

Εργαστηριακή και Χημική Ασφάλεια

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Αναγνωρίζοντας τους Εργαστηριακούς Κινδύνους: Φυσικοί Κίνδυνοι

1. Διαβρωτικές ουσίες
2. Εύφλεκτες ουσίες
3. Μη συμβατές ουσίες
4. Εκρηκτικές ουσίες
5. Αέρια και κρυογονικοί κίνδυνοι
6. Ηλεκτρικοί κίνδυνοι
7. Μαγνητικά πεδία
8. Ακτινοβολία

Διαβρωτικές Ουσίες

Four 2.5-L bottles of **sulfuric acid** were being carried down the hall by two students. As one student turned to the other, **the bottles banged together and broke**. Both students **fell on the slippery acid**, and another **bottle broke**. **Another person** came to help and **also slipped and fell**. All three **suffered serious burns from the sulfuric acid and cuts from the broken glass**.



Διαβρωτικές Ουσίες

- **Διαβρωτικές** = είναι ουσίες που μπορούν να προκαλέσουν βλάβη ή τραυματισμό, καταστρέφοντας βιολογικούς ιστούς όπως τα μάτια και το δέρμα. Η βλάβη περιορίζεται στο σημείο επαφής.
- Διαβρωτικές ουσίες εκτός από το εργαστήριο συναντάμε και στην καθημερινότητά μας (διάφορα καθαριστικά).
- Τα πιο συνηθισμένα διαβρωτικά είναι οι ισχυρές βάσεις και τα ισχυρά οξέα.
- Πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα προφύλαξης (γάντια, γυαλιά, εργαστηριακή ποδιά).
- Προσοχή στη μεταφορά τους (να χρησιμοποιούνται ειδικά δοχεία).
- Χρήση διαβρωτικών αερίων μόνο μέσα στον απαγωγό.
- Να γνωρίζω που βρίσκονται τα ντους έκτακτης ανάγκης και οι συσκευές πλύσης των ματιών.

Παραδείγματα Διαβρωτικών Ουσιών

Acids	Bases (alkalis)
Hydrochloric acid (HCl)	Sodium hydroxide (NaOH)
Sulfuric acid (H ₂ SO ₄)	Potassium hydroxide (KOH)
Nitric acid (HNO ₃)	Ammonium hydroxide (NH ₄ OH)

Gases	Oxidizing agents
Nitrogen dioxide (NO ₂)	Hydrogen peroxide (H ₂ O ₂)
Ammonia (NH ₃)	Potassium permanganate (KMnO ₄)
	Nitric acid (HNO ₃)

Οι διαβρωτικές ουσίες μπορεί να είναι αέρια, υγρά, στερεά ή διαλύματα

Διαβρωτικές Ουσίες: Οξέα

- Τα οξέα εμφανίζουν υψηλή διαβρωτική δράση και μπορούν να προκαλέσουν εγκαύματα κατά την επαφή.
- Σε χαμηλές τιμές pH τα ιόντα οξονίου (H_3O^+) καταστρέφουν τα πρωτεϊνικά μόρια του δέρματος.
- Το μέγεθος της βλάβης εξαρτάται από:
 1. Τη χημική δομή
 2. Την περιοχή της έκθεσης
 3. Τη συγκέντρωση του διαλύματος
 4. Τη διάρκεια της έκθεσης
 5. Τη θερμοκρασία του διαλύματος
- Να αποφεύγεται η χρήση πυκνών οξέων σε υψηλές θερμοκρασίες.
- Εάν έρθει σε επαφή με το δέρμα αμέσως ξέπλυμα (μειώνεται ο χρόνος έκθεσης).
- Ισχυρά οξέα (και βάσεις) σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 1 M είναι διαβρωτικά.

Διαβρωτικές Ουσίες: Οξέα

- Συγκέντρωση ορισμένων συνηθισμένων «πυκνών» οξέων.

Acid	Formula	Molarity	Percentage, by weight
Acetic (glacial)	$\text{HC}_2\text{H}_3\text{O}_2$	17.4	99%
Hydrochloric	HCl	11.6	36%
Nitric	HNO_3	15.8	70%
Phosphoric	H_3PO_4	14.7	85%
Sulfuric	H_2SO_4	17.6	95%

Τα πυκνά οξέα είναι κορεσμένα διαλύματα

- Η ανάμειξη οξέος με νερό είναι εξώθερμη αντίδραση.
- Το οξύ σχηματίζει ισχυρούς δεσμούς υδρογόνου με το νερό και ελευθερώνεται θερμότητα.
- **Κατά την αραίωση πρέπει να προσθέτουμε το οξύ στο νερό:**
 1. Το νερό έχει μεγαλύτερη θερμοχωρητικότητα από το οξύ.
 2. Η πυκνότητα του οξέος είναι μεγαλύτερη.

Διαβρωτικές Ουσίες: Οξέα

- Συνηθισμένα ισχυρά οξέα είναι:
- **Υδροχλωρικό οξύ (HCl):** $\text{HCl}_{(aq)} \text{ -----} > \text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)} \text{ (100\%)}$
 1. Είναι η καλύτερη λύση διότι είναι φθηνό.
- **Θειικό οξύ (H₂SO₄):**
 1. Χρησιμοποιείται όταν δεν θέλουμε την παρουσία ιόντων Cl⁻ (τα Cl⁻ μπορούν να καταβυθίσουν ορισμένα ιόντα μετάλλων).
 2. Σε υψηλές συγκεντρώσεις εμφανίζει ισχυρή ικανότητα αφυδάτωσης (σε αυτό κυρίως οφείλεται η διαβρωτική του ικανότητα).
 3. Ισχυρά εξώθερμη η ανάμειξή του με το νερό.
- **Νιτρικό οξύ (HNO₃):**
 1. Είναι πιο επικίνδυνο από τα παραπάνω.
 2. Εμφανίζει διαβρωτική και οξειδωτική δράση.
 3. Περιέχει ή μπορεί να σχηματίσει τοξικά NO_x αέρια.

Διαβρωτικές Ουσίες: Οξέα

- **Οξικό οξύ (CH_3COOH):**

1. Είναι ασθενές οξύ (βασικό συστατικό στο ξίδι).
2. Σε συγκεντρώσεις >50% είναι εύφλεκτο.
3. Το καθαρό οξικό οξύ (>99.8%) ονομάζεται «παγόμορφο» (Glacial). Παγώνει στους 16.7 °C σχηματίζοντας λευκό στερεό.
4. Εμφανίζει ισχυρή ικανότητα αφυδάτωσης και αντιδρά εξώθερμα με το νερό.
5. Είναι πτητικό και κατά την εισπνοή του προκαλεί προβλήματα στο αναπνευστικό σύστημα.

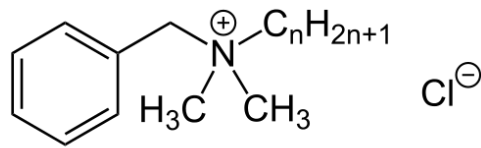
- **Φωσφορικό οξύ (H_3PO_4):**

1. Είναι ασθενές οξύ.
2. Είναι υγροσκοπικό και ισχυρό διαβρωτικό.
3. Σε υψηλές συγκεντρώσεις προκαλεί εγκαύματα στο δέρμα.
4. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις είναι ερεθιστικό (μάτια, αναπνευστικό σύστημα).

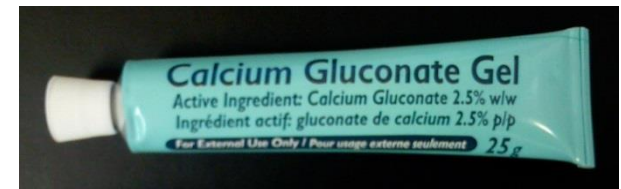
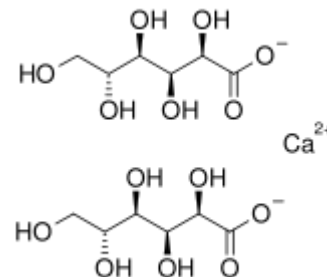
Διαβρωτικές Ουσίες: Οξέα

- Υδροφθορικό οξύ (HF):

1. Είναι ασθενές οξύ αλλά είναι εξαιρετικά επικίνδυνο ακόμη και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (0.01 M).
2. Διαφέρει από τα υπόλοιπα οξέα διότι τα ιόντα F^- διεισδύουν στο δέρμα και καταστρέφουν τα βαθύτερα στρώματα του ιστού.
3. Αυτή η διαδικασία μπορεί να συνεχιστεί για αρκετές μέρες αν δεν αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά.
4. Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα:
 - Ξεπλένουμε για 5 λεπτά (όχι 15 όπως στα άλλα οξέα).
 - Αναζητούμε ιατρική βοήθεια. Περιλαμβάνει τη χρήση benzalkonium chloride ή calcium gluconate.
5. Δε θα πρέπει να χρησιμοποιούμε HF αν δεν υπάρχουν διαθέσιμες οι παραπάνω ουσίες.



$n = 8, 10, 12, 14, 16, 18$



Διαβρωτικές Ουσίες: Οξέα

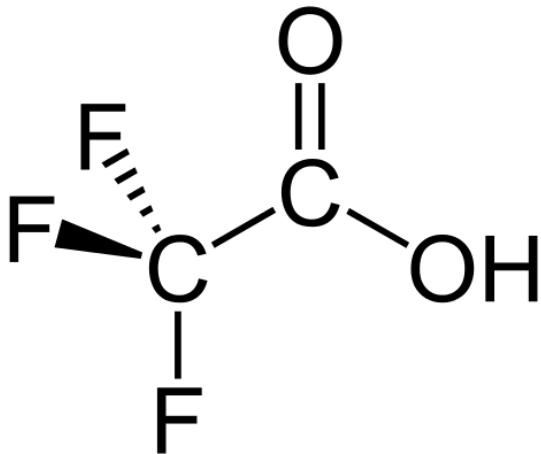
- Υδροφθορικό οξύ (HF):

1. Το HF εκτός από διαβρωτικό είναι και τοξικό.
2. Τα ιόντα F^- είναι ιδιαίτερα τοξικά διότι δεσμεύουν το ασβέστιο του οργανισμού, σχηματίζοντας δυσδιάλυτο CaF_2 .
3. Προκαλείται υπερκαλιαιμία (αυξάνονται τα ιόντα K^+ για να συμπληρώσουν την απώλεια των Ca^{2+}). Αυτό οδηγεί σε καρδιακή αρρυθμία και ενδεχομένως σε θάνατο.
4. Εάν το δέρμα ενός ενήλικα έρθει σε επαφή με 7 mL HF, θα δεσμευθεί το σύνολο του ελεύθερου ασβεστίου του οργανισμού.
5. Τα συμπτώματα της δηλητηρίασης εμφανίζονται με καθυστέρηση ωρών.



