζονται στο δέρμα φουσολίδες. Σε υψηλή τάση, κλάσμα δευτερολέπτου αρκεί για να προκληθούν εκτεταμένες καταστροφές ιστών.

■ **Η διαδρομή του ρεύματος** μέσα από το σώμα διαδραματίζει επίσης σημαντικό ρόλο. Όταν η διαδρομή του ρεύματος ακολουθεί την πορεία από το ένα χέρι στο άλλο ή από το αριστερό χέρι προς τα κάτω άκρα που βρίσκονται σε επαφή με το έδαφος, τότε το ρεύμα διέρχεται από το θώρακα και μπορεί να προσβάλλει την καρδιά.

Όταν ένα σκυμμένο κεφάλι αγγίζει ηλεκτροφόρο αγωγό, το ρεύμα από το κεντρικό νευρικό σύστημα προσβάλλει τον εγκέφαλο ή το νωτιαίο μυελό και προκαλεί ηλεκτρικό σοκ. Είναι επόμενο ότι, όταν η διαδρομή του ρεύματος ακολουθεί την πορεία από το ένα κάτω άκρο στο άλλο, ο κίνδυνος ελαχιστοποιείται.

Οι παραπάνω περιπτώσεις αναφέρονται σε «**αληθή**» **ηλεκτρικά εγκαύματα** που συμβαίνουν, όταν το ανθρώπινο σώμα αποτελέσει άμεσα ή έμμεσα, τμήμα κυκλώματος.

Διακρίνονται επιπλέον **εγκαύματα «τόξου»** που συμβαίνουν όταν προκαλείται βραχυκύκλωμα ή εκκένωση μεταξύ ηλεκτροφόρων αγωγών και το άτομο βρίσκεται κοντά στον ηλεκτρικό σπινθήρα ή το τόξο της εκκένωσης. Σε αυτή την περίπτωση, προκαλείται στιγμιαία αύξηση της θερμοκρασίας (2000 - 20 000 °C) που δημιουργεί σημαντικά επιφανειακά εγκαύματα.



Αν και ο αέρας ή τα διάφορα αέρια σε κανονικές συνθήκες είναι μονωτές, η υψηλή τάση, η υγρασία και η υψηλή θερμοκρασία μπορούν να ιονίσουν το χώρο και να προκληθεί ηλεκτρική εκκένωση με τη μορφή λεπτών φωτεινών νημάτων μεταξύ του ηλεκτροφόρου αγωγού και του ανθρώπινου σώματος.

Σε ξερό περιβάλλον και πίεση μιας ατμόσφαιρας, απαιτούνται περίπου 10 - 20 kV, για να γεφυρωθεί απόσταση 1 - 3 cm .

Στις γραμμές μεταφοράς της ΔΕΗ θεωρείται ασφαλής η απόσταση 1,5 m από τους αγωγούς 150 kV και 4 m από τους αγωγούς 400 kV .

Το φαινόμενο της εκκένωσης τόξου συναντάται στο σχολικό εργαστήριο κατά τη χρήση των ηλεκτροστατικών γεννητριών (π.χ. μηχανή Wimshurst ή Van de Graaff), όπου μπορεί να αναπτυχθεί τάση αρκετών δεκάδων χιλιάδων volts. Το τόξο εκκένωσης δημιουργείται μεταξύ ακροδεκτών, αυτό όμως μπορεί να οδεύσει προς οποιονδήποτε αγωγό (π.χ. χέρι) πλησιάσει τους ακροδέκτες. Η ένταση βέβαια που μπορούν να δώσουν οι ηλεκτροστατικές γεννήτριες που χρησιμοποιούνται στα σχολεία, είναι μικρή, της τάξεως των λίγων μΑ και δεν προκαλεί βιολογικά αποτελέσματα.

Κατά την εκτίμηση των κινδύνων από ένα ηλεκτρικό ατύχημα δε θα πρέπει επίσης να παραβλεφθούν και τα έμμεσα εγκαύματα και κακώσεις που μπορεί να προκληθούν από την ανάφλεξη των ενδυμάτων ή εύφλεκτων υλικών του περιβάλλοντος.

Θέματα πρόληψης και αντιμετώπισης

Η ενεργητική και παθητική πρόληψη ατυχημάτων από ηλεκτρικό ρεύμα σχετίζεται με τη μεθόδευση των διαδικασιών συμπεριφοράς και χειρισμού και με την ύπαρξη πιστοποιημένων εγκαταστάσεων και συσκευών. Οδηγίες καθορίζουν σαφώς ότι οι συσκευές που κυκλοφορούν στα κράτη - μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης, θα πρέπει να εναρμονίζονται υποχρεωτικά με μέτρα ασφαλείας και να φέρουν την ένδειξη πιστοποίησης διαδικασιών κατασκευής και καταλληλότητας όπως "ISO" και "CE".

Από την άλλη μεριά, η μεθοδευμένη διαδικασία οργάνωσης και εκτέλεσης πειραματικών δραστηριοτήτων και ο ασφαλής χειρισμός οργάνων και συσκευών, αποτελούν αντικείμενο συστηματικής περιγραφής των εργαστηριακών οδηγιών. Παρ' όλα αυτά, βασικά μέτρα ασφαλείας, που έχουν σχέση με κινδύνους σχετικούς με το ηλεκτρικό ρεύμα σε δραστηριότητες στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, προβλέπουν εκτός των άλλων:

- Να επιλέγεται αγωγός κατάλληλης διατομής, σύμφωνα με την ένταση ρεύματος που προβλέπεται να διέλθει σε ένα ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Να μην υπερβαίνει η ισχύς του καταναλωτή αυτήν που μπορεί να παράσχει η ηλεκτρική πηγή, όπως σε περιπτώσεις σύνδεσης πηνίων με μικρό αριθμό σπειρών σε μετασχηματιστές χαμηλής ισχύος ή στην περίπτωση παράλληλης υπερφόρτωσης πολλών καταναλωτών στο ίδιο τροφοδοτικό.
- Ο γενικός διακόπτης ενός κυκλώματος να συνδέεται στον αγωγό φάσης και όχι στον ουδέτερο αγωγό.
- Θα πρέπει να αποφεύγεται κάθε επαφή με γυμνό αγωγό ή ηλεκτρολυτικό πυκνωτή, πριν ελεγχθεί η συνδεομολογία του, εάν δηλαδή βρίσκεται σε τάση, με ένα βοηθόμετρο ή δοκιμαστικό κατσαβίδι.
- Κατά το χειρισμό ηλεκτρικών συσκευών να αποφεύγεται η ταυτόχρονη άμεση επαφή του ατόμου με γειωμένα μεταλλικά σώματα (δίκτυα ύδρευσης, κάγκελα, καθοριφέρ).
- Αν και η υψηλή τάση που παράγουν οι ηλεκτροστατικές γεννήτριες και τα επαγωγικά πηνία δεν έχει άμεσες βιολογικές επιδράσεις, οι χρήστες δε θα πρέπει να πλησιάζουν τους αγωγούς υψηλής τάσης για την αποφυγή έμμεσων επιδράσεων (εγκαύματα, σοκ, κλπ).



Σχετικά με την ασφάλεια των εγκαταστάσεων παροχής ηλεκτρικού ρεύματος και των επιμέρους τμημάτων τους, όπως είναι η διατομή των αγωγών παροχής, οι ρευματολήπτες, οι αγωγοί γείωσης κλπ, προβλέπεται η κατασκευή τους σύμφωνα με προδιαγραφές που έχουν συνταχθεί ειδικά για τα σχολικά εργαστήρια Φυσικών Επιστημών (ΔΙΕΦΕΣ, 1999).

Η υιοθέτηση των οδηγιών εξασφαλίζει συνθήκες ασφαλούς εργαστηριακού περιβάλλοντος. Αν παρ' όλα αυτά και λαμβάνοντας υπόψη τον ανθρώπινο παράγοντα, συμβεί ατύχημα από ηλεκτρικό ρεύμα, θα πρέπει να ληφθούν άμεσα μέτρα, όπως είναι τα ακόλουθα:

- Να εξασφαλιστεί αμέσως η διακοπή της κεντρικής παροχής ρεύματος ή η απομάκρυνση των ρευματοφόρων αγωγών με τη βοήθεια μονωμένων υλικών.
- Να μην εκτεθούν σε κίνδυνο ηλεκτροπληξίας τα άτομα που θα προστρέξουν για βοήθεια.
- Να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην πιθανή ύπαρξη στο δάπεδο βρεγμένων αντικειμένων και λιμναζόντων υδάτων.
- Να εξασφαλιστεί επαρκής αερισμός (απομάκρυνση ατόμων, αερισμός αίθουσας) και η απόφραξη των αεροφόρων αγωγών του θύματος (στόμα, λάρυγγας) καθώς και η χαλάρωση των ρούχων του.
- Να εφαρμοστεί άμεσα στο θύμα της ηλεκτροπληξίας τεχνητή αναπνοή με τη μέθοδο CARPA (στόμα με στόμα με ταυτόχρονες καρδιακές μαλάξεις, για αρκετό χρονικό διάστημα, έως ότου επανέλθουν η αναπνοή και οι σφυγμοί).
- Να παρασχεθούν σε περίπτωση εγκαυμάτων στον ελάχιστο χρόνο οι Πρώτες Βοήθειες: χορήγηση ποσότητας υγρού, καθαρισμός και πλύσιμο εγκαυμάτων με υγρό αντισηπτικό διάλυμα, επάλειψη με μικροβιοκτόνο κρέμα και επικάλυψη με αποστειρωμένες γάζες που περιέχονται στο Φαρμακείο του Εργαστηρίου.
- Να μεταφερθεί επείγοντως το θύμα του ατυχήματος στο πλησιέστερο Νοσοκομείο.

Η παροχή Πρώτων Βοηθειών στον τόπο του ατυχήματος είναι σημαντική θεραπευτική ενέργεια και μπορεί να περιορίσει μεγαλύτερες βλάβες, θα πρέπει όμως να πραγματοποιηθεί από άτομο που κατέχει τις απαραίτητες γνώσεις.

Τονίζεται ότι σε περίπτωση ηλεκτρικού εγκαύματος, όπως και σε κάθε άλλο ατύχημα που μπορεί να συμβεί στο καθημερινό περιβάλλον και ειδικότερα στο σχολικό εργαστήριο, έγκυρη και υπεύθυνη αντιμετώπιση παρέχεται από ειδικευμένο φορέα (Γιατρό, Κέντρο Υγείας, Εφημερεύον Νοσοκομείο).

Θα πρέπει επίσης να είναι αναρτημένος, σε εμφανές σημείο, ο αριθμός τηλεφώνου των Πρώτων Βοηθειών.





ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ
ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΜΕΡΟΣ **III**



ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ

Ιονίζουσες ακτινοβολίες

Μη ιονίζουσες ακτινοβολίες

Πεδία χαμηλής συχνότητας





ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



Τα τελευταία χρόνια υπάρχει μεγάλη συζήτηση αναφορικά με τις πιθανές βιολογικές επιδράσεις της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (EMR).

Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι ευρύ και αποτελείται από επιμέρους περιοχές με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά και βιολογικές επιδράσεις. Στις επιδράσεις περιλαμβάνονται και αυτές που μπορεί να προέρχονται από τις υψηλής ενέργειας ακτινοβολίες ή το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο των υψηλών ραδιοφωνικών κυμάτων αλλά και από τα πεδία χαμηλής συχνότητας, όπως των 50 Hz των γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ισχύος.

Ο άνθρωπος οργανισμός είναι εξοικειωμένος με το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του περιβάλλοντος, το οποίο οφείλεται στη δράση του Ηλίου, τα μετεωρολογικά φαινόμενα και το μαγνητικό πεδίο της Γης.

Η σύγχρονη όμως ανθρώπινη δραστηριότητα έχει επηρεάσει το φυσικό υπόβαθρο με πεδία υψηλότερης έντασης και διαφορετικής φασματικής κατανομής, των οποίων οι βιολογικές συνέπειες και οι μηχανισμοί επίδρασης δεν είναι πλήρως κατανοητοί.

Ως εκ τούτου η διεθνής έρευνα εστιάζεται, εκτός των άλλων, στον πιθανό ρόλο που μπορεί να έχει η έκθεση του ανθρώπινου οργανισμού σε πεδία, στην ανάπτυξη του καρκίνου, σε αναπαραγωγικές και αναπτυξιακές ανωμαλίες, σε προβλήματα συμπεριφοράς καθώς και σε άλλα προβλήματα υγείας.

Στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών κατά τη διεξαγωγή των συνήθων σχολικών πειραμάτων, κατά κανόνα δε δημιουργούνται ούτε καταμετρούνται ισχυρά ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Όμως η χρήση ορισμένων ηλεκτρικών συσκευών που συνδέονται με τη δημιουργία πεδίων και ακτινοβολιών (π.χ. ηλεκτροστατικές γεννήτριες, γεννήτριες συχνοτήτων, επαγωγικά πηνία, καθοδοί σωλήνες ή σωλήνες εκκένωσης κλπ), εισάγει στην αντίληψη των εκπαιδευτικών και των μαθητών τη διάσταση της πιθανής επικινδυνότητας. Θεωρείται επομένως χρήσιμη η γνώση στοιχείων σχετικά με την επίδραση και τις συνέπειες των πεδίων και η εξάλειψη παρανοήσεων.

ΙΟΝΙΖΟΥΣΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ



Ακτινοβολία της περιοχής του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος άνω των 2×10^{15} Hz χαρακτηρίζεται ως ιονίζουσα, καθώς μεταφέρει ενέργεια (από 10 eV έως πολλαπλά MeV). Αν αυτή απορροφηθεί από τον ανθρώπινο οργανισμό με μηχανισμούς έμμεσης ακτινοβολίας χωρίς ύπαρξη φορτίων (υπεριώδης ακτινοβολία, φωτόνια X και γ, νετρόνια) ή άμεσης με φορτία (ηλεκτρόνια, πρωτόνια, α-σωματίδια), μπορεί να διασπάσει χημικούς δεσμούς, να προκαλέσει ιονισμό στα άτομα και μη αντιστρεπτές βλάβες στο DNA των κυττάρων, με σημαντικές αρνητικές βιολογικές συνέπειες.

Αν και δεν προβλέπεται η μελέτη ραδιενεργών ακτινοβολιών, μπορεί σε ορισμένα σχολικά εργαστήρια να συναντηθούν ραδιενεργές πηγές, όπως π.χ. του Co^{60} σε συσκευασία 5 μCi που εκπέμπει ακτινοβολία γ με ημιπερίοδο ζωής 5,2 χρόνια.

Οι πηγές αυτές που είχαν χρησιμοποιηθεί παλαιότερα σε πειράματα ιονισμού του αέρα και στη μελέτη ρυθμών κρούσεων με ανιχνευτές Geiger-Müller, θα πρέπει να φέρουν την έγκριση της Εθνικής Επιτροπής Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ) και η ύπαρξή τους θα πρέπει να δηλώνεται στο ΥΠΕΠΘ.

Η Διεθνής Επιτροπή Ακτινοπροστασίας (ICRP) ορίζει ως μέγιστες επιτρεπόμενες δόσεις ακτινοβολίας (MPD), εκείνες τις τιμές δόσεων που δεν αναμένεται να παράγουν σημαντικά βιολογικά αποτελέσματα.

