

Υπεύθυνος εργαστηριακού μαθήματος: Στ. Μπογιατζής

# Το εργαστήριο Επιστήμης Υλικών II

# Με τι ασχολείται το εργαστηριακό μάθημα;

- Με το εργαστηριακό μάθημα Επιστήμης Υλικών II οι σπουδαστές θα έρθουν σε επαφή με τις χημικές κυρίως ιδιότητες:
- (α) των φυσικής προέλευσης οργανικών υλικών που απαντώνται στα Μουσειακά αντικείμενα
- (β) των (συνθετικών κυρίως) οργανικών υλικών που χρησιμοποιούνται στη συντήρηση

# ΤΑ οργανικά υλικά κατασκευής των μουσειακών αντικειμένων

- Θα εξεταστούν οι ιδιότητες μερικών από τα πιο συνήθη υλικά που απαντώνται στα έργα τέχνης και τις αρχαιότητες:
  - Λιπαρών υλών
  - Πρωτεϊνικών υλικών
  - Υδατανθράκων
  - Οργανικών χρωστικών (βαφών)

# Τα οργανικά υλικά της συντήρησης

- Ο συντηρητής χρησιμοποιεί μια πληθώρα από διαθέσιμα υλικά για τις ανάγκες καθαρισμού, στερέωσης, επικάλυψης, συγκόλλησης των αντικειμένων που συντηρεί. Στο εργαστήριο θα εξεταστούν:
  - Οι διαλύτες
  - Τα πολυμερή

# Το εργαστήριο

- Το εργαστήριο στο οποίο θα ασκούνται οι σπουδαστές είναι, σε γενικές γραμμές, ένα τυπικό εργαστήριο **οργανικής χημείας** στο οποίο θα δίνεται έμφαση στις ιδιότητες υλικών που σχηματίζονται από οργανικά μόρια.
- Σε ένα εργαστήριο εντοπίζουμε
- τους πάγκους
- Τον/τους απαγωγούς
- Τον/τους πυροσβεστήρες
- Την ειδική ντουσιέρα ανάγκης και το σύστημα οφθαλμόλουτρου

# Ο Απαγωγός

Ο σκοπός του απαγωγού σε ένα εργαστηριακό χώρο είναι

- Να προστατέψει τον εργαζόμενο
- Να προστατέψει την εργασία που εκτελείται (π.χ. αντίδραση, διαλυτοποίηση, εκχύλιση, καθαρισμός με διαλύτες, κλπ.)
- Να προστατέψει το περιβάλλον από ανεπιθύμητα προϊόντα ή υλικά που χρησιμοποιούνται



# Ο Απαγωγός

Σε ένα απαγωγό ελέγχουμε πάντα:

- Να λειτουργεί το σύστημα **εξαερισμού**,
- Να κινείται χωρίς προβλήματα το γυάλινο προστατευτικό **παράθυρο**.
- Ποια είναι τα χημικά που είναι αποθηκευμένα στον εσωτερικό πάγκο του, αλλά και στα κάτω ντουλάπια.

# Η ασφάλεια στο εργαστήριο

- Το απαραίτητα απαιτούμενο στον εργαστηριακό χώρο αποτελεί η ασφάλεια των εργαζομένων και των ασκουμένων.
  - Πάντα φοράμε τη **λευκή εργαστηριακή μπλούζα** (ή ποδιά)
  - Πάντα φοράμε τα προστατευτικά **γυαλιά**
  - Πάντα κρατούμε **καθαρό** και **τακτικό** τον χώρο (ή πάγκο) εργασίας
  - Απαγορεύεται οποιαδήποτε κατανάλωση **τροφής** ή **ποτού**.
  - **Ντύσιμο**: προσεκτικό (όχι τακούνια, μακριά φορέματα ή φούστες, και γενικά αποφεύγεται ο,τιδήποτε δυσκολεύει τις κινήσεις μας και που μπορεί να προκαλέσει ατύχημα)
  - Τα **μακριά μαλλιά** ενέχουν κίνδυνο. Προτείνεται το μάζεμά τους.
  - **Κάπνισμα**; (Μάλλον θα αστειευόμαστε!)