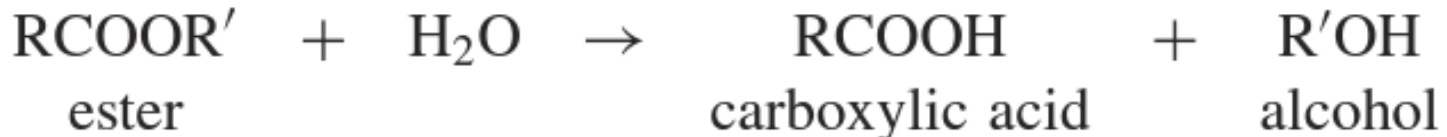
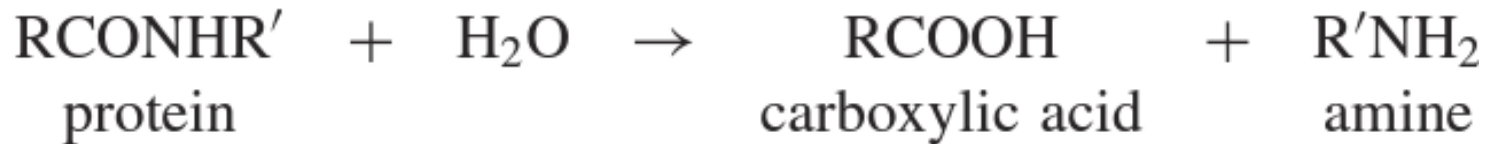
Διαβρωτικές Ουσίες: Οξέα

A 34-year-old woman came to the hospital emergency department after a **spill of trifluoroacetic acid**. At the workplace, she had **rinsed the burns with water for ~15 min** and **applied polyethylene glycol** before arrival at hospital. The patient had acid **burns on her left arm** and on the lower parts of her **legs**. From the emergency department, she was referred to the plastic surgery department for observation of the burns. The erosions were reminiscent of **second-degree burns**, but the total area was <1% of the body surface. She was **treated with antibiotics to prevent infection**. The patient was sent home after 24 hours.



Διαβρωτικές Ουσίες: Βάσεις

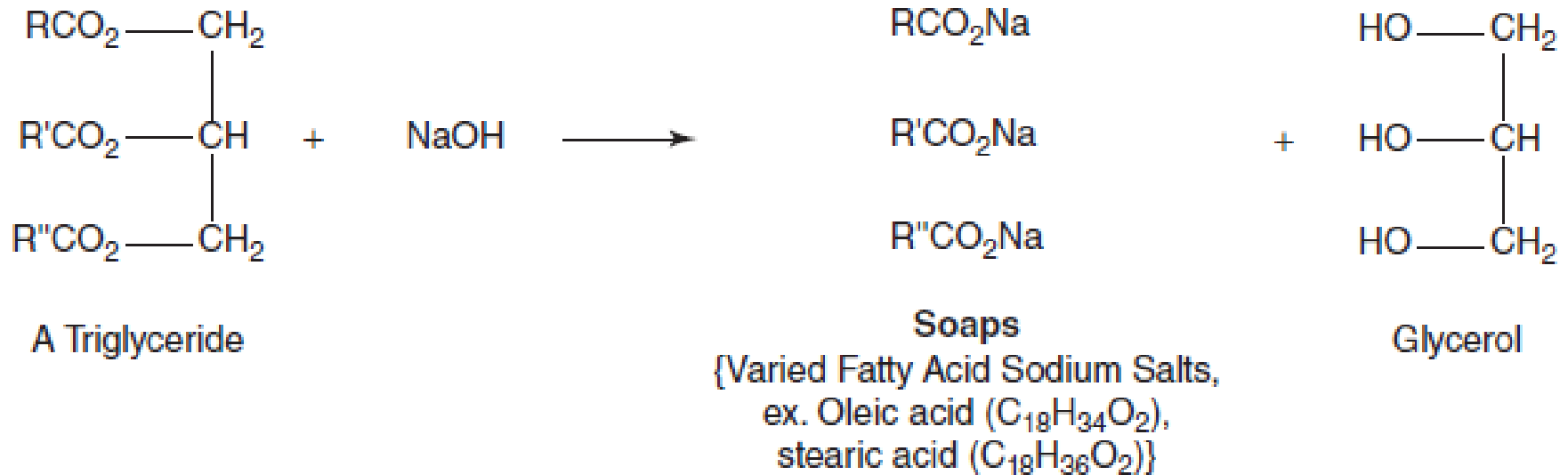
- Γενικά οι βάσεις προκαλούν σημαντικότερες βλάβες σε σχέση με τα οξέα.
- Δεν προκαλείται άμεσα πόνος όπως συμβαίνει με τα οξέα. Αλλά η καταστροφή του ιστού αρχίζει αμέσως.
- Ισχυρές βάσεις όπως το NaOH διασπούν τους αμιδικούς δεσμούς των πρωτεϊνών και υδρολύουν τους εστερικούς δεσμούς στα λιπίδια και το λιπώδη ιστό.



- Οι βάσεις εισχωρούν βαθύτερα στο δέρμα συνεχίζοντας να προκαλούν βλάβη μέχρι να ξεπλυθούν και να απομακρυνθούν αποτελεσματικά.

Διαβρωτικές Ουσίες: Βάσεις


- Η σαπωνοποίηση των λιπιδίων βλάπτει τα μόρια στο δέρμα.



- Η απομάκρυνση των βάσεων από το δέρμα δεν είναι εύκολη και απαιτείται πλύσιμο για μεγάλο χρονικό διάστημα.



Διαβρωτικές Ουσίες: Βάσεις

- Οι πιο συνηθισμένες διαβρωτικές βάσεις είναι το **NaOH** (καυστική σόδα) και το **KOH** (καυστική ποτάσα).
 - Είναι λευκά στερεά και συνήθως πωλούνται ως στερεά σφαιρίδια (pellets).
 - Διαλύονται στο νερό εκλύοντας αρκετή θερμότητα.
 - Είναι υγροσκοπικά. Εάν έρθουν σε επαφή με το δέρμα απορροφούν υγρασία από την ατμόσφαιρα σχηματίζοντας διαβρωτικά διαλύματα.
- 
- **Υδροξείδιο του αμμωνίου (NH_4OH) (υδατικό διάλυμα NH_3):**
 1. Είναι ασθενής βάση.
 2. Σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι ισχυρό διαβρωτικό.
 3. Εκλύεται αέρια NH_3 .
 4. Είναι ερεθιστικό για το δέρμα και τα μάτια.

Διαβρωτικές Ουσίες: Οξειδωτικοί Παράγοντες

- Είναι πολύ δραστικές ουσίες και αντιδρούν με τους ιστούς, οξειδώνοντας τα βιομόρια. Δέρμα και μάτια είναι ο κύριος στόχος.
- Το **HNO₃** είναι το πιο συνηθισμένο οξειδωτικό. Η διαβρωτική του δράση οφείλεται κυρίως στην οξειδωτική του ικανότητα. Νιτρικά άλατα όπως KNO₃ και NH₄NO₃ είναι επίσης καλά οξειδωτικά.
- Το **H₂O₂** (οξυζενέ) είναι επίσης καλό οξειδωτικό. Χρησιμοποιείται και στην καθημερινότητα (αποχρωματισμός μαλλιών, 15%). Στο εργαστήριο υπάρχει σε συγκεντρώσεις μέχρι 30% (εξαιρετικά διαβρωτικό). Γενικά πάνω από 8% είναι διαβρωτικό.
- Τα **KMnO₄** χρησιμοποιείται συχνά λόγω του αποχρωματισμού (μωβ χρώμα) όταν ολοκληρωθεί η αντίδραση. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις είναι ερεθιστικό για το δέρμα και σε υψηλές πολύ διαβρωτικό.
- Γενικά οποιοδήποτε καλό οξειδωτικό είναι σε θέση να οξειδώσει και εσένα.




Διαβρωτικές Ουσίες: Οξειδωτικοί Παράγοντες

- Τα αλογόνα (F_2 , Cl_2 , Br_2 και I_2) είναι καλά οξειδωτικά.
- Το F_2 είναι εξαιρετικά ισχυρό οξειδωτικό. Είναι ικανό να οξειδώσει σχεδόν τα πάντα.
- Το Cl_2 είναι ισχυρό οξειδωτικό. Ήταν το πρώτο όπλο μαζικής καταστροφής. Έκθεση σε 1000 ppm (συγκέντρωση στον ατμοσφαιρικό αέρα) για λίγες μόνο αναπνοές μπορεί να είναι θανατηφόρα. Πρέπει να χρησιμοποιείται μόνο μέσα στον απαγωγό.
- Τα Br_2 είναι ένα καφέ πτητικό υγρό. Προκαλεί πόνο και βλάβη κατά την επαφή με το δέρμα ή τα μάτια. Λειτουργεί ως δακρυγόνο αέριο σε συγκέντρωση 1 ppm (γίνεται αντιληπτή η έκθεση).
- Το I_2 είναι ένα μωβ στερεό με χαμηλή τάση ατμών. Έχει αντισηπτική δράση (8% σε αιθανόλη) και χρησιμοποιείται στα τραύματα. Το καθαρό I_2 είναι επικίνδυνο. Είναι περισσότερο τοξικό από ότι διαβρωτικό.