Τα όρια αφορούν ομάδες ατόμων με διαφορετικές συνθήκες εργασίας και κατηγορίες ηλικιών και αναθεωρούνται συνεχώς προς το αυστηρότερο.



Για ολσοωματική έκθεση μαθητών ηλικίας μικρότερης των 18 ετών, το όριο δόσης καθορίζεται σε 0,1 rem ανά έτος, τιμή που είναι συγκρίσιμη με τη μέση δόση ακτινοβολίας που δέχεται ο ανθρώπινος οργανισμός από διάφορες πηγές υποβάθρου (κοσμική και γήινη ακτινοβολία, ιατρικές εξετάσεις, τροφές, οθόνες TV, κλπ).

Πέρα από τις ακτινοβολίες του περιβάλλοντος, στο σχολικό εργαστήριο κατά τη χρήση σωλήνων Geissler ή των καθοδικών σωλήνων και κυρίως του σωλήνα Roentgen, οι οποίοι λειτουργούν με τάσεις εκκένωσης πάνω από 5 kV, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η πιθανή ύπαρξη ιονίζουσας ακτινοβολίας X.

Οι κατασκευαστές των σωλήνων υποχρεούνται να ακολουθούν οδηγίες σύμφωνα με τις οποίες πρέπει να μην υπερβαίνεται ο ρυθμός δόσης των 100 $\mu\text{rem/h}$ σε απόσταση 0,1 m από την επιφάνεια των σωλήνων. Παρ' όλη αυτά, τα πειράματα επίδειξης με τις παραπάνω συσκευές προτείνεται να πραγματοποιούνται με ελάχιστη απόσταση ασφαλείας των μαθητών - καθηγητών από τους σωλήνες το 1 m και με τη χαμηλότερη δυνατή τάση τροφοδοσίας στην οποία εμφανίζονται τα φωτεινά φαινόμενα εκκένωσης (σε καμιά περίπτωση δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 20 kV).

ΜΗ ΙΟΝΙΖΟΥΣΕΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΕΣ



Η χαμηλότερη, μη ιονίζουσα περιοχή συχνοτήτων (ραδιοκύματα, μικροκύματα, υπέρυθρη), δε συνδέεται με βιολογικές επιδράσεις καθώς η ακτινοβολία δε μεταφέρει ικανή ενέργεια για να ιονίσει τα άτομα (10^{-5} - 10^{-3} eV).

Παρ' όλη αυτά, υψηλής έντασης μη ιονίζουσα ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και ιδιαίτερα με συχνότητες άνω του 1 MHz, μπορεί να καταστεί επικίνδυνη μέσω θερμικών επιδράσεων. Ιστοί του σώματος που εκτίθενται σε υψηλής ενέργειας ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μπορεί να υποστούν βλάβες και εγκαύματα από θερμική ενέργεια.

Σε ακραίες περιπτώσεις, τα θερμικά φαινόμενα μπορούν επιπλέον να προκαλέσουν προβλήματα στην όραση, καθώς και στείριότητα.

Η βαρύτητα των συνεπειών εξαρτάται κυρίως από την ένταση του πεδίου που προσβάλλει το σώμα, τη συχνότητα και το επίπεδο πόλωσης των κυμάτων κλπ. Σε συχνότητες κοντά στην ιδιοσυχνότητα του σώματος, η ενέργεια απορροφάται εντονότερα και τα θερμικά φαινόμενα είναι πιο δραστήρια. Για παράδειγμα, σε έναν ενήλικα η συχνότητα αυτή είναι περίπου 35 MHz, εάν αυτός είναι γειωμένος, και 70 MHz, εάν είναι μονωμένος από το έδαφος.

Τα επιμέρους μέλη ενός ανθρώπινου σώματος είναι δυνατόν επίσης να συντονιστούν, σε διαφορετικές όμως περιοχές συχνοτήτων.

Οι διαστάσεις των μελών καθορίζουν τη συχνότητα με την οποία πραγματοποιείται η μέγιστη απορρόφηση, άρα και η μέγιστη εκδήλωση θερμικών επιδράσεων. Για παράδειγμα, η κεφαλή ενός ενήλικα έχει ιδιοσυχνότητα περίπου 400 MHz, ενώ ενός μικρού παιδιού 700 MHz. Σε συχνότητες μεγαλύτερες του 1 GHz, ο συντονισμός λαμβάνει χώρα στην επιφάνεια του σώματος και δεν επηρεάζονται άμεσα τα εσωτερικά όργανα.

Ακόμη και σε χαμηλής όμως ισχύος μη ιονίζουσες ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες, που δεν προκαλούν θερμικά φαινόμενα, έχουν παρατηρηθεί βιολογικές επιδράσεις, μερικές από τις οποίες είναι επικίνδυνες και χαρακτηρίζονται ως μη θερμικές επιδράσεις.

Οι ακτινοβολίες χαμηλής ισχύος είναι οι πιο διαδεδομένες στο καθημερινό περιβάλλον, γιαυτό αποτελούν αντικείμενο ιδιαίτερης προσοχής. Οι έρευνες σχετικά με τη βιολογική επίδραση των ακτινοβολιών χαμηλής ισχύος που δεν προκαλούν θερμικές επιδράσεις, διεξάγονται μέσω επιδημιολογικών καταγραφών και εργαστηριακών μελετών των μηχανισμών με τους οποίους μπορεί να επιδρούν οι ακτινοβολίες στους οργανισμούς.

Οι επιδημιολογικές μελέτες κατά κύριο λόγο διερευνούν στατιστικά το συσχετισμό της έκθεσης πληθυσμών σε ακτινοβολίες, με την εμφάνιση μεταλλάξεων ή μορφών καρκίνου, ενώ οι εργαστηριακές έρευνες μελετούν τις επιδράσεις στη συμπεριφορά και τα χαρακτηριστικά των κυττάρων και το ανοσοποιητικό σύστημα.



Το Αμερικανικό Εθνικό Ινστιτούτο Προδιαγραφών (ANSI - American National Standards Institute) έχει καθορίσει τα ανώτερα επίπεδα ασφαλούς έκθεσης σε ηλεκτρομαγνητική, μη ιονίζουσα ακτινοβολία. Τα όρια έχουν διαφορετικές τιμές όταν αφορούν ελεγχόμενο περιβάλλον εκπομπών, όπως συμβαίνει σε ένα ερευνητικό εργαστήριο, όπου η στάθμη εκπομπών είναι καθορισμένη, και διαφορετικές σε μη ελεγχόμενο περιβάλλον, όπου το πεδίο εκπομπών είναι απροσδιόριστο, όπως συμβαίνει στο σπίτι ή στο σχολείο.

Τα αυστηρότερα όρια τίθενται για ακτινοβολίες με συχνότητες κοντά στις ιδιοσυχνότητες του ανθρώπινου σώματος, δηλαδή 30 - 300 MHz . Για διάρκεια έκθεσης 30 min καθορίζονται ανώτερες τιμές πυκνότητας ισχύος το 1 mW/cm² για ελεγχόμενο και τα 0,2 mW/cm² για μη ελεγχόμενο περιβάλλον.

Για συντομότερη χρονική διάρκεια έκθεσης ο ανθρώπινος οργανισμός μπορεί να ανεχθεί υψηλότερης έντασης EMR (ARRL, 1994). Αντίστοιχα, στην Ευρωπαϊκή Ένωση, τα όρια πυκνότητας ισχύος είναι 200 μW/cm² για συχνότητες μικρότερες από 400 MHz , αυξανόμενα μέχρι το 1 mW/cm² για τη συχνότητα των 2 GHz . Για συχνότητες έξω από την παραπάνω περιοχή προσδιορίζονται υψηλότερα όρια, καθώς ο ανθρώπινος οργανισμός δε συντονίζεται και επομένως απορροφά λιγότερη ενέργεια.

ΠΕΔΙΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΣΥΧΝΟΤΗΤΑΣ



Σε πολύ χαμηλές συχνότητες το ηλεκτρικό και μαγνητικό πεδίο δε συνιστούν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία και οι δύο παράγοντες διερευνούνται χωριστά.

Επιπλέον, το μήκος κύματος είναι πολύ μεγάλο σε σχέση με τις διαστάσεις του ανθρώπινου σώματος, ώστε να μη συσχετίζεται με συντονισμό και απορρόφηση ενέργειας (για το πεδίο π.χ. των γραμμών μεταφοράς συχνότητας 50 Hz , το μήκος κύματος είναι 6000 km).

Το ηλεκτρικό πεδίο δημιουργείται από την τάση στην οποία βρίσκονται οι υπόγειοι ή εναέριοι αγωγοί μεταφοράς, ανεξάρτητα αν υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα.

Η ένταση του πεδίου μετράται σε V/m . Τα δομικά υλικά παρέχουν αποτελεσματική προστασία έναντι των ηλεκτρικών πεδίων και μειώνουν αισθητά την έντασή του, ενώ τα πεδία περιορίζονται στην επιφάνεια του ανθρώπινου σώματος.

Το μαγνητικό πεδίο, δημιουργείται από τα ηλεκτρικά φορτία που διέρχονται από τους αγωγούς και τις ηλεκτρικές συσκευές και είναι ανεξάρτητο της τάσης των αγωγών.

Η ένταση του μαγνητικού πεδίου μετράται σε T (Tesla) με συνήθεις τιμές σε μT ή σε G (Gauss) με συνήθεις τιμές σε mG . Αντίθετα με το ηλεκτρικό πεδίο, το μαγνητικό πεδίο διαπερνά τα δομικά υλικά και το ανθρώπινο σώμα, και η θωράκιση απαιτεί χρήση ειδικών υλικών και διατάξεων. Για το λόγο αυτό οι έρευνες για βιολογικές επιδράσεις σε πεδία εξαιρετικά χαμηλής συχνότητας, περιορίζονται στη μελέτη κυρίως του μαγνητικού πεδίου. Χαρακτηριστικό πάντως των ηλεκτρικών και μαγνητικών πεδίων είναι η εκθετική απόσβεση της έντασής τους, με την αύξηση της απόστασης από την πηγή και τις γραμμές μεταφοράς.



Το δίκτυο μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (γραμμές μεταφοράς, υποσταθμοί κλπ) καθώς και οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, διαμορφώνουν το μαγνητικό υπόβαθρο μιας περιοχής ή ενός χώρου εργασίας, όπως είναι το σχολικό εργαστήριο.



Τυπικές τιμές έντασης πεδίων, κάτω από τις γραμμές του δικτύου, είναι της τάξης των 10 - 100 V/m για το ηλεκτρικό και 0,06 - 2,5 μT για το μαγνητικό πεδίο, ενώ μετρήσεις του μαγνητικού υπόβαθρου σε χώρους σχολικών συγκροτημάτων αστικών περιοχών (ΔΕΗ - ΔΜΚΛΔ 1999), ανέδειξαν τις ακόλουθες τιμές:

0,26 - 0,5 μT κατά μήκος της περιφραξης του προαυλίου

0,1 - 0,17 μT εντός του προαυλίου

0,07 μT στις αίθουσες διδασκαλίας

Το υπόβαθρο αυτό επιβαρύνεται από τα μαγνητικά πεδία χαμηλής συχνότητας που δημιουργούνται από τις συνήθεις οικιακές ή εργαστηριακές συσκευές που λειτουργούν σε ένα χώρο και ιδιαίτερα από αυτές που περιέχουν ηλεκτροκινητήρες και κακής ποιότητας μετασχηματιστές.

Ο επόμενος Πίνακας παρέχει ενδεικτικές τιμές έντασης χαρακτηριστικών συσκευών, σε σχέση με την απόσταση από την πηγή:

Πίνακας χαρακτηριστικών τιμών έντασης μαγνητικού πεδίου (μT)

Συσκευή	σε 3 cm	σε 30 cm	σε 1 m
Ψυγείο	1,7	0,25	0,01
Καθοδική οθόνη (TV - υπολογιστής)	50	2	0,12
Ηλεκτρικός θερμαντήρας	200	4	0,1
Φούρνος μικροκυμάτων	200	8	0,6
Λάμπες φθορίου γραφείου	400	2	0,25
Ηλεκτρικό δρόπανο - στεγνωτήρας μαλλιών	2000	7	0,3

Κατά προσέγγιση, οι χαρακτηριστικές τιμές της έντασης μαγνητικών πεδίων κοντά σε ηλεκτρικές συσκευές ή το περιβάλλον μπορούν να μετρηθούν με απλά μαγνητόμετρα με αισθητήρα Hall.

Σχετικά με τις πιθανές βιολογικές επιδράσεις και το ρόλο που μπορεί να έχουν τα μη ιονίζοντα πεδία χαμηλών συχνοτήτων στην υγεία του ανθρώπου και ειδικά στην ανάπτυξη καρκίνων, σε αναπαραγωγικές και αναπτυξιακές ανωμαλίες ή σε προβλήματα μάθησης και συμπεριφοράς, διεξάγονται πολλές επιδημιολογικές έρευνες και εργαστηριακές μελέτες (ΔΕΗ - ΔΜΚΛΔ 1999).

Προληπτικά όμως, ως όρια επικινδυνότητας έναντι ενδεχόμενων μακροπρόθεσμων επιδράσεων, προτείνονται ανώτατα όρια συνεχούς έκθεσης, αφενός για το ηλεκτρικό πεδίο τα 5 kV/m, αφετέρου για το μαγνητικό πεδίο τα 100 μT (ΕΛΟΤ - ICNIRP, 1998).

Κατά τη διερεύνηση πιθανών βιολογικών επιπτώσεων, στην τιμή αυτή δε λαμβάνεται υπόψη το συνεχές μαγνητικό πεδίο της γης (30 - 60 μT).