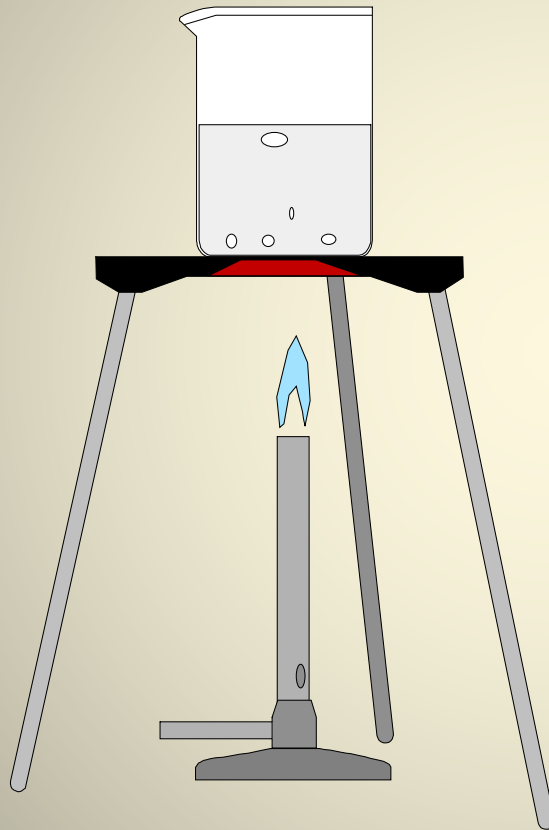
# Η ασφάλεια στο εργαστήριο

- Ο χειρισμός των σκευών και των χημικών υλών πρέπει να γίνεται με προσοχή:
  - Τα δοχεία με πτητικά υγρά (**οξέα**, οργανικοί **διαλύτες**, κλπ.) βρίσκονται πάντα **κλειστά** στον απαγωγό. Τα ανοίγουμε ΣΤΙΓΜΙΑΙΑ για να μεταφέρουμε μια ποσότητα σε άλλο δοχείο για τις ανάγκες της άσκησης και στη συνέχεια τα κλείνουμε αμέσως.
  - Ποτέ δεν αφήνουμε γυάλινη (ή άλλη) φιάλη/φιαλίδιο, ποτήρι ζέσεως ή άλλο δοχείο χωρίς αντίστοιχη **ταμπέλα** που να περιγράφει το περιεχόμενο.
  - Κατά κανόνα δουλεύουμε στον **απαγωγό** τις χημικές αντιδράσεις, όλους τους χειρισμούς με οργανικούς διαλύτες και θέρμανση οποιασδήποτε εύφλεκτης ύλης.
  - Οι διαλύτες **μετά** τη χρήση τους απορρίπτονται σε ειδικό **δοχείο «απορριπτόμενων διαλυτών»** που φέρει ειδική ταμπέλα.

# Η ασφάλεια στο εργαστήριο: μέθοδοι θέρμανσης

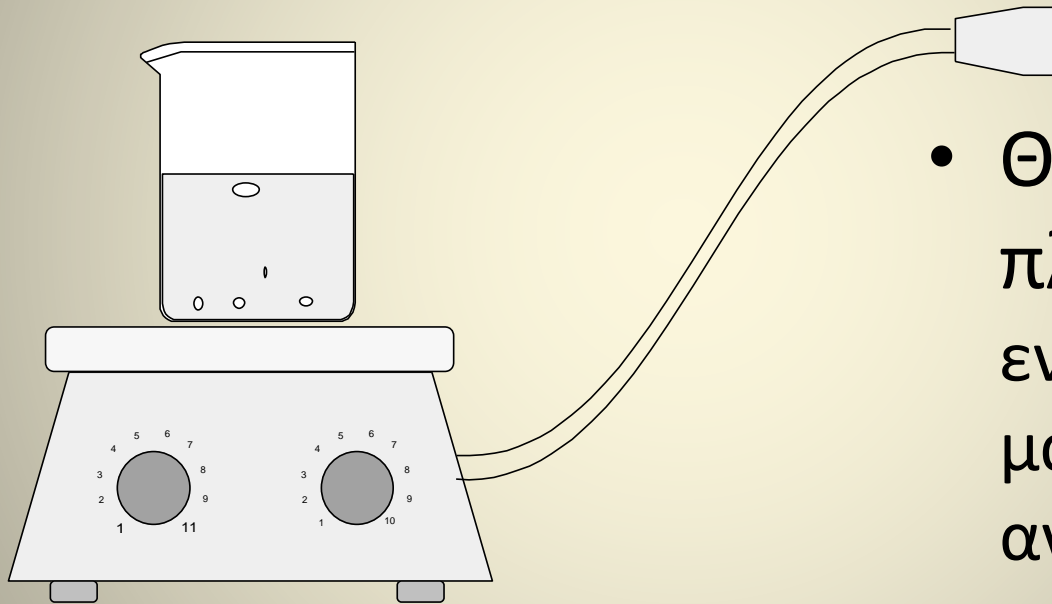
- Για τη θέρμανση διαλυμάτων προτιμούμε ηλεκτρικές **θερμαντικές πλάκες** ή/και **θερμαντικούς μανδύες**
- Σε περίπτωση που δεν διαθέτουμε ηλεκτρικά θερμαντικά, χρησιμοποιούμε **λύχνο Bunsen**.
- **Αποφεύγουμε** τη θέρμανση διαλυμάτων απευθείας με **φλόγα**. Παρεμβάλλουμε πάντα πλέγμα αμιάντου
- Προτιμούμε να κάνουμε τη θέρμανση όλων των διαλυμάτων στον **απαγωγό!**