Διαβρωτικές Ουσίες: Αέρια

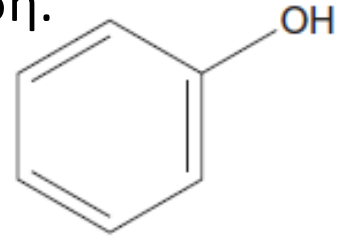
- Αέριο **NO₂** μπορεί να σχηματιστεί όταν χρησιμοποιούμε HNO₃.
 - Είναι ένα κόκκινο αέριο με ισχυρή οξειδωτική δράση.
 - Αντιδρά με την υγρασία στους πνεύμονες σχηματίζοντας HNO₃.
 - Έκθεση σε 250 ppm προκαλεί δυσκολία στην αναπνοή και ταχυκαρδίες. Τα συμπτώματα διαρκούν για 2-3 εβδομάδες.
 - Υπάρχει στην αιθαλομίχλη σε συγκέντρωση 0.1 ppm (εξατμίσεις αυτοκινήτων).
 - Όλες οι αντιδράσεις που περιλαμβάνουν το σχηματισμό NO₂ πρέπει να πραγματοποιούνται μέσα στον απαγωγό.
- 
- Αέρια **NH₃** είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα και τοξικά.
 - Ατμοί από διάλυμα αμμωνίας περιέχουν μεγάλο ποσοστό αέριας NH₃. Εισπνοή διαλύματος αμμωνίας 6 M μπορεί να προκαλέσει σοβαρή βλάβη.
 - Πρέπει να χρησιμοποιείται πάντα μέσα στον απαγωγό.

Διαβρωτικές Ουσίες: Ξηραντικά και ενώσεις που αντιδρούν βίαια νε το νερό

- Τα **στερεό νάτριο (Na)** αντιδρά (ανάγει) με το νερό σχηματίζοντας OH^- και H_2 . Όταν έρθει σε επαφή με το δέρμα λόγω της υγρασίας σχηματίζει OH^- και είναι διαβρωτικό.
- Υδρίδια όπως **NaH** ή **LiAlH₄** είναι συνηθισμένες αναγωγικές ουσίες. Αντιδρούν έντονα (εξώθερμα) με το νερό και είναι διαβρωτικά.
- Αντιδραστήρια όπως **P₂O₅**, **CaO**, **CaH₂** χρησιμοποιούνται για να αφαιρέσουν την υγρασία από διάφορους οργανικούς διαλύτες. Είναι διαβρωτικά όταν έρθουν σε επαφή με το δέρμα.
- Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα:
 1. Πρώτα απομακρύνεται η μεγαλύτερη ποσότητα (πχ ξύνοντας με μια πιστωτική κάρτα).
 2. Ξεπλένουμε με άφθονο νερό.

Διαβρωτικές Ουσίες

- Η **φαινόλη** είναι ένα λευκό στερεό που απορροφάται εύκολα από το δέρμα και εμφανίζει τόσο διαβρωτική όσο και τοξική δράση.
- Έχει τοπική αναισθητική δράση και δεν γίνεται άμεσα αντιληπτή η έκθεσή μας.
- Έχει έντονα άσχημη μυρωδιά και με αυτό τον τρόπο γίνεται αντιληπτή.
- Κατάποση 1 gr φαινόλης μπορεί να προκαλέσει το θάνατο.
- Χρησιμοποιείται (συγκέντρωση 1%) σε ορισμένα αντισηπτικά σπρέι για τον πόνο στο λαιμό.
- **Τα μάτια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα σε διαβρωτικές ουσίες (βάσεις).**
- Σε τιμές pH (<3 και >8) καταστρέφεται το επιθήλιο των ματιών.
- Το H_2SO_4 λόγω της υψηλής διεισδυτικότητας των SO_4^- στον ιστό του κερατοειδούς και της θερμότητας που εκλύεται μπορεί να προκαλέσει μέχρι και τύφλωση.
- Πρέπει να έχουμε άμεση αντιμετώπιση για να μειωθεί ο χρόνος έκθεσης. Πλύσιμο για αρκετή ώρα και αναζητώ ιατρική βοήθεια.



Διαβρωτικές Ουσίες

TABLE 5.2.1.1 Corrosive Substances Encountered in Undergraduate Chemistry Labs

Substance	Gas	Liquid	Solid	Solution	Acid	Base	Oxidant	Reductant	Water reactive
HCl	X			X	X				
H ₂ SO ₄				X	X				X
HNO ₃	X			X	X				
HF	X			X	X		X		
HC ₂ H ₃ O ₂		X		X	X				X
H ₃ PO ₄		X		X	X				
NaOH			X	X		X			
KOH			X	X		X			
NH ₄ OH				X		X			
F ₂	X						X		
Cl ₂	X			X			X		
Br ₂		X					X		
I ₂			X				X		
H ₂ O ₂				X			X		
KMnO ₄			X	X			X		
Na			X					X	X
NaH			X					X	X
LiAlH ₄			X					X	X
Phenol			X						
P ₂ O ₅			X		X				X
CaO			X						X

Εύφλεκτες Ουσίες



On Saturday morning a postdoctoral fellow was working in his laboratory destroying excess **sodium metal** by treating it with alcohol. Believing that the sodium had been destroyed, he **poured the residual material into the sink**. To his surprise some **sodium had not been destroyed** and upon **contact with water it caught fire**. This fire then **ignited some other solvent mixtures** stored near the sink, and this larger **fire destroyed three laboratories**. Furthermore, the students working in these laboratories lost their **notebooks and chemical products** – a severe loss in research and in progress toward their degrees. Initially, costs of the fire were estimated around **\$400,000** to **repair** the laboratories.



Εύφλεκτες Ουσίες

- Είναι ουσίες που αναφλέγονται εύκολα και καίγονται γρήγορα, απελευθερώνοντας μεγάλα ποσά ενέργειας, με τη μορφή θερμότητας.
- Υπάρχουν και στην καθημερινότητά μας (βενζίνη, φυσικό αέριο, κτλ).
- Μετά την ανάφλεξη συνεχίζουν να καίγονται μέχρι να καταναλωθεί όλη η ποσότητα της ουσίας.
- Μπορεί να είναι **αέρια** (CH_4), **υγρά** (διαλύτες αντιδράσεων) και **στερεά** (Na, υδρίδια μετάλλων).
- **Οργανικοί διαλύτες:** ακετόνη, αιθανόλη, αιθέρας, οξικός αιθυεστέρας, εξάνιο, τολουόλιο.
- Αποτελούν συνηθισμένο κίνδυνο σε χημικά εργαστήρια.
- **Προσοχή κατά τη θέρμανση.**
Οι ατμοί τους έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από τον αέρα. Κίνδυνος ανάφλεξης από τη θερμαντική πλάκα.

Εύφλεκτες Ουσίες

- **Σημείο ανάφλεξης** (Flash Point) = ονομάζεται η θερμοκρασία στην οποία πρέπει να θερμανθεί ένα πτητικό υγρό για να παραγάγει ατμό, ο οποίος θα αναφλεχθεί όταν έλθει σε επαφή με γυμνή φλόγα ή σπινθήρα.
- 
- **Θερμοκρασία αυτανάφλεξης** (Autoignition Temperature) = ονομάζεται η θερμοκρασία στην οποία πρέπει να θερμανθεί μια ουσία για να αναφλεχθεί αυθόρμητα, χωρίς την παρουσία εξωτερικής πηγής θερμότητας, όπως για παράδειγμα μία φλόγα ή σπίθα.
- 
- Τα σημεία αυτανάφλεξης συνήθως εμφανίζουν υψηλές τιμές.
 - **Όρια ευφλεκτότητας** = είναι το εύρος των συγκεντρώσεων των ατμών μια ένωσης μέσα στα οποία μπορεί να υπάρξει πυρκαγιά.
 - **Κατώτατο όριο** (συνήθως 1–4%): χαμηλή συγκέντρωση ουσίας.
 - **Ανώτατο όριο** (συνήθως 6–20%): χαμηλή συγκέντρωση O_2 .
 - Εξαιρέσεις όπως Ακετυλένιο: 2.5 – 81% εξαιρετικά επικίνδυνο.

Ταξινόμηση Εύφλεκτων Ουσιών

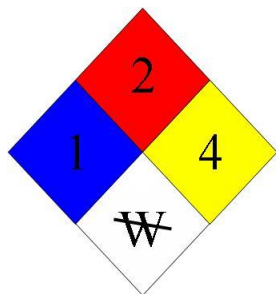
- Ταξινόμηση σύμφωνα με το σύστημα GHS.

Κατηγορία	Δήλωση Επικινδυνότητας	Προειδοποιητική λέξη	Σημείο Ανάφλεξης	Σημείο Βρασμού
1	Εξαιρετικά Εύφλεκτα	Κίνδυνος	< 23 °C	≤ 35 °C
2	Πολύ Εύφλεκτα	Κίνδυνος	< 23 °C	>35 °C
3	Εύφλεκτα	Προσοχή	> 23 °C και ≤ 60 °C	



- Ταξινόμηση σύμφωνα με το σύστημα NFPA

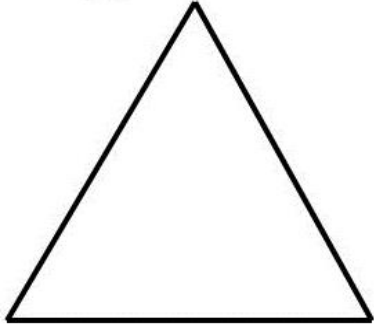
Hazard rating	Description	Criteria
4	Burns rapidly under ambient conditions; vaporizes easily	Flash point (fp) <22.8 °C and boiling point (bp) <37.8 °C
3	Burns under ambient conditions	fp <22.8 °C and bp >37.8 °C or fp ≥22.8 °C and bp <37.8 °C
2	Burns if moderately heated	fp ≥37.8 °C and <93.4 °C
1	Burns if preheated	fp ≥93.4 °C
0	Will not burn	Will not burn at 816 °C for 5 min