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ
ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

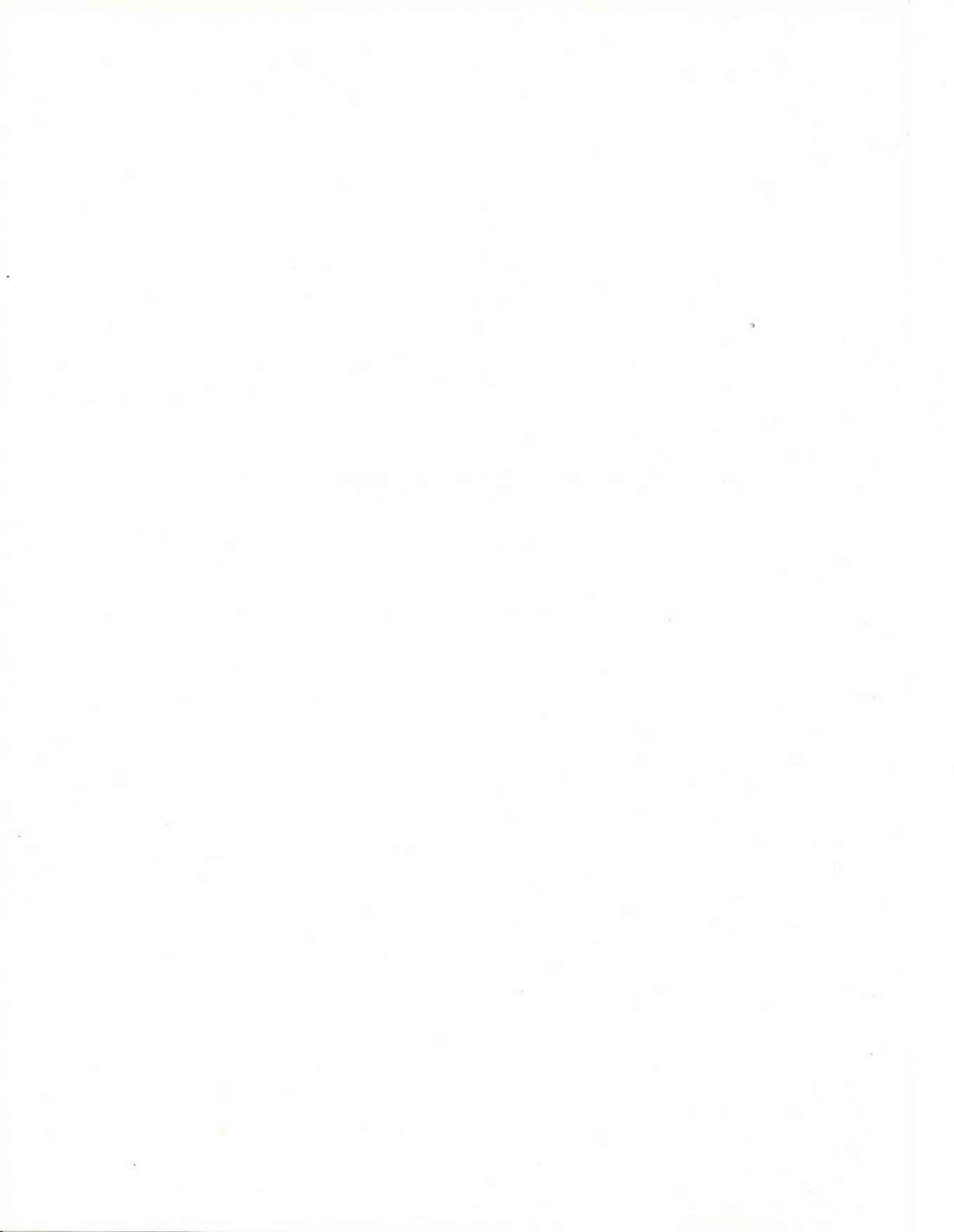
ΜΕΡΟΣ **III**



ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΦΩΤΕΙΝΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



**ΦΩΤΕΙΝΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ**

Η αναφορά εκτιμά τις πιθανές βιολογικές επιδράσεις της φωτεινής ακτινοβολίας του ορατού φάσματος, καθώς και των ακτινοβολιών πέραν των ορίων αυτού, δηλαδή της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) με $\lambda < 390 \text{ nm}$ και της υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR), με $\lambda > 900 \text{ nm}$.

Η επικινδυνότητα έγκειται κυρίως στις θερμικές επιδράσεις εστιασμένης φωτεινής ακτινοβολίας μεγάλης ισχύος και στην επίδραση της ακτινοβολίας στην όραση. Επίσης, στις επιδράσεις της υψηλής ενέργειας υπεριώδους ακτινοβολίας, όπως περιγράφηκε κατά την ανάλυση των βιολογικών επιδράσεων των ιονιζουσών ηλεκτρομαγνητικών ακτινοβολιών και σχετίζονται κυρίως με τον καρκίνο του δέρματος.

Σε απλές σχολικές πειραματικές διατάξεις Οπτικής, οι φωτεινές πηγές που χρησιμοποιούνται έχουν χαμηλή ισχύ, δεν εκπέμπουν υπεριώδη ακτινοβολία και επομένως δε θεωρούνται επικίνδυνες για το δέρμα και τον οφθαλμό. Παρ' όλη αυτά σε πειράματα Οπτικής με ισχυρές φωτεινές πηγές και σε πειράματα φασματοσκοπίας, όπου απαιτείται χρήση καθοδικών και φασματικών λαμπών (π.χ. λάμπα υδραργύρου), ελλοχεύουν κίνδυνοι για την υγεία δεδομένου ότι κάθε πηγή γραμμικού φάσματος εκπέμπει και στην υπεριώδη περιοχή.

Γενικά συνιστάται να μην κατευθύνεται το βλέμμα του παρατηρητή προς φωτεινές πηγές (φασματικές λάμπες, Ήλιος, κλπ) ή προς οπτικές συσκευές που μπορεί να εστιάζουν στον οφθαλμό ισχυρή φωτεινή ακτινοβολία (φασματοσκόπιο, μικροσκόπιο, τηλεσκόπιο, κλπ), χωρίς την παρεμβολή σκιαστικών ή απορροφητικών φίλτρων.

Σε κάθε περίπτωση, τα μέτρα για την προστασία της όρασης περιλαμβάνουν τη χρήση προστατευτικών γυαλιών με φίλτρα απορρόφησης στη φασματική περιοχή που μελετάται.

Πρόσφατα συναντώνται πηγές φωτεινής ακτινοβολίας Laser χαμηλής ισχύος τύπου He-Ne ή διόδου GaAsAlIn, με συνηθέστερη εκπομπή στο κόκκινο (630 - 680 nm).

Η επικινδυνότητα των χαμηλής ισχύος συσκευών Laser που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο, έγκειται στις βλάβες που μπορούν να προκληθούν, αν η δέσμη κατευθυνθεί προς το εσωτερικό ενός οφθαλμού.

Κάτω από συνθήκες έλλειψης μέτρων ασφαλείας, οι βλάβες στον οφθαλμό είναι συνάρτηση του χρόνου που οι ιστοί δέχονται την ακτινοβολία και της ισχύος που περνά από την ίριδα. Ακόμη και από μια συνηθισμένη πηγή Laser χαμηλής ισχύος, η πυκνότητα της ακτινοβολίας, εάν εστιαστεί στον αμφιβληστροειδή και την ωχρά κηλίδα, μπορεί να λάβει τιμές της τάξης των 100 W/cm^2 , με αποτέλεσμα την καταστροφή των ιστών.

Ο ελάχιστος επίσης χρόνος των 0,25 s που συνήθως απαιτείται για να αντιδράσει ο οφθαλμός στην πρόσπτωση της δέσμης, είναι αρκετός ώστε να προκληθούν βλάβες.

Οι πηγές Laser κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με το βαθμό επικινδυνότητας:

Κατηγορία I (Class I).

Συσκευές Laser που δεν προκαλούν καμιά βλάβη. Η ισχύς τους είναι πολύ μικρή ($< 0,5 \text{ mW}$).

Κατηγορία II (Class II).

Συσκευές Laser χαμηλής ισχύος που δεν προκαλούν βλάβη σε περίπτωση στιγμιαίας πρόσπτωσης στον οφθαλμό, είτε απευθείας είτε ύστερα από κατοπτρική ανάκλαση της δέσμης.

Βλάβη μπορεί να προκληθεί μόνο σε περίπτωση που η δέσμη κατευθυνθεί στον οφθαλμό για παρατεταμένο χρονικό διάστημα, είτε απευθείας είτε ύστερα από κατοπτρική ανάκλαση.

**Κατηγορία III (Class III).**

Συσκευές Laser των οποίων η δέσμη μπορεί να προκαλέσει βλάβη του οφθαλμού, ακόμη και αν στιγμιαία κατευθυνθεί σε αυτόν, είτε απευθείας είτε ύστερα από κατοπτρική της ανάκλαση.

Συμπεριλαμβάνονται και οι κατηγορίες III_A και III_B. Συσκευές χαρακτηριζόμενες κατηγορίας III_A ενδεχομένως να μην προκαλούν βλάβη σε γυμνό οφθαλμό στον οποίο κατευθύνεται στιγμιαία η δέσμη, είτε απευθείας είτε ύστερα από κατοπτρική της ανάκλαση, είναι όμως ικανές να προκαλέσουν βλάβη μέσα από οπτικό σύστημα συγκέντρωσης της ακτινοβολίας.

Κατηγορία IV (Class IV).

Συσκευές Laser υψηλής ισχύος που προκαλούν βλάβη σε γυμνό οφθαλμό και στην περίπτωση που στιγμιαία η δέσμη κατευθυνθεί σ' αυτόν, είτε απευθείας είτε ύστερα από κατοπτρική ανάκλαση, αλλιά και ύστερα από ανάκλαση ή διάχυση.

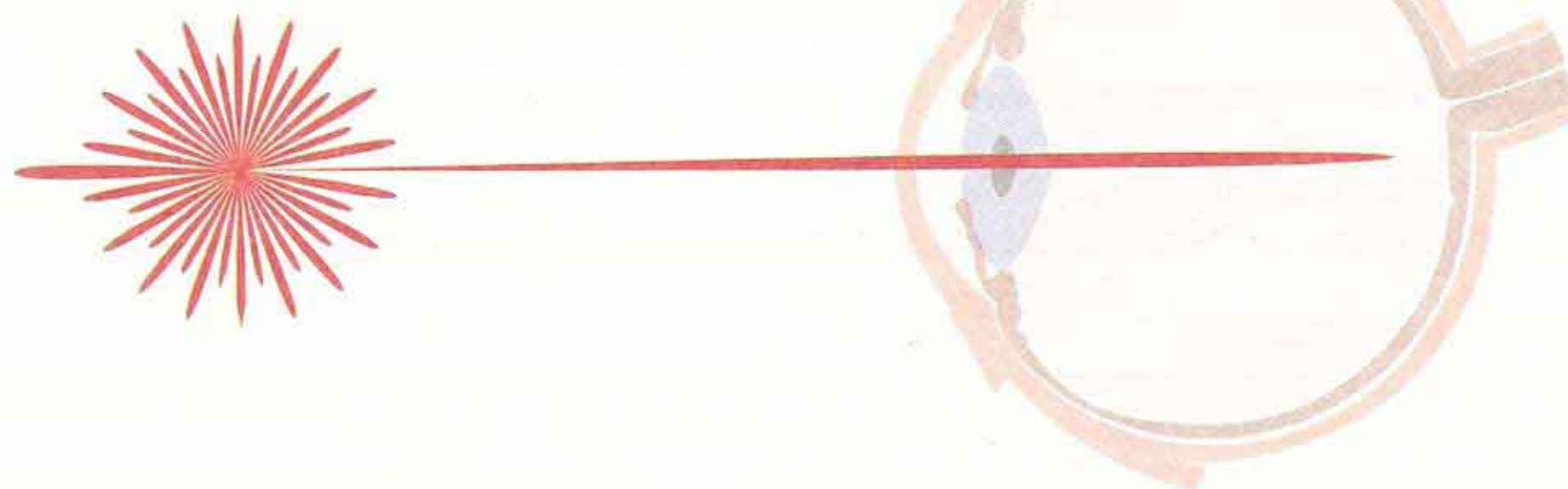
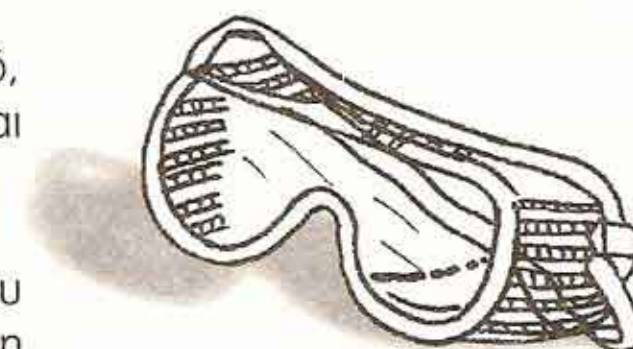
Μπορούν επίσης να προκαλέσουν εγκαύματα στο δέρμα και ανάφλεξη εύφλεκτων υλικών.

Οι συσκευές Laser που χρησιμοποιούνται στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών είναι συνήθως Ηλίου - Νέου (632,8 nm), ισχύος 1,0 mW και κατηγορίας (III). Βλάβη μπορεί να προκληθεί από επίμονη και παρατεταμένη απευθείας παρατήρηση της δέσμης.

Οι δείκτες Laser (Laser pointers) έχουν συνήθως ισχύ 1 - 5 mW, ανήκουν σε κατηγορία αυξημένου κινδύνου (III_A) και για το λόγο αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται η χρήση τους στα πειράματα.

Τα στοιχειώδη μέτρα ασφαλείας έναντι των πιθανών κινδύνων από χρήση συσκευών Laser, είναι τα εξής:

- Ποτέ δεν πρέπει να κατευθύνεται δέσμη Laser μέσα στον οφθαλμό, ακόμη και μέσω ανάκλασης, όποια και αν είναι η ισχύς της, έστω και ελάχιστα mW.
- Σε κάθε συσκευή Laser πρέπει να αναγράφεται η κατηγορία κινδύνου της (εκτός της κατηγορίας I) και να συνοδεύεται από την αντίστοιχη σήμανση επικινδυνότητας. Τα Laser (εκτός της κατηγορίας I), να χρησιμοποιούνται μόνο από τον υπεύθυνο εργαστηρίου.
- Να χρησιμοποιούνται προστατευτικά γυαλιά με ειδικά απορροφητικά φίλτρα.





ΜΕΡΟΣ III



ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΦΥΣΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΧΗΜΕΙΑΣ - ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Συμπεριφορά στο εργαστήριο

Εργαστηριακή περιβολή

Χρήση Χημικών Ουσιών

Χειρισμός γυάλινων οργάνων και συσκευών

Χρήση πηγών θερμότητας και αντιμετώπιση

πυρκαγιών

ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Κατηγορίες και σημάνσεις επικινδυνότητας

Κωδικοί ενδείξεων κινδύνου (Κώδικας R)

Συνδυασμός των ενδείξεων κινδύνου

(Κώδικας R)

Κωδικοί μέτρων ασφαλείας (Κώδικας S)

Συνδυασμός των ενδείξεων μέτρων

ασφαλείας (Κώδικας S)

Διάθεση αποβλήτων χημικών

αντιδραστηρίων και υπολειμμάτων



**ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΧΗΜΕΙΑΣ - ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ**

Στη συνέχεια αναφέρονται γενικές οδηγίες ασφαλείας χώρου και ατόμων που εργάζονται στο σχολικό εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, καθώς και ειδικά θέματα ασφαλείας που σχετίζονται με το χειρισμό επικίνδυνων ουσιών και παρασκευασμάτων.

Οι οδηγίες απευθύνονται όχι μόνο προς τους εκπαιδευτικούς, υπεύθυνους των εργαστηρίων, αλλά και προς τους μαθητές που εμπλέκονται σε εργαστηριακές ασκήσεις σε μαθήματα Χημείας και Βιολογίας.

Η γνώση των κινδύνων και η υιοθέτηση μέτρων πρόληψης θα πρέπει να θεωρείται προαπαιτούμενη συνθήκη, ώστε να μειωθούν στο ελάχιστο τα ενδεχόμενα ατυχήματα.

ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Περιλαμβάνει σειρά βασικών μέτρων και οδηγιών που έχουν σκοπό την ασφαλή οργάνωση και λειτουργία του εργαστηρίου και την ασφαλή διεξαγωγή πειραμάτων.