# Μέθοδοι θέρμανσης



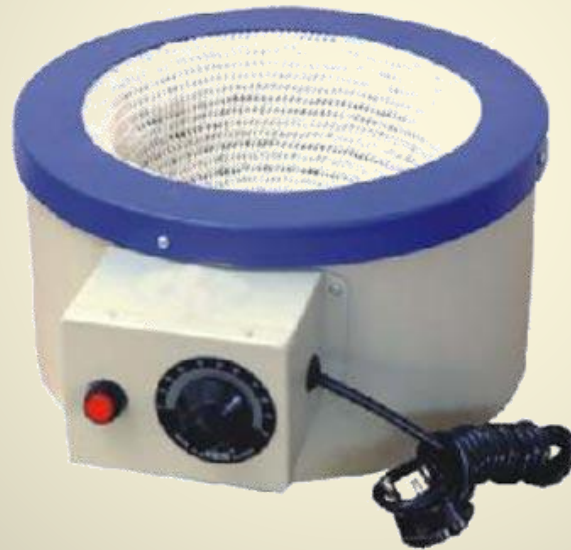
- Λύχνος Bunsen και τρίποδο με πλέγμα αμιάντου

# Μέθοδοι θέρμανσης



- Θερμαντική πλάκα (συχνά με ενσωματωμένο μαγνητικό αναδευτήρα)

# Μέθοδοι θέρμανσης



- Θερμομανδύας (κατάλληλος για θέρμανση σφαιρικών φιαλών)

# Η ασφάλεια στο εργαστήριο

- Ο καλύτερος τρόπος να αποφεύγονται τα ατυχήματα είναι να έχουμε **από πριν** καταγράψει τις ανάγκες κάθε άσκησης
- Δίνουμε έμφαση στα «ψιλά γράμματα» σε μια διαδικασία που ακολουθούμε
  - ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: όταν διαβάζουμε «η αντίδραση είναι πολύ εξώθερμη», αυτό σημαίνει ότι όταν αναμίξουμε δυο διαλύματα με σκοπό την αντίδρασή τους, το μεγάλο ποσό θερμότητας που εκλύεται μπορεί να εκτινάξει επικίνδυνα **σταγονίδια**, διαλυτών, οξέων, οξειδωτικών κλπ.
  - Ισχυρά **εξώθερμες** μπορεί να είναι και οι απλές αναμίξεις με σκοπό τη **διαλυτοποίηση**. ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: η διαλυτοποίηση θειικού οξέος στο νερό.
  - Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι οι **εκρήξεις** είναι ισχυρά εξώθερμες και ταχύτατες αντιδράσεις.

# Προειδοποιητικές πινακίδες



- Στη συσκευασία των υλικών συχνά επικολλούνται προειδοποιητικά σήματα όπως αυτά που φαίνονται δίπλα για να υποδηλώσουν τον βαθμό επικινδυνότητας μιας ουσίας ή ενός υλικού.
- Πριν χρησιμοποιήσουμε ένα δοχείο με κάποια χημική ουσία (διαλύτη, οξύ, βάση, οξειδωτικό, κλπ.) **ΕΛΕΓΧΟΥΜΕ ΠΑΝΤΑ** τη σχετική **ταμπέλα** που είναι κολλημένη στα τοιχώματα.