Chemical name—formula	Boiling point (°C)	Vapor pressure (mm Hg at 20 °C)	Lower and upper flammability	Autoignition (°C)	Flash point (°C)	GHS rating	NFPA rating
Acetic acid—CH ₃ CO ₂ H	118	11	4–16	463	39	3	2
Acetone—CH ₃ COCH ₃	56	180	3–13	465	−18	2	3
Acetonitrile—CH ₃ CN	82	73	4–16	524	6	2	3
1-Butanol—C ₄ H ₉ OH	118	6	1.4–11	365	29	3	3
2-Butanone (methyl ethyl ketone)—CH ₃ COC ₂ H ₅	80	71	2–10	515	−6.1	2	3
Carbon disulfide—CS ₂	46.1	300	1–44	90	−30.0	2	4
Chloroform—CHCl ₃	61	160	None	None	None	No rating	0
Dichloromethane—CH ₂ Cl ₂	40	440		556	None	No rating	1
Diethyl ether—(C ₂ H ₅) ₂ O	35	442	1.85–48	160	−45.0	1	4
Dimethylformamide—(CH ₃) ₂ NCHO	153	2.6	2.2–15	445	58	3	2
Ethanol—C ₂ H ₅ OH	78.3	43	3.3–19	365	12.8	2	3
Ethyl acetate—CH ₃ CO ₂ C ₂ H ₅	77	76	2.18–9	427	−4	2	3
Hexane—C ₆ H ₁₄	68.9	124	1.1–7.5	225	−21.7	2	3
Methanol—CH ₃ OH	64.9	96	6.7–36	385	11.1	2	3
1-Propanol (<i>n</i> -propanol)—C ₃ H ₇ OH	97	15	2.1–13.5	433	25	3	3
2-Propanol (isopropanol)—C ₃ H ₇ OH	82.8	33	2.3–12.7	398	11.7	2	3
Tetrahydrofuran—C ₄ H ₈ O	66	132	2–11.8	321	−14	2	3
Toluene—C ₆ H ₅ CH ₃	110.6	22	1.4–6.7	480	4.4	2	3

Εύφλεκτες Ουσίες

Οξυγόνο



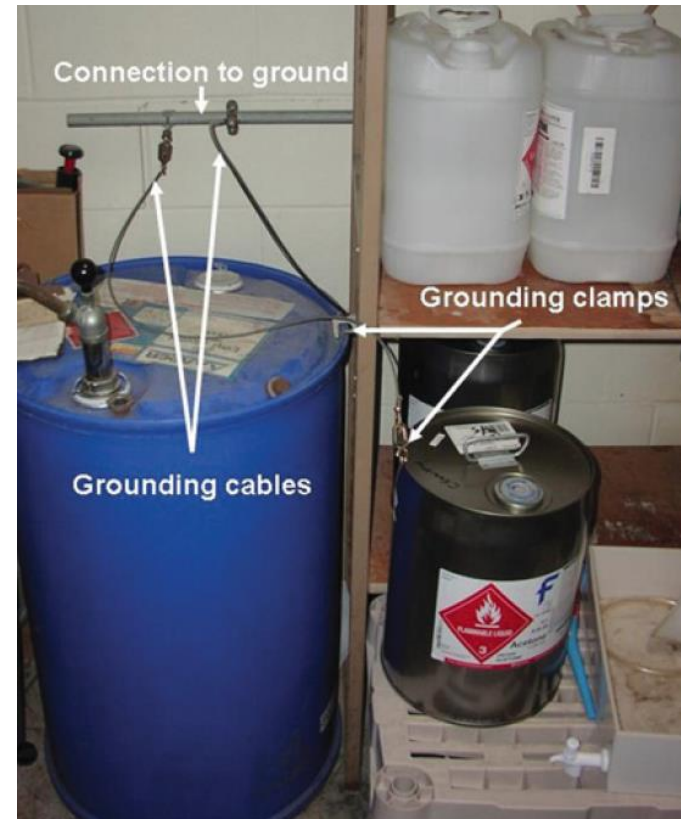
Θερμότητα-
Πηγή Ανάφλεξης

Καύσιμη Ύλη

- Το **τρίγωνο** χρησιμοποιείται για την **πρόληψη** μιας πυρκαγιάς.
- Εάν αφαιρέσουμε ένα στοιχείο από το τρίγωνο θα αποτρέψουμε την πυρκαγιά.
- Το πιο εύκολο είναι η θερμότητα και η πηγή ανάφλεξης.

Πηγές ανάφλεξης:

1. Φλόγα από λυχνίες, αναπτήρες, φλόγιστρα.
 2. Ηλεκτρικός σπινθήρας από διακόπτες ηλεκτρικών συσκευών.
 3. Σπινθήρας από στατικό ηλεκτρισμό (διαλύτες σε μεταλλικά δοχεία).
- Το **τετράεδρο** χρησιμοποιείται για την **κατάσβεση** της πυρκαγιάς.



Συσχέτιση Χημικής Δομής με Ευφλεκτικότητα

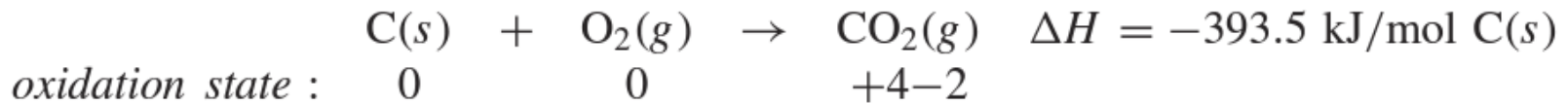
- Γενικά τα εύφλεκτα υγρά είναι και πτητικά. Αλλά ένα πτητικό υγρό δεν είναι πάντα και εύφλεκτο.
- **MeOH** (bp 65 °C) vs. **CH₂Cl₂** (bp 40 °C): Η MeOH είναι πολύ εύφλεκτη ενώ το **CH₂Cl₂** καθόλου.

Common name – formula	Vapor pressure (mm Hg at 20 °C)	Boiling point (°C)	Autoignition temperature (°C)	Flash point (°C)	GHS rating/ (NFPA rating)
Natural gas (methane) – CH ₄	>760	Gas	650	-183	1/(4)
Liquefied petroleum gas (LPG) – C ₃ H ₆ /C ₃ H ₈ / C ₄ H ₈ /C ₄ H ₁₀	>760	Gas	NA	NA	1/(4)
Gasoline – C ₅ –C ₁₂ hydrocarbons	38–300	38–204	280–456	-43	2/(3)
Kerosene – C ₉ –C ₁₆ hydrocarbons	5 (at 38°C)	170–300	229	38–66	3/(2)
Fuel oil & 4 – C ₁₂ –C ₁₈ hydrocarbons		>275	263	64	4/(2)
Olive oil		300	343	225	No rating/(1)

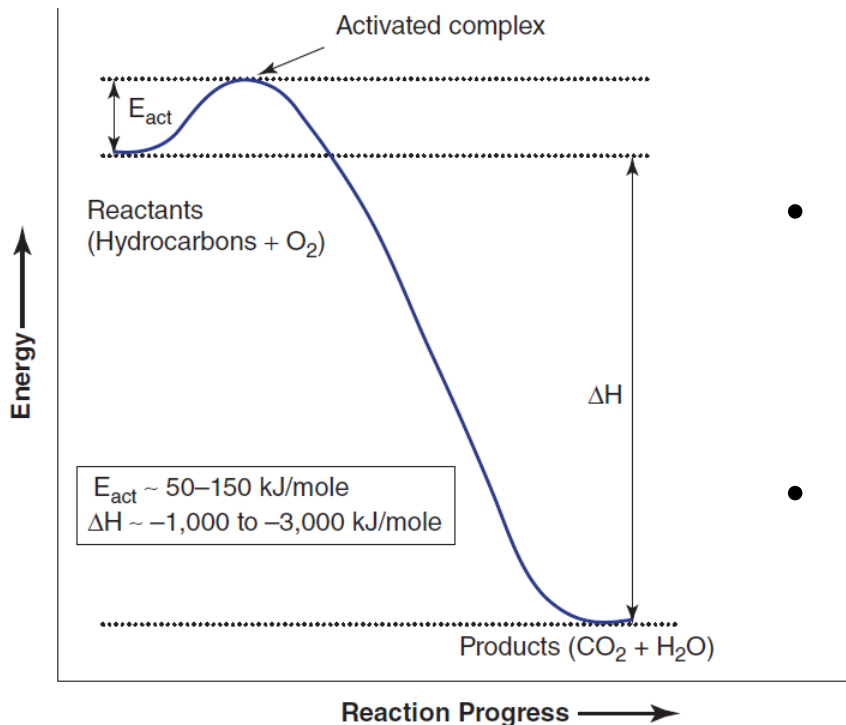
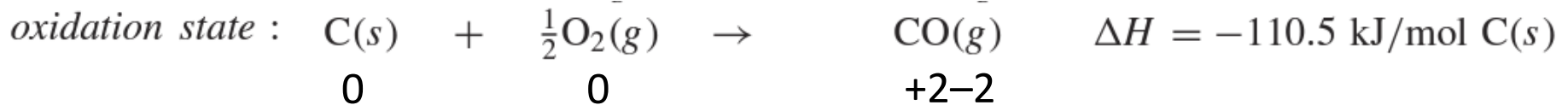
- Αυξάνοντας το μοριακό βάρος μειώνεται η ευφλεκτικότητα.
- Τα στερεά και τα υγρά δεν καίγονται (μόνο οι ατμοί τους).

Εύφλεκτες Ουσίες

- Η πυρκαγιά είναι μια εξώθερμη αντίδραση οξείδωσης που παράγει θερμότητα και φως.



- Ατελής Καύση (δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο):



- Για να ξεκινήσει η αντίδραση απαιτείται ενέργεια (E_{act}): **θερμότητα ή πηγή ανάφλεξης.**
- Η ενέργεια που εκλύεται συντηρεί την αντίδραση (πυρκαγιά).

Γιατί είναι Επικίνδυνες οι Πυρκαγιές?

1. Εκλύεται Θερμότητα (1000 °C)

- Εάν η θερμοκρασία φτάσει στους 480–650 °C τα αντικείμενα αυταναφλέγονται χωρίς να έρχονται σε επαφή με τη φλόγα.
- Το CO αναφλέγεται στους 609 °C και συμβάλει στην εξάπλωση.