Οι γενικές οδηγίες αναφέρονται:

- στη συμπεριφορά και περιβολή των ατόμων μέσα στο εργαστήριο
- στη χρήση χημικών ουσιών
- στο χειρισμό γυάλινων οργάνων και συσκευών
- στο χειρισμό πηγών θερμότητας και την αντιμετώπιση πυρκαγιών

ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**Γενικοί κανόνες:**

- Οι θέσεις και ο χειρισμός των εγκαταστάσεων ασφαλείας (έξοδοι κινδύνου, παράθυρα εξαερισμού, οφθαλμολούτρο, πυροσβεστήρες, φαρμακείο, πίνακες ηλεκτρικών εγκαταστάσεων κλπ), πρέπει να είναι γνωστές εκ των προτέρων σε όλους όσους κάνουν χρήση του εργαστηρίου.
- Οι μαθητές θα πρέπει, πριν τη χρήση του εργαστηρίου, να έχουν ενημερωθεί από τον υπεύθυνο του εργαστηρίου σχετικά με τη χρήση του χώρου και τους κανόνες ασφαλείας.
- Θα πρέπει να αποφεύγονται οι υπερβολικές και άσκοπες μετακινήσεις στο εργαστήριο. Σ' αυτό πρώτιστα βοηθά ο εργονομικός σχεδιασμός του εργαστηρίου, με κατάλληλη τοποθέτηση των λειτουργικών σημείων του (πάγκοι, ράφια, βρύσες, πίνακες γραφής, προβολικά συστήματα κλπ).
- Στους εργαστηριακούς πάγκους θα πρέπει να υπάρχουν μόνον τα όργανα, υλικά, χημικές ουσίες και βιβλία που είναι απαραίτητα για κάθε εργαστηριακή άσκηση. Θα πρέπει να αποφεύγονται αντικείμενα ξένα προς το πείραμα και κυρίως ρούχα και τρόφιμα. Πριν την εκτέλεση των πειραμάτων, η συναρμογή των διατάξεων θα πρέπει να ελέγχεται από τον υπεύθυνο εκπαιδευτικό.
- Τα υγρά και στερεά απόβλητα δε θα πρέπει να αποχετεύονται αλλά να ακολουθείται κατάλληλη διαδικασία, σύμφωνα με τις οδηγίες του υπεύθυνου καθηγητή (βλ. "Διάθεση αποβλήτων χημικών αντιδραστηρίων και υπολειμμάτων" σελ. 462 - 465).



- Σε περίπτωση οποιασδήποτε δυσλειτουργίας, ατυχήματος ή τραυματισμού, θα πρέπει να ενημερώνεται αμέσως ο υπεύθυνος καθηγητής. Επιβάλλεται η παροχή Πρώτων Βοηθειών και η ιατρική επίβλεψη, αμέσως μετά από οποιοδήποτε ατύχημα με χημικά αντιδραστήρια.
- Εγκαταλείποντας το εργαστήριο, θα πρέπει να είναι βέβαιο ότι τα όργανα, οι βρύσες ή οι ρύχνοι που χρησιμοποιήθηκαν είναι εκτός λειτουργίας και ότι οι χημικές ουσίες και τα γυαλίνα όργανα είναι τακτοποιημένα στη θέση τους.

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΠΕΡΙΒΟΛΗ

Η εργαστηριακή ποδιά είναι το καταλληλότερο προστατευτικό ένδυμα στο εργαστήριο, για την προστασία των ενδυμάτων από τη διάβρωση που προκαλούν οι χημικές ουσίες, όπως συμβαίνει συνήθως κατά την εκτίναξη σταγονιδίων. Η πάνινη ποδιά εργαστηρίου παρέχει γενική προστασία, ενώ προστασία από τις περισσότερες χημικές ουσίες, ακόμη και τα ισχυρά οξέα, παρέχει η πλαστική (PVC) ποδιά.

Η ποδιά δε θα πρέπει να αφήνει ακάλυπτα μεγάλα μέρη του δέρματος, για να αποφευχθεί έτσι πιθανό έγκαυμα από θερμό υγρό ή ερεθιστικές χημικές ουσίες.

Θα πρέπει να αποφεύγονται οι γραβάτες και τα φαρδιά ή κρεμαστά ρούχα, καθώς και τα ελεύθερα μακριά μαλλιά, επειδή μπορούν εύκολα να αναφλεγούν από έναν αναμμένο ρύχνο.

Θα πρέπει επίσης να αποφεύγονται τα "κρεμαστά" κοσμήματα, καθώς μπορεί να παρασύρουν κάποια συσκευή ή να έρθουν σε επαφή με κάποιο αντιδραστήριο και να προκληθεί ανεπιθύμητη αντίδραση.

Χρήση προστατευτικών προσωπίδων, γαντιών και γυαλιών

Γενικά στο σχολικό εργαστήριο, τα χρησιμοποιούμενα αντιδραστήρια με τις προβλεπόμενες συγκεντρώσεις δεν είναι τοξικά και δεν αναδίδουν αέρια επιβλαβή για την αναπνοή.

Επίσης ασφαλείς σε γενικές γραμμές είναι και οι διαδικασίες που εφαρμόζονται. Παρόλα αυτά, για προληπτικούς λόγους, συνιστάται η χρήση προσωπίδων και προστατευτικών γαντιών και γυαλιών.

Οι προσωπίδες χρησιμοποιούνται για την προστασία του αναπνευστικού συστήματος από σωματίδια σκόνης, καπνών και από ατμούς. Για προφύλαξη από τα σωματίδια χρησιμοποιούνται συνήθως προσωπίδες από πεπιεσμένο χαρτί (πόροι διαμέτρου 0,1 - 20 μm) που συγκρατούνται με λάστιχο και καλύπτουν όλο το πρόσωπο. Υπάρχουν επίσης προσωπίδες με ειδικά φίλτρα που παρέχουν προστασία από οργανικά αέρια και ατμούς (π.χ. χλωριωμένους υδρογονάνθρακες), ανόργανα αέρια, διοξείδιο του θείου, όξινα αέρια, αμμωνία, οξείδια του αζώτου κλπ.

Για προστασία από τοξικά αέρια ή σε περιπτώσεις έλλειψης οξυγόνου, απαιτείται η χρήση αναπνευστικής συσκευής.

Τα ειδικά γάντια χρησιμοποιούνται για την προστασία των δακτύλων, του καρπού και του κάτω άκρου του βραχίονα, από τοξικές ή επιβλαβείς ουσίες ή από επαφή με επικίνδυνο φυσικό περιβάλλον (θερμότητα, ψύχος, ακτινοβολία, κλπ). Τα γάντια από χοντρό δέρμα ή ύφασμα χρησιμοποιούνται για γενική προστασία από καταπόνηση ή υψηλή θερμοκρασία (έως 300 °C). Για μερική προστασία από χημικά και τοξικές ουσίες χρησιμοποιούνται γάντια από λάστιχο (σήμανση C), τα οποία είναι αδιάβροχα και έχουν ανώμαλη επιφάνεια για να μη γλιστρούν τα διάφορα αντικείμενα.

Για το χειρισμό των χημικών ουσιών χρήσιμα είναι επίσης και τα λεπτά ελαστικά γάντια χειρουργείου. Τα γάντια παρέχουν επίσης προστασία από μικρόβια, μύκητες και ιούς που μπορεί να προκαλέσουν μολύνσεις και νοσήματα του δέρματος, αλλεργίες κλπ.



■ Τα εργαστηριακά προστατευτικά γυαλιά παρέχουν στο εργαστήριο άμεση και πλήρική προστασία των οφθαλμών από σκόνη, ρινίσματα, εκτίναξη μικρών αντικειμένων ή σταγονιδίων χημικών ουσιών. Οι φακοί είναι κατασκευασμένοι από κρύσταλλο ή PVC και μπορούν να φορεθούν πάνω από τα διορθωτικά γυαλιά.

■ Προστατευτικά γυαλιά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται πάντα από όλους, μαθητές και εκπαιδευτικούς, όταν χειρίζονται γυαλίνα σκεύη ή χημικές ουσίες.

ΧΡΗΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΟΥΣΙΩΝ

■ Για την αποθήκευση και το χειρισμό των δοχείων που περιέχουν χημικές ουσίες και παρασκευάσματα καθώς και για το χειρισμό των ουσιών, πρέπει να τηρούνται κανόνες ασφαλείας, πάντα υπό την επίβλεψη του υπευθύνου του εργαστηρίου.

Αποθήκευση και χειρισμός δοχείων

- Να αποθηκεύονται τα δοχεία με τα χημικά σε ξηρό καλή αεριζόμενο χώρο, προστατευμένο από ακραίες θερμοκρασίες και πηγές ανάφλεξης.
- Να αποφεύγεται το άναμμα φωτιάς (κάπνισμα, σπέρτα, ...) στους χώρους αποθήκευσης.
- Να ασφαρίζονται τα χημικά από την πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων ατόμων και μαθητών.
- Να ταξινομούνται τα δοχεία με τα χημικά σε ομάδες ομοειδών αντιδραστηρίων, για μείωση κινδύνου.
- Ακόμη και από καλή κλεισμένα δοχεία αναδύονται ατμοί που μπορεί να είναι τοξικοί ή διαβρωτικοί. Τα βαριά γυαλίνα δοχεία που περιέχουν ισχυρά οξειδωτικά, π.χ. οξέα, να τοποθετούνται σε χαμηλά σημεία των φοριαμών.
- Να επιθεωρούνται συχνά τα αποθηκευμένα χημικά και να απομακρύνονται τα αλλοιωμένα είδη.
- Να αναζητείται πάντα η ετικέτα πριν το άνοιγμα της συσκευασίας και να λαμβάνονται υπόψη οι σημάνσεις κινδύνων, περιλαμβανομένων και των πιθανών αντιδράσεων μεταξύ των ουσιών.
- Να πραγματοποιείται το άνοιγμα του δοχείου προσεκτικά σε καλή αεριζόμενο περιβάλλον και να χρησιμοποιούνται προστατευτικά ενδύματα και εξοπλισμός.
- Να επιβεβαιώνεται εάν πράγματι περιέχεται η ουσία που αναγράφεται και πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.
- Να χρησιμοποιείται κατά την εξαγωγή και χρήση των ουσιών η κατάλληλη μέθοδος, η οποία ελαχιστοποιεί τον κίνδυνο εισπνοής ή κατάποσης ή την πιθανότητα επαφής του δέρματος, οφθαλμών και ενδυμάτων με επικίνδυνα χημικά.
- Να καλύπτεται το δοχείο καλή μετά τη χρήση.

Χειρισμός ουσιών

- Η μεταφορά των δοχείων των επικίνδυνων χημικών ουσιών (πυκνά οξέα, βάσεις κλπ) από τους μαθητές, πρέπει να αποφεύγεται.
- Ο υπεύθυνος εργαστηρίου καθορίζει εκ των προτέρων τα είδη και τις ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν στους εργαστηριακούς πάγκους.
- Η μετάγγιση μικρών ποσοτήτων χημικών ουσιών από ένα δοχείο σε άλλο θα πρέπει να γίνεται με τη χρήση της ειδικής σπάτουλας για τα στερεά και του σιφωνίου για τα υγρά, όσο το δυνατόν πιο μακριά από τα μάτια και το σώμα.
- Το άγγιγμα και η μεταφορά χημικών ουσιών με γυμνά χέρια πρέπει να αποφεύγεται. Σε περίπτωση που κάποια επικίνδυνη χημική ουσία έρθει σε επαφή με το δέρμα, θα πρέπει να γίνεται αμέσως πλύση με άφθονο νερό και να ενημερώνεται ο υπεύθυνος εκπαιδευτικός.
- Ποτέ δεν πρέπει να δοκιμάζεται μια χημική ουσία με το στόμα. Ακόμη θα πρέπει να αποφεύγεται η επαφή των χεριών με το στόμα και τα μάτια.



- Ποτέ δεν πρέπει να μυρίζεται μια χημική ουσία απ' ευθείας ούτε έμμεσα, εκτός αν υπάρχουν συγκεκριμένες οδηγίες από τον υπεύθυνο εκπαιδευτικό. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να γίνει σαφές ότι με την διαδικασία αυτή εισάγονται στον οργανισμό μικρές ποσότητες ουσίας που μπορεί να είναι επικίνδυνες για την υγεία.
- Ο χειρισμός των χυμένων υγρών να πραγματοποιείται με προφυλάξεις και μεθόδους αντίστοιχες των πιθανών κινδύνων.
- Σε καμία περίπτωση δε θα πρέπει να αναμειγνύονται άγνωστες ουσίες, επειδή υπάρχει ο κίνδυνος να παραχθούν επικίνδυνα αέρια ή να προκληθεί βίαιη αντίδραση.
- Δοχείο που δεν έχει ετικέτα, δεν πρέπει να χρησιμοποιείται και επιβάλλεται η απόχυση του περιεχομένου.

ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΓΥΑΛΙΝΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

Τα βασικά σκεύη σε πειράματα Χημείας και Βιολογίας είναι κατασκευασμένα από γυαλί. Ο χειρισμός τους σχετίζεται με θέματα ασφαλείας, καθόσον η πιθανή θραύση τους ενέχει κινδύνους τραυματισμού τόσο από τα σπασμένα τμήματα, όσο και από τις περιεχόμενες χημικές ουσίες.

Η τήρηση γενικών κανόνων χειρισμού μπορεί να μειώσει την επικινδυνότητα. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας, υψηλής πίεσης και κενού και στις περιπτώσεις απότομων μεταβολών των συνθηκών.

Γενικοί κανόνες χειρισμού

- Να εξετάζονται πάντα τα γυάλινα είδη πριν από κάθε χρήση. Να μη χρησιμοποιούνται, εάν έχουν ρωγμές ή χαραγές. Παρόμοιες ανωμαλίες εξασθενίζουν το γυαλί και το καθιστούν επικίνδυνο για θραύση.
- Να αποφεύγεται κατά την ανάδευση διαλυμάτων σε γυάλινα δοχεία, η χρήση αιχμηρών μεταλλικών ράβδων που μπορεί να προκαλέσουν χαραγές, αλλά να χρησιμοποιούνται επενδυμένες ή λειασμένες ράβδοι.
- Να πλένονται ή τουλάχιστον να διαποτίζονται καλά τα γυάλινα αντικείμενα μετά τη χρήση τους, για να αποφεύγονται σκληρά και στεγνά υπολείμματα ή ιζήματα.
- Να μην ανυψώνονται ή μεταφέρονται τα δοχεία από το περιστόμιο ή τα παράπλευρα στηρίγματα, αλλά πάντα από τη βάση τους. Τα γυάλινα όργανα με μεγάλο μήκος, όπως τα σιφώνια και οι προχοϊδες, θα πρέπει να μεταφέρονται σε κατακόρυφη θέση.
- Να μην πιέζονται ποτέ με βία ελαστικοί σωλήνες στα τοιχώματα των γυάλινων σωληνών. Με χρήση λιπαντικού ή με ελαφρά θέρμανση, ένας ελαστικός σωλήνας (π.χ. από PVC) εισέρχεται εύκολα.
- Να επιδεικνύεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την προσαρμογή γυάλινων σωληνών ή θερμομέτρων σε πώμα με οπές. Η προσαρμογή θα πρέπει να γίνεται με τη χρήση μιας πετσέτας ή φορώντας χοντρά γάντια και όσο το δυνατόν μακριά από το σώμα μας.
- Να μην πιέζονται τα πώματα στα περιστόμια των δοχείων ή των δοκιμαστικών σωληνών και να επιλέγεται το σωστό μέγεθος πώματος.
- Να προτιμάται η χρήση κωνικών συμριδομένων συνδέσμων (π.χ. τύπου Quickfit ή σύνδεσμοι από Teflon).
- Στους συνδέσμους να χρησιμοποιείται πάντα ειδικό γράσο σιλικόνης για την εύκολη προσαρμογή και για να μη σφηνώνουν. Εάν σφηνώσουν οι κωνικοί σύνδεσμοι τότε θερμαίνεται η υποδοχή και όχι ο κώνος με θερμό νερό, εάν βέβαια η θέρμανση επιτρέπεται από το περιεχόμενο του δοχείου.
- Παρόλο που το γυαλί τύπου Pyrex έχει ισχυρή αντίσταση στα χημικά αντιδραστήρια, να αποφεύγεται η χρήση υδροφθορικού οξέος, θερμού φωσφορικού οξέος και θερμών ισχυρών βάσεων.
- Να μην αναρροφώνται ποτέ με το στόμα υγρά σε σωλήνες ή σιφώνια.
- Να απομακρύνονται τυχόν σπασμένα γυαλικά με τα κατάλληλα εργαλεία καθαριότητας και ποτέ με γυμνά χέρια. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να ενημερώνεται ο υπεύθυνος εκπαιδευτικός.