# Επικίνδυνα υλικά

**Διαβρωτικά**  
(δραστικές  
χημικές  
ουσίες (οξέα,  
βάσεις,  
οξειδωτικά)



**Τοξικά** (κίνδυνοι  
για την υγεία)

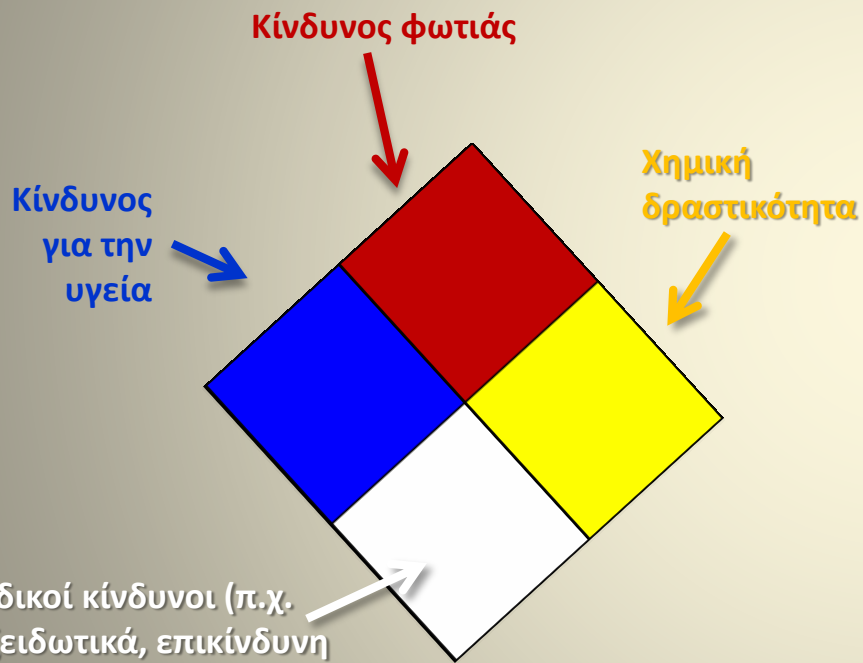
**Βιολογικώς**  
επικίνδυνες  
ουσίες



**Εύφλεκτες** ουσίες  
(συνήθως  
οργανικοί  
διαλύτες)

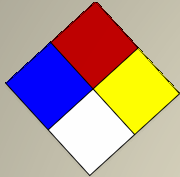


# Το σύστημα NFPA



- Συχνά ακολουθείται το σύστημα NFPA (National Fire Protection Association) για την κατάδειξη των πιθανών κινδύνων σε ένα εργαστήριο.
- **Τέσσερις** κύριες κατηγορίες κινδύνων εμφανίζονται σε ένα **ρόμβο** χωρισμένο σε τέσσερις ίσες περιοχές με χρώματα: **μπλε** (υγεία), **κόκκινο** (φωτιά), **κίτρινο** (δραστηριότητα) και **λευκό** (ειδικοί κίνδυνοι)
- Σε κάθε χρώμα υπάρχει ένας αριθμός από το **0** (χαμηλότερος κίνδυνος) μέχρι το **4** (ύψιστος κίνδυνος)

# Παραδείγματα στο σύστημα NFPA



- **Αιθανόλη** (κοινό οινόπνευμα): κίνδυνος **φωτιάς 3**, οι άλλοι κίνδυνοι: **0**
- **Ακετόνη** (συχνός διαλύτης): κίνδυνος **φωτιάς 3**, κίνδυνος **υγείας 1**, οι άλλοι κίνδυνοι **0**.



[http://en.wikipedia.org/wiki/NFPA\\_704](http://en.wikipedia.org/wiki/NFPA_704)

# Ο κίνδυνος της φωτιάς

- Ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους σε ένα εργαστήριο χημείας είναι η **φωτιά**.
- Για οποιοδήποτε τύπο φωτιάς ισχύει το «**τετράεδρο της φωτιάς**».
- Στις 4 κορυφές του τετραέδρου αντιστοιχούνται: ένα **καύσιμο**, ένα **οξειδωτικό**, μια **πηγή ανάφλεξης** και ένας **μηχανισμός αντίδρασης**
- Τα μέτρα πυρόσβεσης ή και προφύλαξης από τη φωτιά συνίστανται στην **εκμηδένιση** κάποιου από τα τέσσερα στοιχεία
- Η συχνότερη μέθοδος αφορά την απομάκρυνση της πηγής ανάφλεξης από το καύσιμο



# Αιτίες φωτιάς: Γενικά

- Ως εύφλεκτα υλικά (καύσιμα) συνήθως θεωρούνται οι περισσότεροι **οργανικοί διαλύτες**. Αναφλέγονται σε υψηλή θερμοκρασία (ιδιαίτερη για κάθε ουσία) όταν έρθουν σε επαφή με ένα μέσο ανάφλεξης όπως το οξυγόνο.
- Ουσίες με ειδική δραστικότητα, π.χ. μεταλλικό **νάτριο** και **μαγνήσιο**, τα οποία αντιδρούν βίαια με το **νερό**, ή οργανικά αντιδραστήρια όπως το ***n*-βουτυλο-λίθιο** που επίσης αντιδρά βίαια με το **νερό**.



# Είδη φωτιάς

- **Τύπου Α:** φωτιές με καύσιμα (π.χ. ξύλο, λάστιχο, ύφασμα, ορισμένα πλαστικά) που μετά το τέλος της καύσης αφήνουν υπόλειμμα με τη μορφή στάχτης



- **Τύπου Β:** φωτιές με υγρά και αέρια καύσιμα (π.χ. πετρέλαιο, βενζίνη, διαλυτικό χρωμάτων, προπάνιο, κλπ.)



- **Τύπου C:** φωτιές που προέρχονται από ηλεκτρικά αίτια (γυμνά καλώδια, κινητήρες, υπολογιστές.