2. Εκλύονται τοξικά παραπροϊόντα

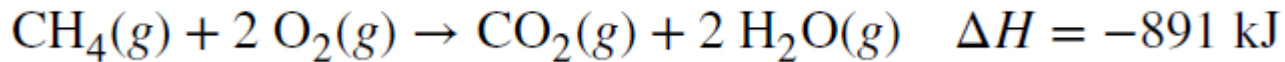
- Ο καπνός είναι μίγμα σωματιδίων με αέρα, η εισπνοή του εμποδίζει τη λειτουργία των πνευμόνων.
- Σχηματίζεται CO (χημικό ασφυξιογόνο) και CO₂ (απλό ασφυξιογόνο).
- Όταν καίγονται πλαστικά σχηματίζονται τοξικά αέρια: HCN, HCl, NO_x.

3. Κατανάλωση Οξυγόνου

- Μειώνεται το διαθέσιμο O₂ και προκαλείται ασφυξία.
- Ο τοξικός καπνός προκαλεί το θάνατο πριν από την έλλειψη του O₂.
- Ο ατμός που σχηματίζεται από το νερό της κατάσβεσης μειώνει σημαντικά τη συγκέντρωση του O₂.
- Εάν εισέρθει στο χώρο καθαρός αέρος προκαλείται έκρηξη.

Αέριες Εύφλεκτες Ουσίες

- Το μεθάνιο (CH₄) είναι η πιο συνηθισμένη αέρια ουσία.
- Χρησιμοποιείται και εκτός εργαστηρίου.
- Είναι εξαιρετικά εύφλεκτο (κατηγορία 1 GHS).
- Είναι άοσμο αέριο και προστίθενται διάφορες θειόλες (CH₃CH₂SH) για να είναι εύκολη η ανίχνευση τυχόν διαρροής.
- Η αντίδραση καύσης του είναι ισχυρά εξώθερμη.



- Σε περίπτωση πυρκαγιάς η αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την πίεση (300K σε 1300K, 1atm σε 4.3 atm), καταστρέφεται το δοχείο που την περιέχει και προκαλείται έκρηξη.
- **Έκρηξη** = είναι η αιφνίδια έκλυση ενέργειας με τη μορφή θερμότητας και φωτός.



Μη Συμβατές Ουσίες

A large glass capped bottle being used in a laboratory to collect **nitric acid waste** was located in a chemical hood when it **spontaneously exploded**, **spraying nitric acid and glass pieces** throughout the lab. A student was working at a computer in the lab when the explosion occurred, but he was not injured. Other waste containers in the hood were either destroyed or cracked. An investigation **revealed that the nitric acid waste bottle had originally contained methanol**. It was estimated that the **explosion occurred about 12–16 hours after the nitric acid had been added to the bottle**.



Μη Συμβατές Ουσίες

- **Μη Συμβατές Ουσίες** = είναι συνδυασμός ουσιών που αντιδρούν βίαια μεταξύ τους με ισχυρά **εξώθερμες αντιδράσεις**.
- Μπορεί να προκληθεί έκρηξη ή να σχηματιστεί ένα τοξικό προϊόν.
- Σε περιπτώσεις που σχηματίζονται αέρια σε κλειστό σύστημα μπορεί να υπάρξει καταστροφή της συσκευασίας.
- Τις περισσότερες φορές συμβαίνει αναπάντεχα και δεν είμαστε προετοιμασμένοι ή μπορεί να μην είναι κανένας παρών.
- Μη συμβατές ουσίες σε χαμηλές συγκεντρώσεις μπορούν να αναμειχθούν μεταξύ τους.
- Δεν είναι δυνατή η απομνημόνευση όλων των πιθανών συνδυασμών των μη συμβατών χημικών ουσιών (μη συμβατότητα χημικών ομάδων)
- Γνωρίζοντας τις ιδιότητες και τη δομή ενός μορίου μπορούμε να προβλέψουμε πιθανούς μη συμβατούς συνδυασμούς.
- Οι περισσότερες εξώθερμες αντιδράσεις περιλαμβάνουν **οξέα-βάσεις** ή **οξειδωτικές-αναγωγικές** ουσίες.

Παραδείγματα Μη Συμβατών Ουσιών

Class	Types of incompatibles	Examples of incompatibles
<i>Acid incompatibles: substances listed to the right react violently with acids</i>	Hydroxides	NaOH, KOH
	Inorganic azides	Sodium azide (produces toxic HN_3)
	Chlorates	Potassium chlorate
	Cyanides	Potassium cyanide (produces HCN gas)
	Carbides	Calcium carbide (produces flammable C_2H_2)
	Hydrides	Sodium hydride (produces flammable H_2)
	Oxides	Calcium oxide
	Perchlorates	Potassium perchlorate
	Sulfides	Sodium sulfide (produces H_2S)
	Organic peroxides	Benzoylperoxide, $\text{C}_5\text{H}_5\text{COO—OOC}\text{C}_6\text{H}_5$
<i>Base (strong) incompatibles: substances listed to the right react violently with bases</i>	Acids	HCl, H_2SO_4 , CH_3COOH
	Inorganic cyanides	Sodium cyanide
	Organic acyl halides	Acetyl chloride
	Organic anhydrides	Acetic anhydride
	Organic nitro compounds	Nitrobenzene
<i>Water-reactives: substances listed to the right react with water</i>	Alkali/alkaline earth metals	Sodium, potassium
	Metal carbides	Calcium carbide
	Metal hydrides	Sodium hydride, lithium aluminum hydride
	Nonmetal hydrides	Boranes, silanes
	Alkali/alkaline earth metals oxides	Calcium oxide

Παραδείγματα Μη Συμβατών Ουσιών

Pyrophorics: substances listed to the right react in air

Some finely divided metals
Alloys of reactive metals
Alkylmetals
Selected main group elements
Metal hydrides
Nonmetal hydrides
Iron sulfides
Alkylphosphines
Some organometallics

Magnesium, zinc
Potassium–sodium alloy
t-Butyllithium, trimethylaluminum
White phosphorus
Potassium hydride
Diborane, phosphine
FeS (moist), FeS₂ (powdered)
Diethylphosphine
Bis(cyclopentadienyl)manganese

Oxidizing agents: substances listed to the right are easily oxidized

Organic compounds
Metals
Metal hydrides
Main group elements
Main group compounds with hydrogen

Acetic acid, aniline
Sodium, magnesium
Sodium hydride
Phosphorus, sulfur, carbon
Ammonia

Reducing agents: substances listed to the right are easily reduced

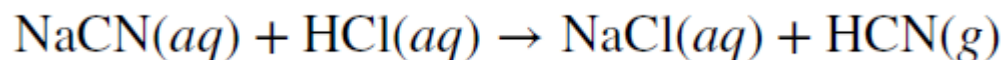
Chlorates, perchlorates
Chromates
Halogens
Nitrates
Peroxides
Persulfates
Permanganates

ClO₃⁻, ClO₄⁻
CrO₄²⁻, CrO₃
F₂, Cl₂
NO₃⁻
Na₂O₂, H₂O₂
S₂O₈²⁻
MnO₄⁻

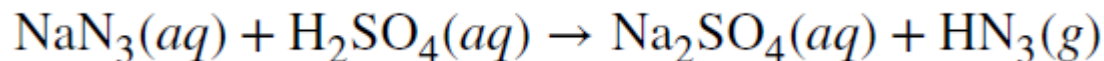
Μη Συμβατές Ουσίες: Οξέα και Βάσεις

- Είναι ο πιο συνηθισμένος μη συμβατός συνδυασμός.
- **Ισχυρό Οξύ + Ισχυρή Βάση = πολύ εξώθερμη αντίδραση.**
- Συνηθισμένα ισχυρά οξέα: HCl, HNO₃, H₂SO₄, HClO₄, HBr, HI.
- Συνηθισμένες ισχυρές βάσεις: NaOH, KOH, Ca(OH)₂, LiOH, RbOH, CsOH
- Συνδυασμός ισχυρού οξέος με ασθενή βάση είναι επίσης επικίνδυνος.
- 100mL HCl 12M με 100mL NaOH 12M αυξάνουν τη θερμοκρασία 84 °C.
- Σε ορισμένες περιπτώσεις εκτός από τη θερμότητα μπορεί να σχηματίζονται και επικίνδυνα προϊόντα:

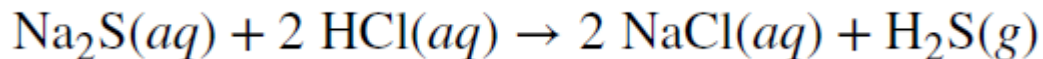
1. Τοξικά αέρια



2. Εκρηκτικά αέρια



3. Εύφλεκτα αέρια



Μη Συμβατές Ουσίες: Οξειδωτικά και Αναγωγικά

- Πρέπει να αναγνωρίζουμε τις ενώσεις που οξειδώνονται εύκολα (ισχυρά αναγωγικά) ή ανάγονται εύκολα (ισχυρά οξειδωτικά).