**Χρήση γυάλινων σκευών σε συνθήκες θέρμανσης και ψύξης**

- Κατά τη χρήση εργαστηριακού λύχνου (Bunsen, υγραερίου,...) για θέρμανση, να διατηρείται χαμηλή φλόγα και να χρησιμοποιείται πυρίμαχο πλέγμα για να αποφεύγεται η τοπική θέρμανση.
- Τα δοχεία με υγρά θα πρέπει να θερμαίνονται αργά και να αποφευχθούν η υπερχειλίση, οι κραδασμοί και το πιτσίλισμα.
- Τα γυάλινα σκεύη θα πρέπει να ψύχονται αργά και να αποφεύγεται η κατάβρεξη με ψυχρό νερό, για να προληφθεί το θερμικό σοκ.
- Ραγισμένα ή χαραγμένα γυάλινα όργανα και συσκευές δεν πρέπει ποτέ να θερμαίνονται, γιατί έχουν μειωμένη θερμική αντοχή και πιθανόν να σπάσουν.
- Τα γυαλιά τύπου Pyrex είναι απόλυτα ασφαλή σε μικροκύματα. Παρόλα αυτά, πρέπει να περιέχουν υλικό που απορροφά τα μικροκύματα, όπως είναι το νερό, πριν μπουν σε φούρνο μικροκυμάτων. Τα πώματα ή εξαρτήματα από άλλο υλικό δεν είναι απαραίτητως ασφαλή σε μικροκύματα.
- Κατά τη θέρμανση δοχείων από γυαλί σε λύχνο ή φούρνο πρέπει να ξεβιδώνονται τα πώματα γιατί μπορεί να θραύσουν τα δοχεία.
- Θερμά γυάλινα σκεύη δεν πρέπει να τοποθετούνται σε ψυχρές επιφάνειες ή ψυχρά γυάλινα δοχεία σε θερμές επιφάνειες. Αν και τα γυαλιά τύπου Pyrex έχουν μεγάλη αντοχή στις μεταβολές θερμοκρασίας, μπορεί σε πολύ απότομες μεταβολές να σπάσουν. Η μετάβαση πρέπει να γίνεται σταδιακά.
- Ένα γυάλινο σκεύος που έχει προηγουμένως θερμανθεί, θα πρέπει να μεταφέρεται με χρήση των κατάλληλων γι' αυτό λαβίδων. Τα θερμά γυάλινα σκεύη προκαλούν επώδυνα και πολλές φορές βαθιά εγκαύματα.
- Ο μέσος χρόνος ψύξης του γυαλιού είναι 15 λεπτά. Αν δεν υπάρχει η βεβαιότητα ότι ένα γυάλινο σκεύος είναι θερμό ή ψυχρό, αυτό να αντιμετωπίζεται πάντα ως θερμό.

Χρήση γυάλινων σκευών σε συνθήκες πίεσης ή κενού

- Πρέπει να χρησιμοποιείται προστατευτική οθόνη ή ο απαγωγός αερίων.
- Να αποφεύγονται οι τάσεις από υπερβολικό σφίξιμο λαβίδων και να στηρίζονται τα γυάλινα σκεύη με προσοχή.
- Να μην ασκείται ποτέ πίεση ή υποπίεση σε γυάλινα δοχεία που παρουσιάζουν ρωγμές ή χαραγές, λόγω κινδύνου θραύσης τους.
- Να μην υποβάλλονται τα γυάλινα σκεύη σε απότομες μεταβολές πίεσης, αλλιώς αυτή να αυξάνεται ή να ελαττώνεται σταδιακά.
- Να μην χρησιμοποιούνται ποτέ δοχεία με επίπεδη βάση για χαμηλές πιέσεις γιατί μπορεί να διαρραγούν προς τα μέσα. Για χαμηλές πιέσεις να χρησιμοποιούνται σφαιρικές φιάλες με χοντρά τοιχώματα.

ΧΡΗΣΗ ΠΗΓΩΝ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ & ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΥΡΚΑΓΙΩΝ**Ασφαλής χρήση εργαστηριακού λύχνου**

Η συννηθέστερη πηγή θερμότητας στο εργαστήριο είναι ο εργαστηριακός λύχνος (Bunsen, υγραερίου, ...). Ταυτόχρονα όμως αποτελεί περιβάλλον που μπορεί να προκαλέσει ατυχήματα (πυρκαγιά ή εγκαύματα). Για τον ασφαλή χειρισμό του λύχνου, λαμβάνονται προληπτικά μέτρα:

- Οι μαθητές θα πρέπει να διδαχθούν και εξασκηθούν στη χρήση του λύχνου.
Ο λύχνος δεν πρέπει να αφήνεται ποτέ χωρίς επίβλεψη και πρέπει να σβήνεται μετά τη χρήση του.
Όταν θερμαίνεται μια ουσία σε δοκιμαστικό σωλήνα, ο λύχνος θα πρέπει να θερμαίνει ομοιόμορφα όλο το μήκος του σωλήνα και όχι μόνον τοπικά.



- Θα πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα, ώστε ο θερμαινόμενος από το ήυχνο σωλήνας να μην είναι στραμμένος προς το πρόσωπο των πειραματιζόμενων. Οι ατμοί μπορεί να βλάψουν τα μάτια ή το αναπνευστικό σύστημα.
- Τα εύφλεκτα υλικά (διαλύτες, χαρτιά κλπ) πρέπει να απομακρύνονται από τον ήυχνο.
- Ο ελαστικός δακτύλιος επαφής του στελέχους του ήυχνου με τη φιάλη πρέπει να διατηρεί την ελαστικότητα του. Αυτό επιτυγχάνεται αλείφοντας το στέλεχος με βαζελίνη ή λάδι. Αν παρουσιάσει ραγίσματα, χρειάζεται αντικατάσταση.
- Η αποθήκευση των ανταλλακτικών φιαλών να γίνεται σε δροσερό μέρος, να αποφεύγεται η άμεση έκθεσή τους στην ηλιακή ακτινοβολία και η γεινίασή τους με πηγές θερμότητας.
- Να αποφεύγεται η πρόωρη αλλαγή φιάλης. Η αλλαγή φιάλης πρέπει να γίνεται πάντοτε κοντά σε ανοικτό παράθυρο και μακριά από εστίες θέρμανσης και τους μαθητές.
- Το άναμμα του ήυχνου γίνεται πρώτα με άναμμα του σπέρτου ή του αναπτήρα και έπεται το άνοιγμα της στρόφιγγας τροφοδοσίας του καυσίμου. Η αντίστροφη σειρά εγκυμονεί πολλαπλούς κινδύνους!
- Υπάρχουσα διαρροή διαπιστώνεται από τη χαρακτηριστική οσμή, τον ήχο της απώλειας και τη χαμηλή θερμοκρασία της φιάλης που προκαλείται από την εκτόνωση του καυσίμου.
- Οι οικιακοί ήυχνοι υγραερίου δεν ενδείκνυνται για ασφαλή χρήση στο εργαστήριο (ανατρέπονται εύκολα λόγω της μικρής βάσης στήριξης).

Αντιμετώπιση πυρκαγιών - Πυροσβεστήρες

Ως γνωστόν, για να προκληθεί πυρκαγιά είναι απαραίτητο να υπάρχει καύσιμη ύλη, οξυγόνο και θερμοκρασία υψηλότερη από τη θερμοκρασία ανάφλεξης (flashing point).

Η πρόληψη επομένως και κατάσβεση μιας πυρκαγιάς επιτυγχάνεται με την απομάκρυνση του ενός τουλάχιστον από τους τρεις παράγοντες, δηλαδή:

- Εξουδετέρωση - απομάκρυνση της καύσιμης ύλης
- Απομόνωση από την επαφή με οξυγόνο
- Ελάττωση της θερμοκρασίας

Η χρήση πυροσβεστήρων επιτυγχάνει την απομάκρυνση του οξυγόνου και την ελάττωση της θερμοκρασίας. Το νερό είναι το πιο κοινό μέσο που χρησιμοποιείται για την κατάσβεση πυρκαγιών. Η χρήση όμως του νερού δεν επιτρέπεται όταν υπάρχει ηλεκτρικό ρεύμα.

Ειδικά για την αντιμετώπιση πυρκαγιών που έχουν προκληθεί από χημικές ουσίες, η χρήση του νερού ίσως δεν είναι πάντοτε αποτελεσματική.

Επιπλέον, υπάρχουν υλικά που αντιδρούν βίαια ή εκρήγνυνται όταν έλθουν σε επαφή με το νερό. Ο ψεκασμός μιας χημικής ουσίας με νερό, όταν αυτή βρίσκεται εγκλωβισμένη σε περιορισμένο χώρο, πιθανόν να έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία εκρηκτικού μίγματος αερίων και εύφλεκτων ατμών. Σε αυτή την περίπτωση ίσως είναι προτιμότερο να αφεθεί η ουσία να καίγεται. Τα παράγωγα που προκύπτουν από την ένωση των ουσιών με το νερό, μπορεί να είναι πιο τοξικά ή διαβρωτικά και επικίνδυνα από τα παράγωγα που προκύπτουν από την καύση των υλικών χωρίς τη χρήση νερού.

Η επέμβαση με τον πυροσβεστήρα περιορίζεται σε εντοπισμένες μόνο αναφλέξεις οργάνων και συσκευών. Σε μεγαλύτερης έκτασης πυρκαγιές απαιτείται η άμεση κλήση της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας (Τηλ.:199).



Ανάλογα με την καύσιμη ύλη, οι πυροκαγιές διακρίνονται στους ακόλουθους τύπους, με τις αντίστοιχες σημάνσεις και το είδος του πυροσβεστήρα που είναι κατάλληλος για την αντιμετώπισή τους.

Τύπος - Σήμανση	Είδος καύσιμης ύλης	Τύπος πυροσβεστήρα
	ΣΤΕΡΕΑ καύσιμα πηλν μετάλλων (ξύλο, χαρτί, πλαστικά, ελαστικά, υφάσματα, κλπ)	ΑΦΡΟΣ ΞΗΡΑ ΣΚΟΝΗ ΝΕΡΟ
	ΥΓΡΑ καύσιμα (βενζίνη, πετρέλαιο, χρώματα, διαλυτικά, πίσσα, λάδια, λίπη, κλπ)	ΑΦΡΟΣ ΞΗΡΑ ΣΚΟΝΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΟ HALLON
	ΑΕΡΙΑ καύσιμα (προπάνιο, βουτάνιο, υδρογόνο, υγραέριο, ασετιλίνη, κλπ)	ΞΗΡΑ ΣΚΟΝΗ ΥΠΟΚΑΤΑΣΤΑΤΟ HALLON
	ΜΕΤΑΛΛΑ (νάτριο, μαγνήσιο, κάλιο, αλουμίνιο σκόνη, κλπ)	ΞΗΡΑ ΣΚΟΝΗ
	Όλα τα προηγούμενα, με παρουσία ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ	ΞΗΡΑ ΣΚΟΝΗ ΔΙΟΞΕΙΔΙΟ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Οι πυροσβεστήρες είναι αναρτημένοι σε εμφανές και προσβάσιμο σημείο του εργαστηρίου, μαζί με τις αντίστοιχες εικονογραφημένες οδηγίες χρήσης τους.

Με την ενεργοποίηση της σκανδάλης του πυροσβεστήρα, το περιεχόμενο εκτινάσσεται με πίεση, επικαλύπτει τη φλεγόμενη επιφάνεια και σταματά την αντίδραση καύσης.

Οι πυροσβεστήρες συνοδεύονται από ημερολόγιο ελέγχου και αναγόμωσης, η οποία πραγματοποιείται από ειδικευμένο συνεργείο.

Ειδικά οι πυροσβεστήρες σκόνης θα πρέπει να αναγομώνονται κάθε χρόνο.

Χρήσιμη είναι επίσης και η ύπαρξη ειδικής κουβέρτας για την κάλυψη των φλεγόμενων επιφανειών.



**ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ**

Τα Ειδικά Θέματα Ασφαλείας Χημείας και Βιολογίας απευθύνονται σε όλους εκείνους που άμεσα ή έμμεσα εμπλέκονται με χημικές ουσίες (διεξαγωγή πειραμάτων, διαχείριση και διάθεση χημικών ουσιών κλπ), οι οποίες έχουν χαρακτηριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως επικίνδυνες ουσίες (Ε.Ε. 259/93).

Η παρούσα αναφορά παρέχει βασικές γνώσεις που μπορεί να βοηθήσουν στη λήψη στοιχειωδών μέτρων ασφαλείας προς αποφυγή ατυχημάτων από χημικές ουσίες, για τα άτομα και το περιβάλλον.

Δεν αποτελεί σε καμία περίπτωση πλήρες εγχειρίδιο, η ανάγνωση του οποίου θα προλάμβανε ή θα μπορούσε να εξασφαλίσει την ασφαλή εργασία των μαθητών και εκπαιδευτικών και την προστασία του περιβάλλοντος, όσον αφορά το χειρισμό των χημικών ουσιών σε ένα εργαστήριο Φυσικών Επιστημών.

Η αξιολόγηση του βαθμού επικινδυνότητας και της σοβαρότητας των πιθανών ατυχημάτων με στόχο τη λήψη έγκυρων μέτρων, απαιτεί ειδικές γνώσεις που αποτελούν αντικείμενο ειδικών (Χημικών, Βιολόγων, Χημικών Μηχανικών, Τεχνικών κλπ).