- **Τύπου D:** φωτιές από δραστικά μέταλλα (π.χ. νάτριο, μαγνήσιο) και δραστικά με το νερό αντιδραστήρια (βουτυλ-λίθιο, αντιδραστήριο Grignard)



# Εύφλεκτα υλικά: Θερμοκρασία ανάφλεξης (flash point)

- Θερμοκρασία ανάφλεξης είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία που μπορεί μια ουσία να σχηματίζει αναφλέξιμο μείγμα με τον αέρα.
- Ο κίνδυνος φωτιάς είναι μεγαλύτερος όσο **χαμηλότερη** είναι η θερμοκρασία ανάφλεξης
- Η φωτιά μπορεί να σταματήσει όταν **απομακρυνθεί το αίτιο ανάφλεξης** (σπινθήρας, φλόγα)

Καύσιμο	Θερμοκρασία ανάφλεξης
Αιθανόλη (70%)	16.6 °C
Βενζίνη κίνησης	-43 °C
Πετρέλαιο (ντίζελ)	>62 °C
Καύσιμο κινητήρων τζετ	>60 °C
Κηροζίνη (παραφίνη)	>38-72 °C
Φυτικό λάδι	327 °C
Βιο-ντίζελ	>130 °C

# Εύφλεκτα υλικά: Θερμοκρασία καύσης (fire point)



- Θερμοκρασία καύσης είναι ό,τι και η θερμοκρασία ανάφλεξης , με τη διαφορά ότι εδώ η φωτιά **διαρκεί** αφού απομακρυνθεί το αίτιο ανάφλεξης.
- Ο κίνδυνος φωτιάς είναι μεγαλύτερος όσο **χαμηλότερη** είναι η θερμοκρασία ανάφλεξης
- Υγρά με θερμοκρασίες ανάφλεξης ή καύσης κάτω από 60°C θεωρούνται **εύφλεκτα**.

# Εύφλεκτα υλικά: Θερμοκρασία αυτο-ανάφλεξης (self-ignition temperature)

- Θερμοκρασία αυτό-ανάφλεξης είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία που μπορεί μια ουσία να σχηματίζει αναφλέξιμο μείγμα με τον αέρα χωρίς αίτιο ανάφλεξης.
- Επειδή ΔΕΝ απαιτείται **αίτιο ανάφλεξης** (π.χ. σπινθήρας) σημαίνει ότι μια ουσία με χαμηλή θερμοκρασία αυτό-ανάφλεξης είναι **ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΗ**.
- Ο κίνδυνος φωτιάς είναι μεγαλύτερος όσο **χαμηλότερη** είναι η θερμοκρασία αυτο-ανάφλεξης.
- **ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ**: ο **λευκός φώσφορος** είναι **ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΑ** επικίνδυνος με σημείο αυτό-ανάφλεξης 34°C (!)

Καύσιμο	Θερμοκρασία αυτό-ανάφλεξης
Αιθανόλη (70%)	363 °C
Βενζίνη κίνησης	280 °C
Πετρέλαιο (ντίζελ)	210 °C
Καύσιμο κινητήρων τζετ	210 °C
Κηροζίνη (παραφίνη)	220 °C
Λευκός φώσφορος	34 °C



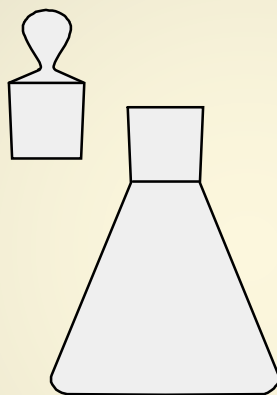
# Πως σβήνουμε μια φωτιά

- Υπάρχουν πολλά μέσα **πυρόσβεσης** τα οποία λειτουργούν με διαφορετικούς μηχανισμούς
- **Νερό**: δρα μειώνοντας τη θερμοκρασία στο σημείο ανάφλεξης. Κατάλληλο για φωτιές τύπου **A**
- **CO<sub>2</sub>**: δρα πυροσβεστικά αποκλείοντας το οξυγόνο από το σημείο ανάφλεξης. Κατάλληλο κυρίως για φωτιές τύπου **B** και **C**
- **Ξηρά χημικά** και πυροσβεστήρες που περιέχουν **χλωράνθρακες**, βρωμιάνθρακες (τύπου “**Halon**”) οι οποίοι είναι πολύ καταστρεπτικοί για το όζον της ατμόσφαιρας, και **χλωροφθοράνθρακες**. Δρουν δεσμεύοντας το οξυγόνο στο σημείο ανάφλεξης. Πολύ αποτελεσματικά κυρίως για φωτιές τύπου **B** και **C**.
- **Αφροί (foams)**: δρουν σχηματίζοντας προστατευτικό φιλμ γύρω από τα υλικά στο σημείο ανάφλεξης. Κατάλληλα για φωτιές τύπου **A** και **B**. Έχουν αναπτυχθεί και ορισμένα πυροσβεστικά μέσα για φωτιές τύπου **D** (π.χ. το υλικό «Arctic Fire» και «FireAid».
- **ΠΟΤΕ** δεν προσπαθούμε να σβήσουμε φωτιά τύπου **D** με **νερό**! Αντίθετα θα αυξήσει την ανάφλεξη!