Reduction half-reaction	E° (V)	Strong oxidizing agent on left	Strong reducing agent on right
$\mathbf{F}_2(g) + 2e^{-} \rightarrow 2\mathbf{F}^{-}(aq)$	2.87	X	
$\mathbf{H}_2\mathbf{O}_2(aq) + 2\mathbf{H}^{+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow 2\mathbf{H}_2\mathbf{O}(l)$	1.78	X	
$\mathbf{MnO}_4^{-}(aq) + 8\mathbf{H}^{+}(aq) + 5e^{-} \rightarrow \mathbf{Mn}^{2+}(aq) + 2\mathbf{H}_2\mathbf{O}(l)$	1.507	X	
$\mathbf{ClO}_4^{-}(aq) + 8\mathbf{H}^{+}(aq) + 8e^{-} \rightarrow \mathbf{Cl}^{-}(aq) + 2\mathbf{H}_2\mathbf{O}(l)$	1.389	X	
$\mathbf{Cl}_2(g) + 2e^{-} \rightarrow 2\mathbf{Cl}^{-}(aq)$	1.36	X	
$\mathbf{Cr}_2\mathbf{O}_7^{2-}(aq) + 14\mathbf{H}^{+}(aq) + 6e^{-} \rightarrow 2\mathbf{Cr}^{3+}(aq) + 7\mathbf{H}_2\mathbf{O}(l)$	1.232	X	
$\mathbf{O}_2(g) + 4\mathbf{H}^{+}(aq) + 4e^{-} \rightarrow 2\mathbf{H}_2\mathbf{O}(l)$	1.229	X	
$\mathbf{Br}_2(l) + 2e^{-} \rightarrow 2\mathbf{Br}^{-}(aq)$	1.09	X	
$\mathbf{NO}_3^{-}(aq) + 4\mathbf{H}^{+}(aq) + 3e^{-} \rightarrow \mathbf{NO}(g) + 2\mathbf{H}_2\mathbf{O}(l)$	0.957	X	
$\mathbf{I}_2(s) + 2e^{-} \rightarrow 2\mathbf{I}^{-}(aq)$	0.54	X	
$\mathbf{H}_2(aq) + 2e^{-} \rightarrow 2\mathbf{H}^{-}(s)$	-2.23		X
$\mathbf{Al}(\mathbf{OH})_4^{-}(aq) + 3e^{-} \rightarrow \mathbf{Al}(s) + 4\mathbf{OH}^{-}(aq)$	-2.328		X
$\mathbf{K}^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow \mathbf{K}(s)$	-2.379		X
$\mathbf{Na}^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow \mathbf{Na}(s)$	-2.71		X
$\mathbf{Ca}^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow \mathbf{Ca}(s)$	-2.868		X
$\mathbf{Li}^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow \mathbf{Li}(s)$	-3.04		X
$\mathbf{Cs}^{+}(aq) + e^{-} \rightarrow \mathbf{Cs}(s)$	-3.06		X

Ουσίες που Αντιδρούν με το Νερό

- Είναι ουσίες που αντιδρούν βίαια με το νερό εκλύοντας μεγάλα ποσά θερμότητας.
- Μερικές φορές εκλύονται εύφλεκτα ή τοξικά αέρια προκαλώντας πυρκαγιές ή εκρήξεις.
- Γενικά όλα τα ισχυρά αναγωγικά αντιδρούν με το νερό και σχηματίζουν αέριο H₂.
- **Παραδείγματα:**

Chemical class

Example

Alkali metals



Organometallics



Acyl chlorides



Main group metal halides



Metal oxides



Acid anhydrides



Nonmetal oxides



Ουσίες που Αντιδρούν με το Νερό

- Το **στερεό Na** χρησιμοποιείται συχνά για να απομακρύνει το νερό από διάφορους οργανικούς διαλύτες.
- Μετά τη χρήση του πρέπει να εξουδετερώνεται με τη χρήση κάποιας αλκοόλης.
- Αρκετές φορές λανθασμένα έρχεται σε επαφή με το νερό παράγεται υδρογόνο και προκαλείται πυρκαγιά.



- Το P_2O_5 ή P_4O_{10} χρησιμοποιείται επίσης συχνά ως ξηραντικό.
- Κατά τη χρήση τους πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να εμποδίζεται η επαφή τους με νερό ακόμη και με την υγρασία της ατμόσφαιρας.
- Σε περίπτωση που δεν αποθηκευτούν σωστά αντιδρούν με την υγρασία και μπορεί να καταστραφούν.
- Πυκνά οξέα (H_2SO_4) και βάσεις επίσης αντιδρούν έντονα με το νερό.

Πυροφορικές Ουσίες

- Είναι ουσίες που **αναφλέγονται αυθόρμητα** όταν εκτεθούν στον αέρα.
- **Οξειδώνονται από το O₂** στον αέρα ή **αντιδρούν** πολύ γρήγορα με την **υγρασία** της ατμόσφαιρας.
- Δραστικά μέταλλα (Ca, Zr, Zn) ή κράματα μετάλλων είναι πυροφόρα.



- Υδρίδια μετάλλων όπως LiAlH₄, NaBH₄, NaH είναι πυροφόρα.



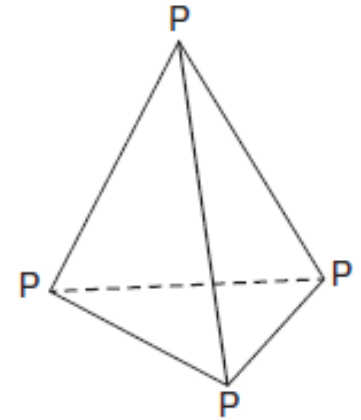
- Αρκετά βοράνια (B_xH_y) και σιλάνια (Si_xH_y) είναι ασταθή και αντιδρούν στον αέρα.



- Παλαιότερα τα βοράνια είχαν δοκιμαστεί ως προωθητικά καύσιμα σε πυραύλους.

Πυροφορικές Ουσίες

- Ο στοιχειακός φωσφόρος P_4 είναι μια επιπλέον πυροφορική ένωση.
- Συναντάται σε τρεις αλλοτροπικές μορφές: ερυθρός, μελανός και λευκός.
- Καμία από τις τρεις δε συναντάται στη φύση (φωσφορικά).
- Μόνο ο λευκός είναι ασταθής και αναφλέγεται στον αέρα πάνω από τους $35\text{ }^\circ\text{C}$.



- Αποθηκεύεται μέσα σε νερό για να μην έρθει σε επαφή με το O_2 .
- Ορισμένα πυροφόρα αγοράζονται ως διαλύματα (tert-butyllithium διάλυμα σε εξάνιο).
- Σε περίπτωση επαφής με τον αέρα ο διαλύτης λειτούργει ως καύσιμο και αναφλέγεται.

Πυροφορικές Ουσίες

- Όταν εργαζόμαστε με πυροφόρες ενώσεις ακόμη και πριν ανοίξουμε τη συσκευασία πρέπει να λαμβάνονται όλα τα μέτρα προφύλαξης ώστε να μην έρθουν σε επαφή με τον αέρα.
- Η χρήση τους πρέπει να γίνεται είτε σε glove box, είτε με τη χρήση αδρανών αερίων και γραμμών κενού.



Μη Συμβατές Ουσίες

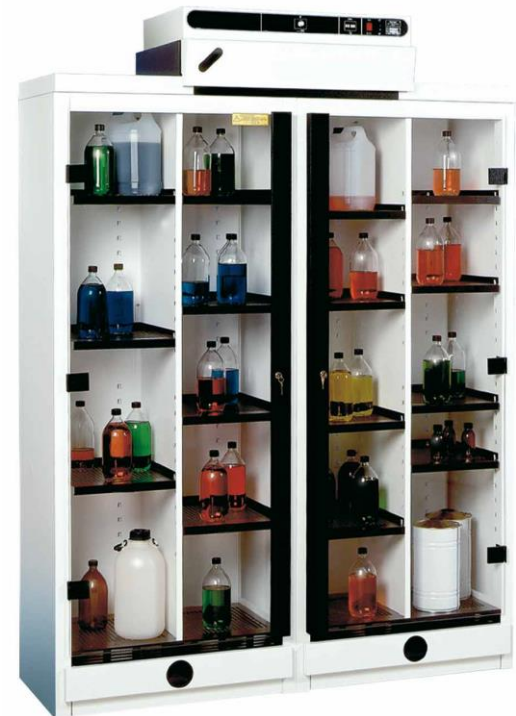
- Υπάρχουν περιπτώσεις που ενώσεις αντιδρούν βίαια μεταξύ τους αν και αρχικά φαίνεται να είναι συμβατές πχ δυο οξέα.



- Η απόρριψη των αποβλήτων θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή (δεν πρέπει να τοποθετούνται όλα τα οξέα στο ίδιο δοχείο).

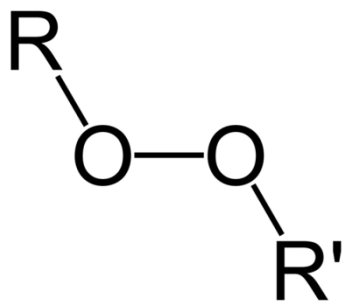
- **Αποθήκευση μη συμβατών ουσιών**

- Δεν πρέπει να έρχονται σε επαφή και δεν πρέπει να αποθηκεύονται μαζί.
- Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να προσέχουμε σε σεισμογενείς περιοχές.
- Να ελαχιστοποιούμε την ποσότητα των χημικών που αποθηκεύονται μέσα στο εργαστήριο.



Υπεροξειδία: Πιθανώς Εκρηκτικές Ουσίες

A student was conducting undergraduate research that involved **evaporating the solvent** from a precipitate using a rotary evaporator. When she manipulated the round bottom flask containing **the residue it exploded, spraying her with glass**. The flying glass hit her safety goggles and also **cut her forehead**. An ambulance transported her to the hospital where she received treatment including stitches for the cuts above her eyes. Investigation found that **tetrahydrofuran (THF) and diethyl ether** were the solvents used. **THF samples tested positive for high concentrations of peroxides**.



Υπεροξειδία: Πιθανώς Εκρηκτικές Ουσίες

- **Υπεροξειδία** ονομάζονται ενώσεις που περιέχουν τη γέφυρα **-O-O-**.
- Οργανικά υπεροξειδία ($R-O-O-R'$) ή υδροξυ-υπεροξειδία ($R-O-O-H$).
- **Είναι ασταθή** και έχουν την τάση να αποσυντίθενται βίαια προκαλώντας **έκρηξη**.
- Μπορεί να προκληθεί έκρηξη μετά από **χτύπημα**, **τριβή** (άνοιγμα μπουκαλιού) ή **θέρμανση**.
- Χρησιμοποιούνται ως αντιδραστήρια σε οργανικές αντιδράσεις.
- Υπάρχουν ως **προσμίξεις** σε άλλα χημικά κυρίως οργανικούς διαλύτες.
- Σχηματίζονται αργά και γίνονται επικίνδυνα καθώς η συγκέντρωσή τους αυξάνεται με το χρόνο.
- Οι **αιθέρες** είναι η πιο γνωστή ομάδα ενώσεων που σχηματίζει υπεροξειδία και έχουν οδηγήσει πολλές φορές σε εκρήξεις.