Η κοινοτική νομοθεσία απαιτεί ότι στα κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης πρέπει να λαμβάνονται τα αναγκαία μέτρα, ώστε τα επικίνδυνα χημικά αντιδραστήρια και ουσίες να φέρουν σε εμφανές σημείο της συσκευασίας τους, εκτός από τις υπόλοιπες πληροφορίες σχετικά με το περιεχόμενο, ειδική σήμανση με:

- Την επικινδυνότητα του προϊόντος και τα διεθνή εικονίδια ένδειξης κινδύνου
- Τυποποιημένες φράσεις με τις οποίες υποδηλώνονται οι ιδιαίτεροι κίνδυνοι που συνδέονται με τη χρήση της ουσίας (κωδικοί Ενδείξεων Κινδύνου R)
- Τυποποιημένες φράσεις για τις οδηγίες ασφαούς χρήσης της ουσίας (κωδικοί Μέτρων Ασφαλείας S)

Επιπλέον λαμβάνεται σειρά μέτρων, ώστε η διάθεση και απόρριψη χημικών αποβλήτων να μην είναι επιβλαβής για το περιβάλλον.

Περιγράφονται στη συνέχεια:

οι κατηγορίες επικινδυνότητας ουσιών και οι αντίστοιχες σημάνσεις

οι κωδικοί Ενδείξεων Κινδύνου R με τον αντίστοιχο συνδυασμό κωδικών









οι κωδικοί Μέτρων Ασφαλείας S με τον αντίστοιχο συνδυασμό κωδικών και

οδηγίες διάθεσης και εξουδετέρωσης επικίνδυνων ουσιών και αντιδραστηρίων.






ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΝΣΕΙΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ

Σύμφωνα με οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του Γενικού Χημείου του Κράτους (329/83, Φ.Ε.Κ. 118/Α/8-9-93), οι επικίνδυνες ουσίες και τα παρασκευάσματα κατατάσσονται σε κατηγορίες επικινδυνότητας, οι οποίες αναγράφονται υποχρεωτικά στη συσκευασία τους με ευδιάκριτο μαύρο χρώμα και αντίστοιχη πορτοκαλί σήμανση:



A / A	Κατηγορία επικινδυνότητας	Σήμανση (*)
1	ΕΚΡΗΚΤΙΚΕΣ: Στερεές ή υγρές ουσίες και παρασκευάσματα που αντιδρούν εξώθερμα με ταυτόχρονη απότομη έκλυση μεγάλου όγκου αερίων, ακόμη και χωρίς την παρουσία ατμοσφαιρικού οξυγόνου, και που σε καθορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης εκπυρσοκροτούν, αναφλέγονται έντονα και γρήγορα ή εκρήγνυνται.	E  explosive
2	ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΕΣ: Ουσίες και παρασκευάσματα που, όταν έρθουν σε επαφή με άηθες ουσίες και ιδίως εύφλεκτες, προκαλούν ισχυρή εξώθερμη χημική αντίδραση.	O  oxidising
3	ΕΥΦΛΕΚΤΕΣ: Υγρές ή στερεές ουσίες και παρασκευάσματα που μπορούν να αναφλεγούν με την παρουσία εξωτερικής ενέργειας (φλόγα, εκκένωση, σπύθα,...), με σημείο ανάφλεξης (flashing point) 21 - 55 °C .	F  flammable
4	ΠΟΛΥ ΕΥΦΛΕΚΤΕΣ: Υγρές ουσίες και παρασκευάσματα που μπορούν να αυξήσουν τη θερμοκρασία τους και τελικά να αναφλεγούν στον αέρα σε κανονική θερμοκρασία και χωρίς εξωτερική παροχή ενέργειας. Στερεές ουσίες που μπορούν να αναφλεγούν εύκολα μετά από σύντομη επίδραση της πηγής ανάφλεξης και εξακολουθούν να φλέγονται και να καίγονται και μετά την απομάκρυνση της πηγής ανάφλεξης. Ουσίες σε υγρή κατάσταση που έχουν χαμηλό σημείο ανάφλεξης (μικρότερο των 21 °C) ή που, όταν έρχονται σε επαφή με το νερό ή με υγρό αέρα, εκλύουν εξαιρετικά εύφλεκτα αέρια σε μεγάλες ποσότητες.	F+  highly flammable
5	ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΕΥΦΛΕΚΤΕΣ: Υγρές ουσίες και παρασκευάσματα με εξαιρετικά χαμηλό σημείο ανάφλεξης (μικρότερο των 0 °C) και χαμηλό σημείο ζέσης (μικρότερο των 35 °C), καθώς και αέριες ουσίες και παρασκευάσματα τα οποία σε κανονική θερμοκρασία και πίεση αναφλέγονται στον αέρα.	F+  extremely flammable
6	ΤΟΞΙΚΕΣ: Ουσίες και παρασκευάσματα που με την εισπνοή, κατάποση ή απορρόφησή τους μέσω του δέρματος, ακόμα και σε μικρές ποσότητες, προκαλούν το θάνατο ή οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας (**).	T  toxic
7	ΠΟΛΥ ΤΟΞΙΚΕΣ: Ουσίες και παρασκευάσματα που με την εισπνοή, κατάποση ή απορρόφησή τους μέσω του δέρματος, ακόμα και σε ελάχιστη ποσότητα, προκαλούν το θάνατο ή οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας (**).	T+  very toxic
8	ΕΠΙΒΛΑΒΕΙΣ: Ουσίες και παρασκευάσματα που με την εισπνοή, κατάποση ή απορρόφησή τους μέσω του δέρματος, μπορούν να προκαλέσουν το θάνατο ή οξείες ή χρόνιες βλάβες της υγείας.	Xn  harmful



<p>9</p>	<p>ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΕΣ: Ουσίες και παρασκευάσματα που, όταν έλθουν σε επαφή με ζώντες ιστούς, μπορούν να τους καταστρέψουν.</p>	<p>C</p>  <p>corrosive</p>
<p>10</p>	<p>ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΤΙΚΕΣ: Ουσίες και παρασκευάσματα που, όταν εισπνέονται, καταπίνονται ή απορροφώνται μέσω του δέρματος, μπορεί να προκαλέσουν αντίδραση του οργανισμού (υπερευαίσθητοποίηση).</p>	
<p>11</p>	<p>ΕΡΕΘΙΣΤΙΚΕΣ: Ουσίες και παρασκευάσματα μη διαβρωτικά, τα οποία, με άμεση, παρατεταμένη ή επαναλαμβανόμενη επαφή με το δέρμα ή τους βλεννογόνους, μπορούν να προκαλέσουν φλεγμονές.</p>	<p>Xi</p>  <p>irritant</p>
<p>12</p>	<p>ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΟΥΣΙΕΣ Διακρίνονται οι: Καρκινογόνες (carcinogen): Ουσίες και παρασκευάσματα που με την εισπνοή, κατάποση ή απορρόφησή τους μέσω του δέρματος, μπορούν να προκαλέσουν καρκινογενετικό μηχανισμό. Μεταλλαξιογόνες (mutagen): Ουσίες και παρασκευάσματα που, με την εισπνοή, κατάποση ή απορρόφησή τους μέσω του δέρματος, μπορούν να προκαλέσουν κληρονομικά γενετικά ελαττώματα ή να αυξήσουν την πιθανότητα εμφάνισής τους. Τοξικές στην αναπαραγωγή: Ουσίες και παρασκευάσματα που με την εισπνοή, κατάποση ή απορρόφησή τους μέσω του δέρματος, μπορούν να προκαλέσουν κληρονομικά γενετικά ελαττώματα ή να αυξήσουν την πιθανότητα επιβλαβών φαινομένων σε απογόνους</p>	 <p>bio-hazardous</p>
<p>13</p>	<p>ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ: Ουσίες και παρασκευάσματα που, αν εισαχθούν στο περιβάλλον, αποτελούν ή μπορούν να αποτελέσουν άμεσο ή μελλοντικό κίνδυνο για έναν ή περισσότερους τομείς του περιβάλλοντος.</p>	<p>N</p>  <p>dangerous for the environment</p>
<p>14</p>	<p>ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΣ : Οι ραδιενεργές ουσίες και παρασκευάσματα που περιλαμβάνονται σε καταλόγους Χημείας έχουν χαμηλή δραστηριότητα και τα γενικά μέτρα φύλαξης που λαμβάνονται, είναι παρόμοια με των Τοξικών.</p>	 <p>radioactive</p>

(*)
 Η σήμανση **ΤΟΞΙΚΟ**, καλύπτει τις σημάνσεις **ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟ**, **ΕΡΕΘΙΣΤΙΚΟ** ή **ΕΠΙΒΛΑΒΕΣ**.
 Η σήμανση **ΔΙΑΒΡΩΤΙΚΟ**, καλύπτει τις σημάνσεις **ΕΡΕΘΙΣΤΙΚΟ** και **ΕΠΙΒΛΑΒΕΣ**.
 Η σήμανση **ΕΚΡΗΚΤΙΚΟ**, καλύπτει τις σημάνσεις **ΠΟΛΥ ΕΥΦΛΕΚΤΟ** και **ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟ**.

(**) **Οι τοξικές ουσίες (δηλητήρια)** φέρουν ένδειξη επικινδυνότητας (**Poison class**):
 CH 1* Πολύ ισχυρές τοξίνες (καρκινογενετικές, μεταλλαξιογενείς, τερατογεννητικές ουσίες)
 CH 1 - 2 Πολύ ισχυρές τοξίνες
 CH 3 Ισχυρές τοξίνες
 CH 4 Ουσίες και προϊόντα που πρέπει να θεωρούνται επιβλαβή
 CH 5 Ουσίες και προϊόντα με χαμηλό ενδεχόμενο επικινδυνότητας
 CH F Ακίνδυνες ουσίες για τις οποίες δεν τίθεται θέμα κατάταξης ως προς την επικινδυνότητα.



ΚΩΔΙΚΟΙ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (Κώδικας R)

R1	Εκρηκτικό σε ξηρή κατάσταση
R2	Κίνδυνος έκρηξης από τράνταγμα, τριβή, φωτιά, ή άλλες πηγές ανάφλεξης
R3	Πολύ μεγάλος κίνδυνος έκρηξης από τράνταγμα, τριβή, φωτιά, ή άλλες πηγές ανάφλεξης
R4	Σχηματίζει πολύ ευαίσθητες εκρηκτικές μεταλλικές ενώσεις
R5	Θέρμανση μπορεί να προκαλέσει έκρηξη
R6	Εκρηκτικό σε επαφή ή χωρίς επαφή με τον αέρα
R7	Μπορεί να προκαλέσει πυρκαγιά
R8	Μπορεί να προκαλέσει την ανάφλεξη καυσίμων υλικών σε επαφή με αυτά
R9	Εκρηκτικό όταν αναμιχθεί με καύσιμα υλικά
R10	Εύφλεκτο
R11	Πολύ εύφλεκτο
R12	Εξαιρετικά εύφλεκτο
R13	Εξαιρετικά εύφλεκτο υγροποιημένο αέριο
R14	Αντιδρά βίαια με νερό
R15	Σε επαφή με νερό ελευθερώνονται πολύ εύφλεκτα αέρια
R16	Εκρηκτικό όταν αναμιχθεί με οξειδωτικές ουσίες
R17	Αυτοαναφλέγεται στον αέρα
R18	Κατά τη χρήση μπορεί να σχηματίσει εύφλεκτα / εκρηκτικά μίγματα ατμού / αέρα
R19	Μπορεί να σχηματίσει εκρηκτικά υπεροξειδία
R20	Βλαβερό όταν εισπνέεται
R21	Βλαβερό σε επαφή με το δέρμα
R22	Βλαβερό σε περίπτωση κατάποσης
R23	Τοξικό όταν εισπνέεται
R24	Τοξικό σε επαφή με το δέρμα
R25	Τοξικό σε περίπτωση κατάποσης
R26	Πολύ τοξικό όταν εισπνέεται
R27	Πολύ τοξικό σε επαφή με το δέρμα
R28	Πολύ τοξικό σε περίπτωση κατάποσης
R29	Σε επαφή με το νερό ελευθερώνονται τοξικά αέρια
R30	Κατά τη χρήση γίνεται πολύ εύφλεκτο
R31	Σε επαφή με οξέα ελευθερώνονται τοξικά αέρια
R32	Σε επαφή με οξέα ελευθερώνονται πολύ τοξικά αέρια
R33	Κίνδυνος αθροιστικών επιδράσεων
R34	Προκαλεί εγκαύματα
R35	Προκαλεί σοβαρά εγκαύματα



R36	Ερεθίζει τα μάτια
R37	Ερεθίζει το αναπνευστικό σύστημα
R38	Ερεθίζει το δέρμα
R39	Κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων
R40	Πιθανοί κίνδυνοι μόνιμων επιδράσεων
R41	Κίνδυνος σοβαρών οφθαλμικών βλαβών
R42	Μπορεί με την εισπνοή του να προκαλέσει ευαισθητοποίηση
R43	Μπορεί κατά την επαφή με το δέρμα να προκαλέσει ευαισθητοποίηση
R44	Κίνδυνος έκρηξης αν θερμανθεί σε κλειστή ατμόσφαιρα
R45	Μπορεί να προκαλέσει καρκίνο
R46	Μπορεί να προκαλέσει κληρονομικές γενετικές βλάβες
R47	Μπορεί να προκαλέσει εκ γενετής παραμορφώσεις
R48	Κίνδυνος σοβαρής βλάβης για την υγεία μετά από παρατεταμένη έκθεση
R49	Μπορεί να προκαλέσει καρκίνο όταν εισπνέεται
R50	Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς
R51	Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς
R52	Βλαβερό για τους υδρόβιους οργανισμούς
R53	Μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον
R54	Τοξικό για τη χλωρίδα
R55	Τοξικό για την πανίδα
R56	Τοξικό για τους οργανισμούς του εδάφους
R57	Τοξικό για τις μέλισσες
R58	Μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον
R59	Επικίνδυνο για την στοιβάδα του όζοντος
R60	Μπορεί να εξασθενήσει τη γονιμότητα
R61	Μπορεί να βλάψει το έμβρυο κατά τη διάρκεια της κύησης
R62	Πιθανός κίνδυνος για εξασθένηση της γονιμότητας
R63	Πιθανός κίνδυνος δυσμενών επιδράσεων στο έμβρυο κατά τη διάρκεια της κύησης
R64	Μπορεί να βλάψει τα βρέφη που τρέφονται με μητρικό γάλα
R65	Επιβλαβές: μπορεί να προκαλέσει βλάβη στους πνεύμονες σε περίπτωση κατάποσης
R66	Επαναλαμβανόμενη έκθεση μπορεί να δημιουργήσει ξηροδερμία ή σκασίματα
R67	Η εισπνοή των ατμών μπορεί να προκαλέσει νύστα ή ζάλη



ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ ΚΙΝΔΥΝΟΥ (Κώδικας R)