# Συνήθη σκεύη σε ένα εργαστήριο οργανικής χημείας και επιστήμης υλικών



Ποτήρι ζέσεως

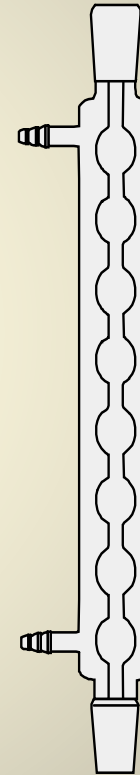
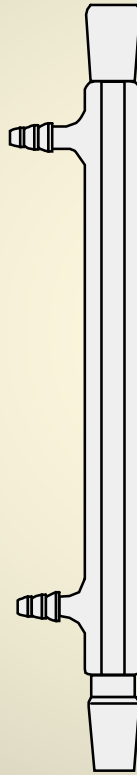
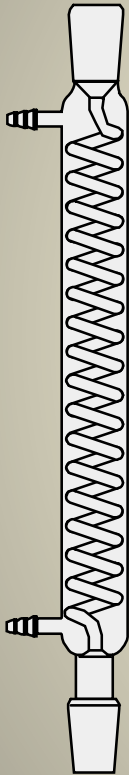


Κωνική φιάλη (ή φιάλη  
Erlenmeyer) με εσφυρισμένο  
πώμα



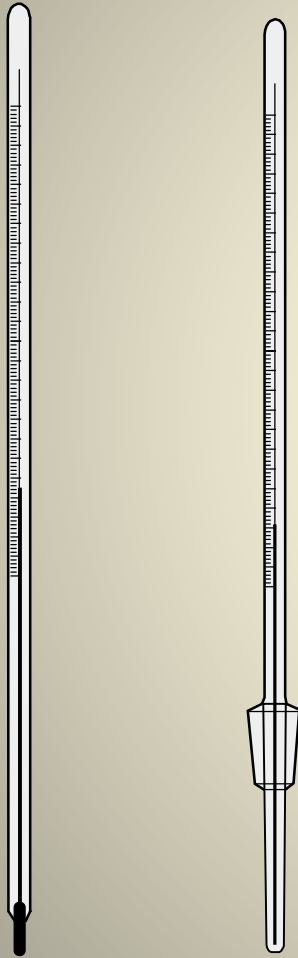
Σφαιρική φιάλη με εσφυρισμένο  
πώμα

# Μέσα συμπύκνωσης ατμών

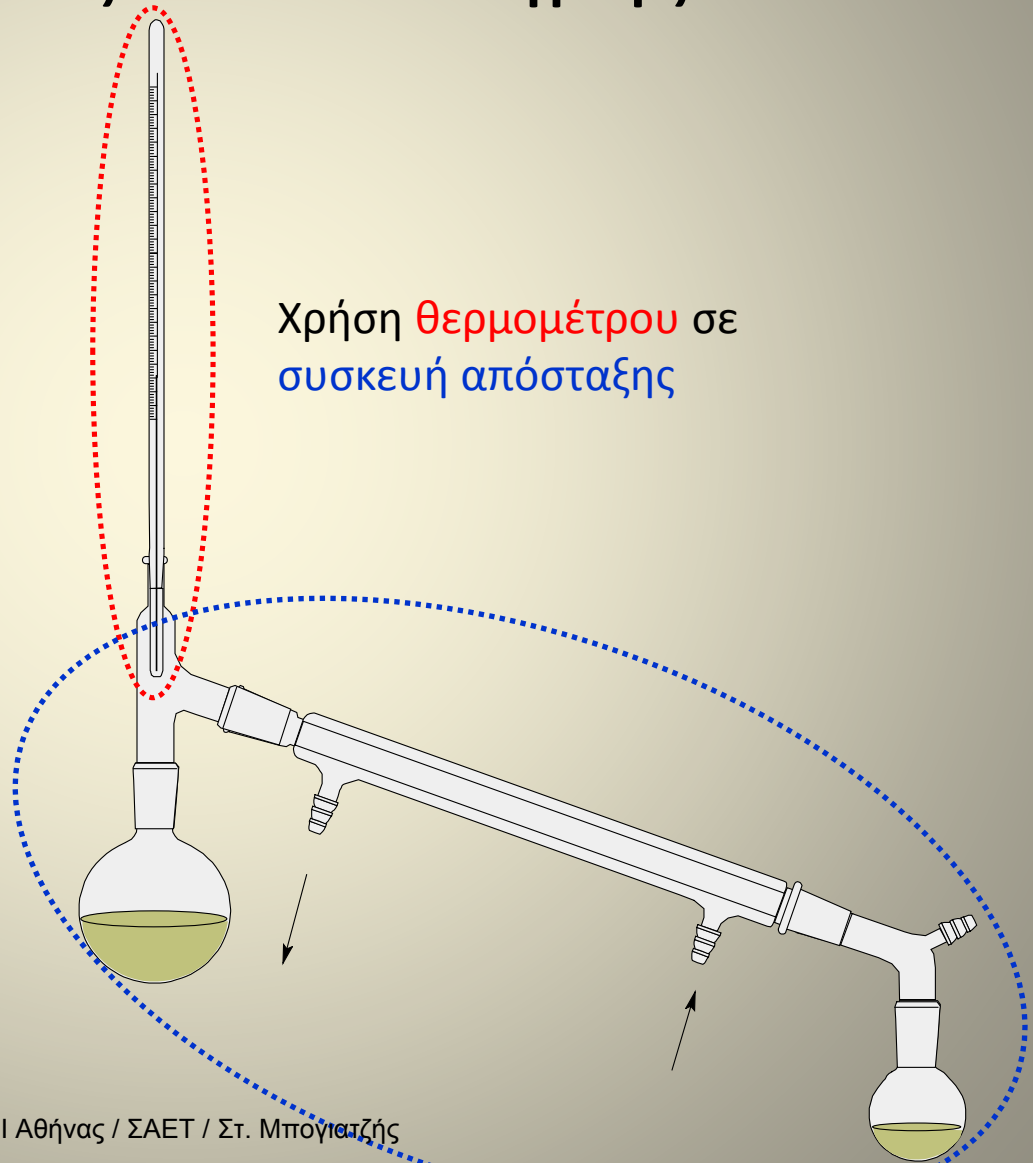


**Ψυκτήρες** (ή στήλες συμπύκνωσης ατμών): τρία διαφορετικά είδη. Προλαμβάνουν την εξάτμιση διαλυτών.

# Σκεύη και όργανα σε ένα εργαστήριο οργανικής χημείας και επιστήμης υλικών

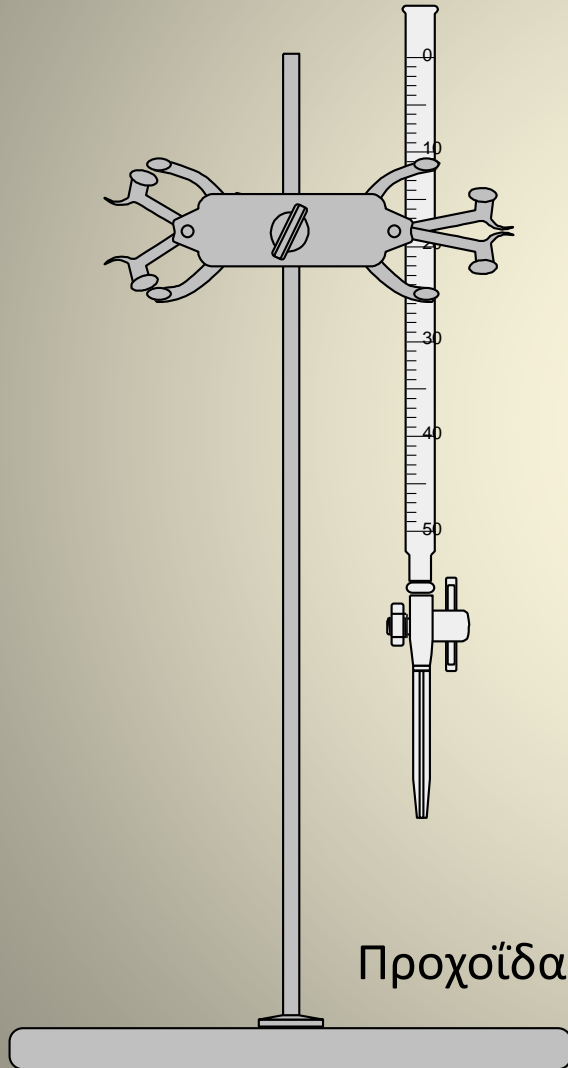


θερμόμετρα

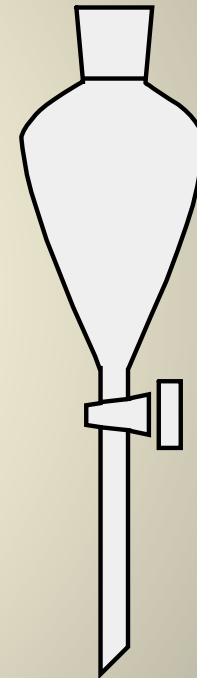