Υπεροξειδία: Πιθανώς Εκρηκτικές Ουσίες

- Σχηματίζονται με αντίδραση αυτό-οξειδωσης ελευθέρων ριζών που περιλαμβάνει O_2 .

- Ορισμένες ενώσεις έχουν την τάση να χάσουν ένα πρωτόνιο λόγω της παρουσίας μιας ρίζας ή αντιδρώντας με ένα φωτόνιο σχηματίζοντας ρίζες.



- Παρουσία οξυγόνου σχηματίζεται μια υπεροξειδική ρίζα.



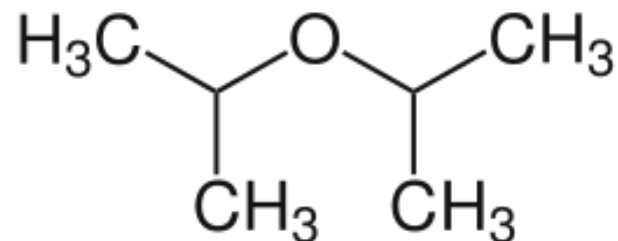
- Η οποία αντιδρά με ένα οργανικό μόριο δίνοντας υδροξυ-υπεροξειδία



- Οι αντιδράσεις συνεχίζονται.



- Η σταθερότητα της ελεύθερης ρίζας καθορίζει την ικανότητα μιας ένωσης να σχηματίζει υπεροξειδία (Diisopropyl ether).



Παραδείγματα Ενώσεων που Σχηματίζουν Υπεροξειδία

Group 1: Severe Peroxide Hazards—Chemicals forming peroxides that may explode without concentration.

Discard 3 months after opening.

Diisopropyl ether	Butadiene (liquid)	Potassium metal	Potassium amide
Vinylidene chloride	Chloroprene (liquid)		Sodium amide
Divinyl ether	Tetrafluoroethylene (liquid)		
Divinyl acetylene			

Group 2: Significant Peroxide Hazards—Chemicals forming peroxides that may explode on concentration.

Discard 12 months after opening.

Acetal	Cyclooctene	Dioxane	Methyl cyclopentane
Acetaldehyde	Cyclopentene	Furan	Methyl- <i>i</i> -butylketone
Benzyl alcohol	Decahydronaphthalene	Glyme	2-Propanol
2-Butanol	Diacetylene	4-Heptanol	Tetrahydrofuran
Cumene	Dicyclopentadiene	2-Hexanol	Tetrahydronaphthalene
Cyclohexanol	Diethyl ether	Methylacetylene	Vinyl ethers
Cyclohexene	Diglyme	3-Methyl-1-butanol	Secondary alcohols

Group 3: Significant Peroxide Hazards—Chemicals that may violently polymerize due to peroxide formation.

Test inhibited chemicals 6 months after opening and discard 12 months after opening.

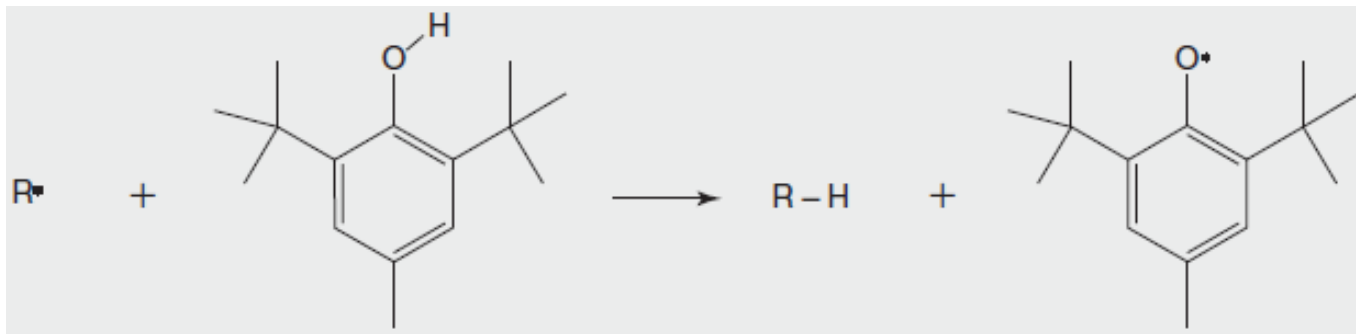
Discard uninhibited chemicals within 24 hours after opening.

Acrylic acid	Chlorotrifluoroethylene	Vinyl acetate	Vinylidene chloride
Acrylonitrile	Methyl methacrylate	Vinylacetylene	
Butadiene	Styrene	Vinyl chloride	
Chloroprene	Tetrafluoroethylene	Vinylpyridine	

Αποτρέποντας τους Κινδύνους από Υπεροξειδία

1. Χρησιμοποιώντας αναστολείς (inhibitors)

- Είναι ενώσεις που προστίθενται σε χαμηλές συγκεντρώσεις και εμποδίζουν το σχηματισμό ριζών.
- Πρέπει να προτιμούνται διαλύτες που περιέχουν αναστολείς.
- Ο πιο γνωστός αναστολέας είναι το BHT (butylated hydroxytoluene).



- Ο σίδηρος αποτρέπει το σχηματισμό υπεροξειδίων στο διαιθυλ-αιθέρα (μεταλλική συσκευασία).
- Η αποθήκευση υπό ατμόσφαιρα αδρανούς αερίου καθυστερεί το σχηματισμό των υπεροξειδίων.
- Οι αναστολείς με τον καιρό αποσυντίθενται και δεν προσφέρουν προστασία.

Αποτρέποντας τους Κινδύνους από Υπεροξειδία

2. Περιορίζοντας τη χρήση και την αποθήκευση

- Πρέπει να αγοράζουμε μικρές ποσότητες ώστε να μην αποθηκεύονται για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Ενώσεις που δεν περιέχουν αναστολείς πρέπει να ελέγχονται συχνά.
- Πρέπει να αποθηκεύονται σε σκουρόχρωμα μπουκάλια, σε δροσερό μέρος και προστατευμένα από το φως.

3. Χρήση εναλλακτικών διαλυτών

- Σε όσες περιπτώσεις είναι δυνατόν να αντικαθιστούνται οι επικίνδυνοι διαλύτες με άλλους που δε σχηματίζουν υπεροξειδία.

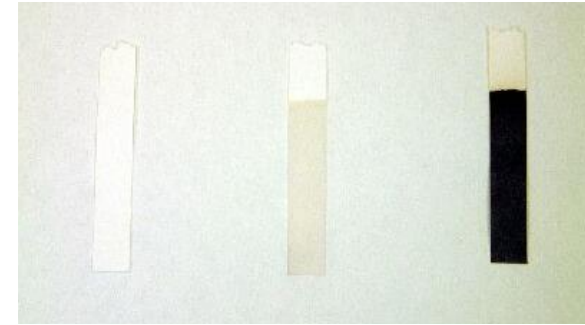
4. Σωστή επισήμανση

- Πρέπει να τοποθετούνται ετικέτες που να αναγράφουν:
 - i) την ημερομηνία παραλαβής,
 - ii) την ημερομηνία ανοίγματος και
 - iii) την ημερομηνία που πρέπει να το απορρίψουμε. Εξαρτάται από το είδος του αντιδραστηρίου και τον τρόπο αποθήκευσης.

Αποτρέποντας τους Κινδύνους από Υπεροξειδία

5. Ανιχνεύοντας τα Υπεροξειδία

- Παλιές συσκευασίες πρέπει να ελέγχονται για την ύπαρξη υπεροξειδίων.
- Υπάρχουν εμπορικά διαθέσιμα τεστ (χαρτί που περιέχει άμυλο και KI). Κίτρινο χρώμα (λίγο R-O-O-H), μαύρο χρώμα (πολύ R-O-O-H).



6. Προσοχή κατά την απόσταξη και την εξάτμιση

- Διαλύτες που μπορεί να περιέχουν υπεροξειδία δεν πρέπει να αποστάζονται μέχρι ξηρού.
- Υπάρχουν περιπτώσεις που προκλήθηκε έκρηξη κατά την απόσταξη.
- Η συμπύκνωση πρέπει να περιορίζεται στο 20% του αρχικού όγκου.

7. Αποφεύγω τη μόλυνση του διαλύτη

- Δεν πρέπει να επιστρέφεται διαλύτης που δεν έχει χρησιμοποιηθεί στην αρχική του συσκευασία (μπορεί να περιέχει υπεροξειδία).

Αποτρέποντας τους Κινδύνους από Υπεροξειδία

8. Διαχείριση χημικών που περιέχουν υπεροξειδία

- Τα υπεροξειδία εντοπίζονται ως λευκό κρυσταλλικό ίζημα.
- Υπάρχουν περιπτώσεις που συγκεντρώνονται στο καπάκι της συσκευασίας ως λευκοί κρύσταλλοι.
- Δεν πρέπει να ανοίξουμε ή να μετακινήσουμε βίαια τη συσκευασία.
- Ιδιαίτερη Προσοχή εάν έχει εξατμιστεί ο διαλύτης. Μπορεί πολύ εύκολα να προκληθεί έκρηξη.
- Πρέπει να αναζητηθεί άμεσα βοήθεια για τη απομάκρυνσή του.





9. Απομακρύνοντας τα υπεροξειδία από ένα διαλύτη

- Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι καθαρισμού των διαλυτών από υπεροξειδία: φιλτράρισμα από ενεργοποιημένη αλουμίνα, ανάμιξη με διάλυμα FeSO_4 , ανάμιξη με molecular sieves.
- Όλα τα παραπάνω εμπεριέχουν κίνδυνο και πρέπει να πραγματοποιούνται από άτομα με εμπειρία.