R14/15	Αντιδρά βίαια σε επαφή με το νερό, ελευθερώνοντας πολύ εύφλεκτα αέρια.
R15/29	Σε επαφή με το νερό ελευθερώνονται τοξικά, πολύ εύφλεκτα αέρια
R20/21	Βλαβερό όταν εισπνέεται και όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R20/21/22	Βλαβερό όταν εισπνέεται, όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R20/22	Βλαβερό όταν εισπνέεται και σε περίπτωση κατάποσης
R21/22	Βλαβερό σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R23/24	Τοξικό όταν εισπνέεται και όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R23/24/25	Τοξικό όταν εισπνέεται, όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R23/25	Τοξικό όταν εισπνέεται και σε περίπτωση κατάποσης
R24/25	Τοξικό σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R26/27	Πολύ τοξικό όταν εισπνέεται και όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R26/27/28	Πολύ τοξικό όταν εισπνέεται, όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R26/28	Πολύ τοξικό όταν εισπνέεται και σε περίπτωση κατάποσης
R27/28	Πολύ τοξικό σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R36/37	Ερεθίζει τα μάτια και το αναπνευστικό σύστημα
R36/37/38	Ερεθίζει τα μάτια, το αναπνευστικό σύστημα και το δέρμα
R36/38	Ερεθίζει τα μάτια και το δέρμα
R37/38	Ερεθίζει το αναπνευστικό σύστημα και το δέρμα
R39/23	Τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται
R39/23/24	Τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται και όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R39/23/24/25	Τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R39/23/25	Τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται και σε περίπτωση κατάποσης
R39/24	Τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R39/24/25	Τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R39/25	Τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων σε περίπτωση κατάποσης
R39/26	Πολύ τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται
R39/26/27	Πολύ τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται και όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R39/26/27/28	Πολύ τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται, όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R39/26/28	Πολύ τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται και σε περίπτωση κατάποσης
R39/27	Πολύ τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R39/28	Πολύ τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων σε περίπτωση κατάποσης



R39/27/28	Πολύ τοξικό: κίνδυνος πολύ σοβαρών μόνιμων επιδράσεων όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R40/20	Βλαβερό: πιθανοί κίνδυνοι μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται
R40/20/21	Βλαβερό: πιθανοί κίνδυνοι μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται και όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R40/20/21/22	Βλαβερό: πιθανοί κίνδυνοι μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται, όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R40/20/22	Βλαβερό: πιθανοί κίνδυνοι μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται και σε περίπτωση κατάποσης
R40/22	Βλαβερό: πιθανοί κίνδυνοι μόνιμων επιδράσεων σε περίπτωση κατάποσης
R40/21	Βλαβερό: πιθανοί κίνδυνοι μόνιμων επιδράσεων όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R40/21/22	Βλαβερό: πιθανοί κίνδυνοι μόνιμων επιδράσεων όταν εισπνέεται και σε περίπτωση κατάποσης
R42/43	Μπορεί να προκαλέσει ευαισθητοποίηση όταν εισπνέεται και όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R48/20	Βλαβερό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη εισπνοή
R48/20/21	Βλαβερό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη εισπνοή, και όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R48/20/21/22	Βλαβερό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη εισπνοή, όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα, και σε περίπτωση κατάποσης
R48/20/22	Βλαβερό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη εισπνοή και σε περίπτωση κατάποσης
R48/21	Βλαβερό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη επαφή με το δέρμα
R48/21/22	Βλαβερό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R48/22	Βλαβερό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη κατάποση
R48/23	Τοξικό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη εισπνοή
R48/23/24	Τοξικό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη εισπνοή και όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα
R48/23/24/25	Τοξικό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη εισπνοή, σε επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R48/23/25	Τοξικό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη εισπνοή και σε περίπτωση κατάποσης
R48/24	Τοξικό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη επαφή με το δέρμα
R48/24/25	Τοξικό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη επαφή με το δέρμα και σε περίπτωση κατάποσης
R48/25	Τοξικό: κίνδυνος σοβαρής βλάβης της υγείας ύστερα από παρατεταμένη κατάποση
R50/53	Πολύ τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον
R51/53	Τοξικό για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον
R52/53	Βλαβερό για τους υδρόβιους οργανισμούς, μπορεί να προκαλέσει μακροχρόνιες δυσμενείς επιπτώσεις στο υδάτινο περιβάλλον

**ΚΩΔΙΚΟΙ ΜΕΤΡΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (Κώδικας S)**

S1	Φυλάσσεται κλειδωμένο
S2	Μακριά από παιδιά
S3	Να φυλάσσεται σε δροσερό μέρος
S4	Μακριά από κατοικημένους χώρους
S5	Διατηρείται το περιεχόμενο μέσα σε ... (το είδος του κατάλληλου υγρού καθορίζεται από τον κατασκευαστή)
S6	Διατηρείται σε ατμόσφαιρα ... (το είδος του αδρανούς αερίου καθορίζεται από τον κατασκευαστή)
S7	Το δοχείο διατηρείται ερμητικά κλεισμένο
S8	Το δοχείο προστατεύεται από υγρασία
S9	Το δοχείο να διατηρείται σε καλά αεριζόμενο μέρος
S12	Μη διατηρείτε το δοχείο ερμητικά κλειστό
S13	Μακριά από τρόφιμα, ποτά και ζωοτροφές
S14	Μακριά από ... (ασύμβατες ουσίες που καθορίζονται από τον κατασκευαστή)
S15	Μακριά από θερμότητα
S16	Μακριά από πηγές ανάφλεξης - Απαγορεύεται το κάπνισμα
S17	Μακριά από καύσιμες ουσίες
S18	Χειριστείτε και ανοίξτε το δοχείο προσεκτικά
S20	Μη τρώτε και μην πίνετε όταν το χρησιμοποιείτε
S21	Μη καπνίζετε όταν το χρησιμοποιείτε
S22	Μην εισπνέετε τη σκόνη
S23	Μην αναπνέετε αέρια /καπνούς /ατμούς (όρος(οι) κατάλληλος(οι) να υποδειχθεί(ουν) από τον κατασκευαστή)
S24	Αποφύγετε την επαφή με το δέρμα
S25	Αποφύγετε την επαφή με τα μάτια
S26	Σε περίπτωση επαφής με τα μάτια πλύντε αμέσως με άφθονο νερό και ζητήστε ιατρική συμβουλή
S27	Αφαιρέστε αμέσως όλη τα ενδύματα που έχουν μολυνθεί
S28	Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα πλύντε αμέσως με άφθονο νερό ... (το είδος του υγρού καθορίζεται από τον κατασκευαστή)
S29	Μη ρίχνετε τα υπολείμματα στην αποχέτευση
S30	Ποτέ μη προσθέτετε νερό στο προϊόν αυτό
S33	Λάβετε προστατευτικά μέτρα έναντι ηλεκτροστατικών εκκενώσεων
S34	Αποφύγετε τσαντάγματα και τριβή
S35	Πάρτε τις απαραίτητες προφυλάξεις προκειμένου να πετάξετε το προϊόν και τη συσκευασία του
S36	Φοράτε κατάλληλη προστατευτική ενδυμασία
S37	Φοράτε κατάλληλα γάντια
S38	Σε περίπτωση μη επαρκούς αερισμού χρησιμοποιείτε κατάλληλη αναπνευστική συσκευή



S39	Χρησιμοποιείτε συσκευή προστασίας ματιών/προσώπου
S40	Για τον καθαρισμό του πατώματος και όλων των αντικειμένων που έχουν μολυνθεί από αυτό το υλικό χρησιμοποιείτε ... (το είδος καθορίζεται από τον κατασκευαστή)
S41	Σε περίπτωση πυρκαγιάς ή/ και έκρηξης μην αναπνέετε τους καπνούς
S42	Σε περίπτωση παραγωγής καπνού ή ατμών χρησιμοποιείτε κατάλληλη αναπνευστική συσκευή [όρος(οι) κατάλληλος(οι) να υποδειχθεί(ουν) από τον κατασκευαστή]
S43	Σε περίπτωση πυρκαγιάς χρησιμοποιείτε ... (αναφέρατε το ακριβές είδος μέσων κατάσβεσης. Αν το νερό αυξάνει τον κίνδυνο, προσθέστε: Μην χρησιμοποιείτε ποτέ νερό)
S44	Αν αισθανθείτε αδιαθεσία ζητήστε ιατρική συμβουλή (δείξτε την ετικέτα όπου αυτό είναι δυνατό)
S45	Σε περίπτωση ατυχήματος ή αν αισθανθείτε αδιαθεσία, ζητήστε ιατρική συμβουλή (δείξτε την ετικέτα όπου αυτό είναι δυνατό)
S46	Σε περίπτωση κατάποσης να ζητηθεί αμέσως ιατρική συμβουλή και να επιδειχθεί το δοχείο ή η ετικέτα
S47	Διατηρείται σε θερμοκρασία ίση ή κατώτερη των ... (καθορίζεται από τον κατασκευαστή)
S48	Διατηρείται υγρό με ... (κατάλληλο υγρό που πρέπει να καθοριστεί από τον κατασκευαστή)
S49	Διατηρείται μόνο μέσα στο αρχικό δοχείο
S50	Να μην αναμιχθεί με ... (καθορίζεται από τον κατασκευαστή)
S51	Χρησιμοποιείται μόνο σε χώρους με πολύ καλό αερισμό
S52	Να μη χρησιμοποιηθεί σε ευρείες επιφάνειες σε κατοικούμενους χώρους
S53	Αποφύγετε την έκθεση-εφοδιαστείτε με τις ειδικές οδηγίες πριν τη χρήση
S54	Να ληφθεί η σύμφωνη γνώμη των αρχών ελέγχου της ρύπανσης πριν από τη διοχέτευση σε εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων/αποβλήτων
S55	Να γίνει επεξεργασία με την καλύτερη διαθέσιμη μέθοδο πριν από τη διοχέτευση σε υπονόμους ή στο υδάτινο περιβάλλον
S56	Να μη διοχετευτεί σε δίκτυο υπονόμων ή στο περιβάλλον. Να διατεθεί σε εγκεκριμένο χώρο συλλογής αποβλήτων
S57	Να χρησιμοποιηθεί κατάλληλο περιβάλλον έτσι ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση του περιβάλλοντος
S58	Κατά τη διάθεσή του να θεωρηθεί επικίνδυνο απόβλητο
S59	Ζητήστε πληροφορίες από τον παραγωγό/προμηθευτή για ανάκτηση/ανακύκλωση
S60	Το υλικό και ο περιέκτης του να θεωρηθούν κατά τη διάθεσή τους επικίνδυνα απόβλητα
S61	Αποφύγετε την ελευθέρωσή του στο περιβάλλον. Αναφερθείτε σε ειδικές οδηγίες/δεητήριο δεδομένου ασφαλείας
S62	Σε περίπτωση κατάποσης να μην προκληθεί εμετός: Ζητήστε αμέσως ιατρική συμβουλή και δείξτε το δοχείο ή την ετικέτα του
S63	Σε περίπτωση ατυχήματος λόγω εισπνοής των ατμών μεταφέρετε τον πάσχοντα στον καθαρό αέρα και διατηρείστε τον σε άνετη θέση
S64	Σε περίπτωση κατάποσης ξεπλύνετε το στόμα με νερό (μόνο εφόσον ο πάσχων διατηρεί τις αισθήσεις)



ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ ΜΕΤΡΩΝ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (Κώδικας S)

S1/2	Φυλάξτε το κλειδωμένο και μακριά από παιδιά
S3/9/14	Διατηρείται σε δροσερό και καλά αεριζόμενο μέρος μακριά από ... (ασύμβατα υλικά που υποδεικνύονται από τον κατασκευαστή)
S3/9/14/49	Διατηρείται μόνο μέσα στο αρχικό δοχείο σε δροσερό και καλά αεριζόμενο μέρος μακριά από ... (ασύμβατα υλικά που υποδεικνύονται από τον κατασκευαστή)
S3/9/49	Διατηρείται μόνο μέσα στο αρχικό δοχείο σε δροσερό μέρος
S3/14	Διατηρείται σε δροσερό μέρος μακριά από ... (ασύμβατα υλικά που υποδεικνύονται από τον κατασκευαστή)
S3/7	Το δοχείο διατηρείται ερμητικά κλειστό και σε δροσερό μέρος
S7/8	Το δοχείο διατηρείται ερμητικά κλειστό και προστατεύεται από την υγρασία
S7/9	Το δοχείο διατηρείται ερμητικά κλειστό και σε καλά αεριζόμενο μέρος
S7/47	Το δοχείο διατηρείται ερμητικά κλειστό και σε θερμοκρασία ίση ή κατώτερη των ... (καθορίζεται από τον κατασκευαστή)
S20/21	Όταν το χρησιμοποιείτε μην τρώτε, πίνετε ή καπνίζετε
S24/25	Αποφεύγετε την επαφή με το δέρμα και τα μάτια
S27/28	Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα, αφαιρέστε αμέσως όλα τα ενδύματα που έχουν μολυνθεί και πλύνετε αμέσως με άφθονο ... (το είδος του υγρού καθορίζεται από τον κατασκευαστή)
S29/35	Μη ρίχνετε τα υπολείμματα στην αποχέτευση, πάρτε τις απαραίτητες προφυλάξεις προκειμένου να πετάξετε το προϊόν και τη συσκευασία του
S29/56	Μη ρίχνετε τα υπολείμματα στην αποχέτευση, μην το διοχετεύετε σε δίκτυο υπονόμων ή στο περιβάλλον, διαθέστε το σε εγκεκριμένο χώρο συλλογής αποβλήτων
S36/37	Φοράτε κατάλληλη προστατευτική ενδυμασία και γάντια
S36/37/39	Φοράτε κατάλληλη προστατευτική ενδυμασία, γάντια και συσκευή προστασίας ματιών / προσώπου
S36/39	Φοράτε κατάλληλη προστατευτική ενδυμασία και συσκευή προστασίας ματιών / προ- σώπου
S37/39	Φοράτε κατάλληλα γάντια και συσκευή προστασίας ματιών/ προσώπου
S47/49	Διατηρείται μόνο μέσα στο αρχικό δοχείο σε θερμοκρασία ίση ή κατώτερη των ... (καθ- ορίζεται από τον κατασκευαστή)



ΔΙΑΘΕΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΤΗΡΙΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΛΕΙΜΜΑΤΩΝ

Κατά τη χρήση αντιδραστηρίων στο εργαστήριο Φυσικών Επιστημών, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στην κατάλληλη διάθεση των χημικών αντιδραστηρίων και λοιπών αποβλήτων, για την ασφάλεια των στόμων, του εργαστηριακού χώρου και την προστασία του περιβάλλοντος.

Θα πρέπει να αποφευχθεί εντελώς η απόρριψη των επικίνδυνων αποβλήτων στο αστικό δίκτυο αποχέτευσης. Πολλά από τα χημικά απορρίμματα δεν μπορούν να αποσυντεθούν από το σύστημα βιολογικού καθαρισμού και εισέρχονται στο περιβάλλον ως έχουν.

Πριν από κάθε προγραμματισμό διαδικασίας απόρριψης, θα πρέπει επίσης να ελεγχθεί εάν υπάρχει δυνατότητα ανακύκλωσης κάποιων μιγμάτων ή προϊόντων χημικών αντιδράσεων.

Αποτελεί προληπτική αρχή η ετοιμασία και φύλαξη μικρών μόνο και αραιών ποσοτήτων διαλυμάτων και παρασκευασμάτων που να καλύπτουν βραχύχρονες ανάγκες. Η διαδικασία διάθεσης λαμβάνει υπόψη Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε. 259/93), όπου ορίζονται τα είδη που θεωρούνται ως χημικά απόβλητα ή ως είδη που απαιτούν ιδιαίτερο χειρισμό.