Χρήση **θερμομέτρου** σε  
συσσκευή απόσταξης

# Σκεύη σε ένα εργαστήριο οργανικής χημείας και επιστήμης υλικών

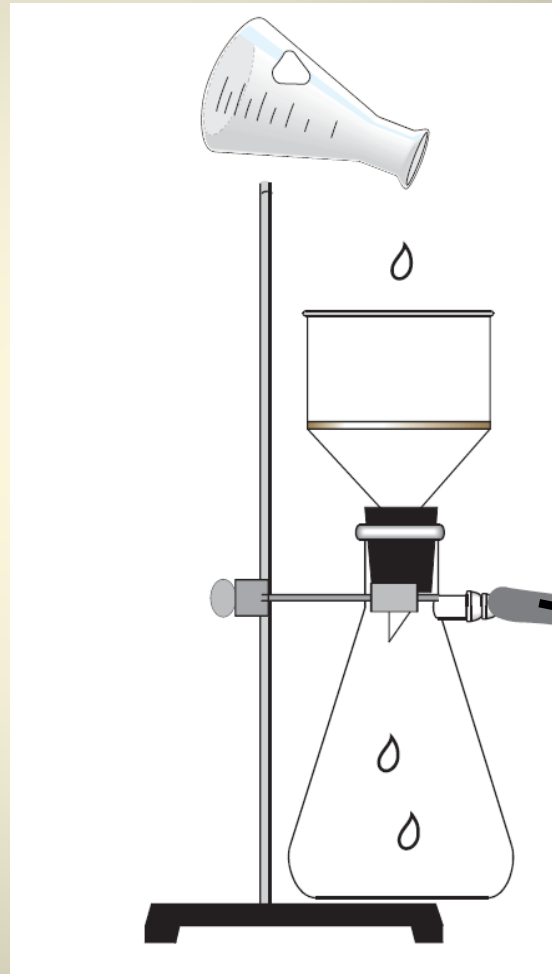
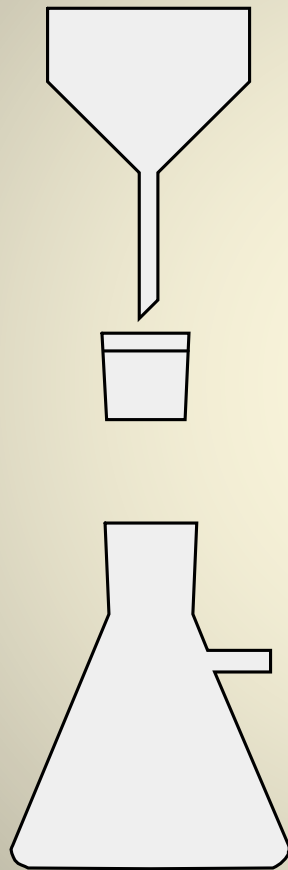


Προχοΐδα και βάση στήριξης



Διαχωριστική  
χοάνη

# Σκεύη σε ένα εργαστήριο οργανικής χημείας και επιστήμης υλικών



Σύστημα  
διήθησης υπό  
κενό

Προς αντλία  
κενού, ή  
υδραντλία)

<http://orgchem.colorado.edu/CCCE/frame/images/handbook.pdf>

# Βιβλιογραφία - Πηγές

- ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΣΤΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ, Ελληνικό Ινστιτούτο υγιεινής και ασφάλειας της εργασίας, Θεματικό βιβλιογραφικό δελτίο ([http://www.elinyae.gr/el/lib\\_file\\_upload/ergastiria\\_23.1329912062328.pdf](http://www.elinyae.gr/el/lib_file_upload/ergastiria_23.1329912062328.pdf))
- Αθ. Βαλαβανίδη, Βασικές Αρχές Υγιεινής και Ασφάλειας σε Χημικά και Βιοχημικά Εργαστήρια. Πληροφορίες για Επικίνδυνες Χημικές Ουσίες, Τμήμα Χημείας Πανεπιστημίου Αθηνών, 2007 ([http://www.chem.uoa.gr/courses/organiki\\_1/val\\_hyg\\_asfaleia.htm](http://www.chem.uoa.gr/courses/organiki_1/val_hyg_asfaleia.htm))
- Laboratory Safety Manual, Harvard University, Department of Chemistry and Chemical Biology, 2012
- Laboratory Manual, MIT, Department of Chemistry, IAP2013
- Safety in the Laboratory, University of Colorado (<http://orgchem.colorado.edu/CCCE/frame/images/handbook.pdf>)