Φύλαξη εργαστηριακών αποβλήτων

Η διαχείριση των τοξικών και επικίνδυνων αποβλήτων πρέπει να γίνεται με τρόπο ώστε:

- Να μη δημιουργεί κινδύνους ρύπανσης για τα επιφανειακά, υπόγεια ή θαλάσσια νερά, τον αέρα ή το έδαφος, καθώς και δυσμενείς επιπτώσεις για τη χλωρίδα και την πανίδα και την εν γένει γεωργοκτηνοτροφική και αθιευτική παραγωγή
- Να μην προκαλεί οχλήσεις από θόρυβο ή οσμές
- Να μην προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στη φύση, το τοπίο και μάλιστα σε περιοχές ιδιαίτερου ενδιαφέροντος.

Τα απόβλητα ενός εργαστηρίου θα πρέπει να συγκεντρώνονται και να φυλάσσονται σε σειρά από ειδικά δοχεία, ανάλογα με το είδος του χημικού αντιδραστηρίου που περιέχουν.

Τα δοχεία είναι χαρακτηρισμένα με εμφανή σήμανση, σύμφωνα με την παρακάτω κατηγοριοποίηση ειδών. Η σήμανση συνοδεύεται επίσης με τα αντίστοιχα σύμβολα κινδύνου και λεκτική περιγραφή της επικινδυνότητας. Τα δοχεία κάθε κατηγορίας πληρούν προδιαγραφές που καθορίζονται από το περιεχόμενό τους. Τα είδη που κοινά αναμειγνύονται σε κάθε κατηγορία δοχείου, δε θα πρέπει να αντιδρούν μεταξύ τους:

Κατηγορία	Περιεχόμενο
A	Μη αθιογονούχοι οργανικοί διαλύτες και διαλύματα οργανικών ουσιών
B	Αθιογονούχοι οργανικοί διαλύτες και διαλύματα οργανικών ουσιών ΠΡΟΣΟΧΗ! Όχι δοχείο αλουμινίου
C	Στερεά υπολείμματα οργανικών αντιδραστηρίων
D	Διαλύματα αλάτων με pH 6-8
E	Τοξικά ανόργανα ιζήματα και άλατα βαρέων μετάλλων και διαλυμάτων
F	Τοξικά εύφλεκτα παρασκευάσματα
G	Υδράργυρος και ιζήματα ανόργανων αλάτων με υδράργυρο
H	Ιζήματα μεταλλικών αλάτων. Κάθε μέταλλο συλλέγεται χωριστά
I	Ανόργανα στερεά
K	Συγκεντρώσεις γυαλιών, μετάλλων και πλαστικών αποβλήτων σε χωριστά δοχεία



Η παραλαβή των δοχείων και η επεξεργασία και διάθεση του περιεχομένου τους, αποτελεί αντικείμενο ειδικού τμήματος των κατασκευαστριών και προμηθευτριών εταιριών.

Συγκέντρωση και εξουδετέρωση εργαστηριακών αποβλήτων

Συνήθως είναι δυνατό να απενεργοποιηθεί η επίδραση των αποβλήτων πριν τη συλλογή τους, ώστε να παραχθούν ακίνδυνα δευτερογενή προϊόντα που να επιτρέπουν την ασφαλέστερη αποθήκευση και διάθεση. Σχετική οδηγία ή αρμόδιο όργανο (οδηγία Ε.Ε., κατασκευαστής, προμηθευτής κλπ), πληροφορεί εάν το κάθε είδος θα πρέπει πρώτα να εξουδετερωθεί πριν τη συγκέντρωση.

Η διαδικασία της εξουδετέρωσης μπορεί να συνοδεύεται από δραστικές αντιδράσεις που ενέχουν κινδύνους και επομένως θα πρέπει να διεξάγεται από εξειδικευμένο προσωπικό που έχει λάβει τα απαραίτητα μέτρα ασφαλείας (γάντια, θάλαμος με απαγωγό αερίων, προσωπίδα κλπ).

Η διαδικασία εξουδετέρωσης ακολουθεί τους γενικούς κανόνες ασφαλείας για το χειρισμό των χημικών ουσιών. Για κάθε κατηγορία ουσιών παρέχονται στη συνέχεια γενικές κατευθύνσεις εξουδετέρωσης και διάθεσης, οι οποίες όμως δεν αποτελούν αυστηρή διαδικασία που προτείνεται να εφαρμοστεί. Δεν παρέχεται επομένως εγγύηση ότι η πραγματοποίηση της διαδικασίας εξουδετέρωσης επικίνδυνων ουσιών, όπως περιγράφεται, οδηγεί σε πλήρη και ασφαλή εξουδετέρωση, αν δε διεξάγεται από ειδικευμένο προσωπικό (Χημικό, Χημικό Μηχανικό, κλπ).

Οι οδηγίες εξουδετέρωσης που περιγράφονται, συνοδεύονται από τον κωδικό του αντίστοιχου δοχείου απόρριψης, στο οποίο μπορεί να φυλαχτούν τα προϊόντα.

Οδηγίες διάθεσης και εξουδετέρωσης

- 1 Μη αθιογονούχοι οργανικοί διαλύτες, ισχυρά επιβαρημένοι από ξένες ουσίες, σε δοχείο Α.
- 2 Αθιογονούχοι οργανικοί διαλύτες και διαλύματα οργανικών ουσιών που περιέχουν αθιογόνα, σε δοχείο Β. Προσοχή! όχι δοχείο από αλουμίνιο. Στην περίπτωση υδατικών και χλωριωμένων αποβλήτων δε χρησιμοποιούνται δοχεία από ανοξείδωτο ατσάλι, λόγω κινδύνου διάβρωσης και διαρροής.
- 3 Σχετικά μη δραστικά οργανικά αντιδραστήρια συγκεντρώνονται στο δοχείο Α. Εάν περιέχουν αθιογόνα συγκεντρώνονται στο δοχείο Β. Για τα στερεά υπολείμματα, το δοχείο C.
- 4 Υδατικά διαλύματα οργανικών οξέων πρέπει να εξουδετερώνονται με όξινο ανθρακικό νάτριο NaHCO_3 (σόδα του φαγητού) ή NaOH (καυστική σόδα). Πριν την απόρριψη στο δοχείο D πρέπει να ελεγχθεί το pH με πεχαμετρικό χαρτί. Αρωματικά καρβοξυλικά οξέα πρέπει να σχηματίσουν ίζημα με υδροχλωρικό οξύ, μέσω φίλτρου διήθησης κενού. Ίζημα στο δοχείο C και διήθημα στο δοχείο D.
- 5 Βάσεις και αμίνες σε διάλυμα, στο δοχείο Α ή Β. Για την αποφυγή δυσάρεστων οσμών θα πρέπει να εξουδετερωθούν με διαλύματα υδροχλωρικού ή θειικού οξέος. Πριν την απόρριψη πρέπει να ελεγχθεί το pH με πεχαμετρικό χαρτί.
- 6 Νιτρίλια (-CN) και μερκαπτάνες (-SH) θα πρέπει να οξειδωθούν με ανάδευση για αρκετές ώρες με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaClO). Οργανική φάση: δοχείο Α, υδατική φάση δοχείο D.
- 7 Υδατοδιαλυτές αλδεύδες πρέπει να μετατραπούν σε δισουλφιδικά παράγωγα, με πυκνό υδατικό διάλυμα όξινου θειώδους νατρίου NaHSO_3 . Δοχεία Α ή Β.



- 8 Οργανικά παρασκευάσματα, ευαίσθητα για υδρόλυση και διαλυμένα σε οργανικούς διαλύτες, πρέπει να αναδεύονται εγχυόμενα σε βουτανόλη και να αραιώνονται με νερό. Τα εύφλεκτα αέρια απομακρύνονται από τον απαγωγό αερίων. Οργανική φάση: δοχείο A, υδατική φάση δοχείο D.
- 9 Καρκινογόνα ή εύφλεκτα παρασκευάσματα με ένδειξη "Λίαν Τοξικό" και "Τοξικό" (εκτός από διαλύτες) στο δοχείο F. Τα αηκυθιοσουλφονικά παράγωγα ($R-OSO_2H$) είναι καρκινογόνα και δεν πρέπει να εισπνέονται ή να έρχονται σε επαφή με το δέρμα. Για την εξουδετέρωσή τους πρέπει να αναμιγνύονται, μέσω διαχωριστικού κωνίου, με πυκνό διάλυμα αμμωνίας χαμηλής θερμοκρασίας. Πριν την απόρριψη στο δοχείο D πρέπει να ελεγχθεί το pH με πεχαμετρικό χαρτί.
- 10 Οργανικά υπεροξειδία μπορούν να ανιχνευτούν σε υδατικά ή οργανικά διαλύματα με ειδικό test και να εξουδετερωθούν με ειδικό kit εξουδετέρωσης. Οργανικά υπολείμματα στο δοχείο A ή B και τα υδατικά διαλύματα στο δοχείο D.
- 11 Αιθονογόνια οξέων πρέπει να αναμιγνύονται σταγόνα - σταγόνα σε ποσότητα μεθανόλης για τη μετατροπή τους στον αντίστοιχο μεθυλεστέρα και στη συνέχεια να εξουδετερώνονται με διάλυμα NaOH. Πριν την απόρριψη στο δοχείο B, πρέπει να ελεγχθεί το pH με πεχαμετρικό χαρτί.
- 12 Ανόργανα οξέα πρέπει να αραιώνονται ή να υδρολύονται με ανάδευση σε ψυχρό νερό και να εξουδετερώνονται με διάλυμα NaOH. Πριν την απόρριψη στο δοχείο D, πρέπει να ελεγχθεί το pH με πεχαμετρικό χαρτί. Το πυκνό θειικό οξύ πρέπει πρώτα να αραιώνεται αργά σταγόνα - σταγόνα έως την περιεκτικότητα 40%, με ταυτόχρονη ψύξη. Οι ατμοί των οξέων πρέπει να διέρχονται ως φυσαλίδες μέσα από αραιωμένο διάλυμα NaOH.
- 13 Οι βάσεις πρέπει να αραιώνονται με συνεχή ανάδευση σε νερό και να εξουδετερώνονται με υδροχλωρικό οξύ. Πριν την απόρριψη στο δοχείο D πρέπει να ελεγχθεί το pH με πεχαμετρικό χαρτί.
- 14 Τα ανόργανα άλατα στο δοχείο I. Τα ουδέτερα διαλύματα των αλάτων αυτών στο δοχείο D, αφού πρώτα ελεγχθεί το pH με πεχαμετρικό χαρτί.
- 15 Διαλύματα και στερεά που περιέχουν βαρέα μέταλλα στο δοχείο E.
- 16 Ανόργανα παρασκευάσματα σεληνίου είναι τοξικά και πρέπει να φυλάσσονται με προσοχή στο δοχείο E.
- 17 Το βηρύλλιο και τα άλατά του είναι καρκινογόνα. Πρέπει να αποφεύγεται η εισπνοή και η επαφή με το δέρμα. Φύλαξη στο δοχείο E.
- 18 Η διάθεση των ραδιενεργών παρασκευασμάτων καθορίζεται από σχετική νομοθεσία.
- 19 Ανόργανα υδραργυρικά ιζήματα φυλάσσονται στο δοχείο G.
- 20 Τα κυανιούχα άλατα πρέπει πρώτα να οξειδώνονται με υπεροξείδιο του υδρογόνου H_2O_2 σε pH 10 - 11. Φύλαξη σε δοχείο D.
- 21 Τα ανόργανα υπεροξειδία και οξειδωτικά εξουδετερώνονται με αναγωγή με διάλυμα όξινου θειοθειικού νατρίου ($NaHSO_3$) και φυλάσσονται στο δοχείο D.



- 22 Το υδροφθόριο και τα φθοριούχα ανόργανα διαλύματα πρέπει να τα χειριζόμαστε με μεγάλη προσοχή και χωρίς να έρχονται σε επαφή με το δέρμα. Για την απόρριψη πρέπει να λαμβάνονται, με ανθρακικό ασβέστιο, ιζήματα φθοριούχου ασβεστίου που φυλάσσονται στο δοχείο Ι.
- 23 Υπολείμματα υγρών ανόργανων αλκογονιδίων και αντιδραστήρια ευαίσθητα σε υδρόλυση, πρέπει να αναδεύονται σταγόνα - σταγόνα σε διάλυμα 10% NaOH χαμηλής θερμοκρασίας και να φυλάσσονται στο δοχείο Ε.
- 24 Ο λευκός φώσφορος διατηρείται σε νερό, γιατί, όταν εκτίθεται στον ατμοσφαιρικό αέρα, είναι εξαιρετικά τοξικός και οξειδώνεται εξώθερμα προς πεντοξείδιο φωσφόρου. Ο ερυθρός φώσφορος δεν είναι τοξικός, αλλά δεν πρέπει να έρθει σε επαφή με οξειδωτικές ουσίες. Παρασκευάσματα φωσφόρου πρέπει να οξειδώνονται σε περιβάλλον αδρανούς αερίου με διάλυμα υποχλωριώδους νατρίου (NaClO) με την προσθήκη 5% NaOH. Για τη φύλαξη, τα φωσφορικά ιζήματα στο δοχείο Ι και τα υδατικά διαλύματα στο δοχείο D.
- 25 Μέταλλα αλκαλίων πρέπει να διαλύονται σε αδρανείς διαλύτες και να εξουδετερώνονται μέσω πρόσθεσης προπανόλης. Η αντίδραση μπορεί να είναι δραστήρια, ενώ παράγεται υδρογόνο που μπορεί να σχηματίσει εκρηκτικά μίγματα. Μετά το τέλος της εξουδετέρωσης τα προϊόντα φυλάσσονται στο δοχείο D.
- 26 Υπολείμματα που περιέχουν επαναχρησιμοποιούμενα πολυτίμητα μέταλλα, πρέπει να φυλάσσονται στο δοχείο Η για ανακύκλωση.
- 27 Οι ενώσεις των αλκαλίων με αργίλιο είναι εξαιρετικά ευαίσθητες για υδρόλυση. Πρέπει να αραιώνονται σε αδρανή διαλύτη (πχ βενζίνη), με ρίψη οκτανόλης σταγόνα - σταγόνα και στη συνέχεια με νερό. Διάθεση στο δοχείο F.
- 28 Απόβλητα νερά με βιοδιασπώμενα καθαριστικά σκευών και ουσίες επικίνδυνες για το περιβάλλον, στο δοχείο D.
- 29 Φυσικές ουσίες, όπως υδρογονάνθρακες, αμινοξέα και άλλα υδατικά υπολείμματα που συγκεντρώνονται στο εργαστήριο, φυλάσσονται στο δοχείο D. Εάν είναι αναμιγμένα με οργανικούς διαλύτες ή αντιδραστήρια, στο δοχείο Α ή Β.
- 30 Υπολείμματα στρωμάτων χρωματογραφίας που είναι τοξικά, δραστήρια και εκρηκτικά πρέπει να εξουδετερωθούν και να στεγνώσουν πριν τη διάθεσή τους στο δοχείο Ι.