Δραστικές και Ασταθείς Ουσίες - Εκρηκτικές

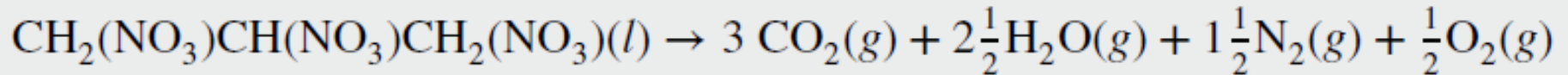
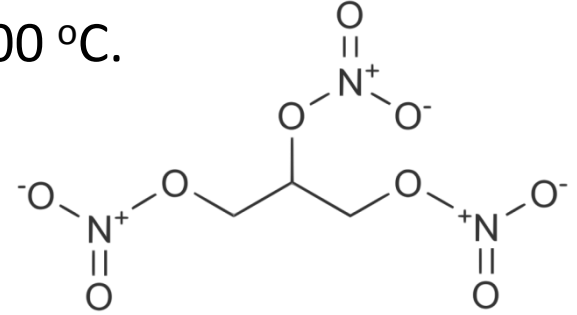
A chemist conducted research on organometallic compounds within a **glovebox** in a nitrogen atmosphere since these compounds react with oxygen or moisture. With his hands in the glovebox gloves, he **unscrewed the cap from the vial**. As he twisted the cap, a sudden **detonation blew off three fingers** on the chemist's right hand and he was taken to the hospital. The hospital called to ask if someone from the laboratory **could try to retrieve the fingers for reattachment** to his hand. As two other chemists began procedures to do this, **air entered the glovebox** through the damaged glove, igniting something and **flames came** shooting out of the damaged glove port. The two chemists fearing an imminent explosion ran for cover. However, as the oxygen was consumed, the flames went out spontaneously. The two chemists returned and **inserted a dry chemical extinguisher** to cool and quench any existing hot spots and prevent further fires. The large mess in the glove box now **made it impossible** to quickly and safely **recover the lost fingers in a timely manner**. It took **several days** of meticulous and careful work to safely **remove the remaining hazardous chemicals** and debris from the glovebox before the fingers were located.

Εκρηκτικές Ουσίες

- Είναι ασταθείς ουσίες που αν δε χειριστούν σωστά αποσυντίθενται βίαια, προκαλώντας έκρηξη. 
- Για να ξεκινήσει η αποσύνθεσή τους απαιτείται μικρή ποσότητα ενέργειας: αύξηση θερμοκρασίας, τριβή, χτύπημα, επαφή με φλόγα.
- Οι εκρήξεις σε ένα χημικό εργαστήριο δεν είναι συνηθισμένες.
- Οι εκρηκτικές ουσίες είναι χρήσιμες διότι είναι δραστικές και απαραίτητες για την πραγματοποίηση ορισμένων αντιδράσεων.
- Πρέπει να προβλέπουμε την επικινδυνότητά τους και να μάθουμε πως μπορούμε να τις χρησιμοποιούμε με ασφάλεια.
- **Οι εκρήξεις** είναι γρήγορες χημικές αντιδράσεις που απελευθερώνουν μεγάλα ποσά ενέργειας είτε με τη μορφή θερμότητας ή φωτός.
- Κατά την έκρηξη μαζί με τη θερμότητα ελευθερώνεται και μεγάλος όγκος αερίων σχηματίζοντας ωστικό κύμα. 
- Τα αέρια που εκλύονται είναι συνήθως: CO, CO₂, H₂O (ατμός) και N₂.

Εκρηκτικές Ουσίες

- Η θερμοκρασία σε μια έκρηξη είναι περίπου 3000 °C.
- Κατά την έκρηξη της νιτρογλυκερίνης πραγματοποιείται ή αντίδραση:



- Τα 10 mL νιτρογλυκερίνης θα σχηματίσουν 140 L αερίων.
- Εάν ο όγκος της φιάλης είναι 50 mL η πίεση θα είναι 280 atm.
- Οι εκρήξεις είναι εξώθερμες αντιδράσεις διότι πραγματοποιείται αποσύνθεση ασθενών δεσμών και δημιουργία πολύ ισχυρών δεσμών.
- **Πως μπορούμε να αναγνωρίσουμε τις εκρηκτικές ουσίες?**
 1. Βιβλιογραφικά δεδομένα, SDS, συνομιλώντας με άτομα που έχουν μεγαλύτερη εμπειρία.
 2. Υπάρχουν κάποιες χαρακτηριστικές ομάδες που προσδίδουν την εκρηκτικότητα.

Παραδείγματα Εκρηκτικών Ουσιών

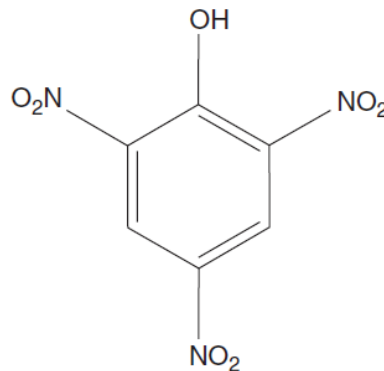
Chemical class	General groups in a class	Examples
Acetylenic compounds: —C≡C—	Alkynes; haloacetylenes; metal acetylides; acetylenic peroxides; other acetylides	Acetylene; chloroacetylene; cupric acetylide; acetylenedicarboxaldehyde
Azides: —N ₃	Acyl azides; metal azides; nonmetal azides; organic azides; other compounds containing azide moieties	Acetyl azide; lead azide; ammonium azide; benzyl azide; azido-2-propanone
Azo compounds: C—N=N—C	Selected azo compounds	Dimethyl azoformate; methyldiazene; azoisobutyronitrile
Diazo compounds: —N ₂	Organic diazo compounds; metal diazo compounds	Diazomethane; diazoacetonitrile; lithium diazomethanide
Fulminates: —C≡N → O	Metal fulminates	Mercury fulminate; sodium fulminate
Nitrides: —N ³⁻	Metal and nonmetal nitrides	Lead nitride; silver nitride; disulfur dinitride; pentasulfur hexanitride
<i>Aci</i> -nitro: —C=N(O)O ⁻	<i>Aci</i> -nitro salts	Ammonium <i>aci</i> -nitromethanide; potassium phenyldinitromethanide
Organic nitro compounds: C—NO ₂	Nitroalkyls; polynitro-aromatic or alkyl compounds	Nitromethane; tetranitromethane; trinitroresorcinol; 1,3,6,8-tetranitronaphthalene
Nitroso compounds: C—NO; N—NO	Organic nitroso compounds; N-nitroso compounds; inorganic nitrosyl compounds	2-Nitrosophenol; N-nitrosoacetanilide; nitrosylcyanide
Organic nitrites: C—O—NO	Acyl or alkyl nitrites	Acetyl nitrite; trifluoroacetyl nitrite; methyl nitrite

Παραδείγματα Εκρηκτικών Ουσιών

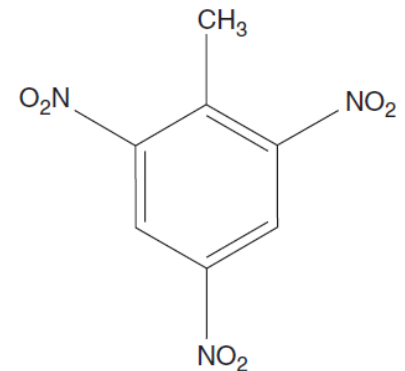
Chemical class	General groups in a class	Examples
Organic nitrates: C—O—NO ₂	Acyl or alkyl nitrates	Acetyl nitrate; benzoyl nitrate; methyl nitrate; glycerol trinitrate
Some nitrogen-containing compounds	Oximes; isoxazoles; triazenes; nitrogen halides; N-metallics	2-butanone oxime; 3-methyl-5-aminoisoxazole; 1,2-diphenyltriazene; nitrogen trichloride; hexamminechromium (III) nitrate
Organic peroxides: C—OO—C	Acyl or alkyl peroxides; peroxyacids; peroxyesters	Diacetyl peroxide; bis(trifluoroacetyl) peroxide; dimethyl peroxide; peracetic acid; <i>tert</i> -butylperoxybenzoate
Organic hydroperoxides: —C—OOH	Alkyl hydroperoxides	Allyl hydroperoxide; bis(2-hydroperoxy-4-methyl-2-pentyl) peroxide
Chlorites: —ClO ₂	Chlorite salts	Lead chlorite; silver chlorite; tetramethylammonium chlorite
Chlorates: —ClO ₃	Metal chlorates	Silver chlorate; potassium chlorate; sodium chlorate
Perchlorates: —ClO ₄	Alkyl perchlorates; aminemetal perchlorate salts; diazonium perchlorates; metal perchlorates; nonmetal perchlorates; perchlorates of nitrogenous bases; perchloryl compounds	Methyl perchlorate; hexaamminenickel perchlorate; benzenediazonium perchlorate; mercuric perchlorate; nitronium perchlorate

Εκρηκτικές Ουσίες

- Ενώσεις που περιέχουν σε μεγάλο ποσοστό N και O είναι εκρηκτικές διότι όταν αποσυντίθενται σχηματίζουν προϊόντα με ισχυρούς δεσμούς: $N\equiv N$, $O=C=O$, H_2O .
- Ενώσεις με μεγάλη ενεργή επιφάνεια (καταλύτες σε άνθρακα ή νανοσωματίδια μετάλλων) μπορούν να προκαλέσουν έκρηξη.
- Γενικά όσο πιο «ξηρό» είναι ένα αντιδραστήριο τόσο πιο μεγάλη είναι η πιθανότητα να προκληθεί έκρηξη.
- Το πικρικό οξύ πωλείται μέσα σε νερό. Ξηρό είναι εκρηκτικό όπως το TNT.



PICRIC ACID



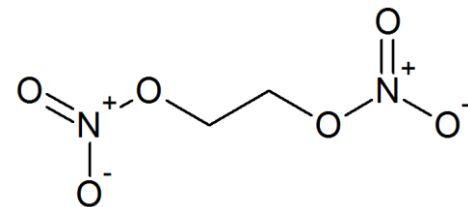
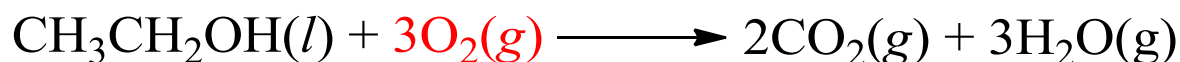
TRINITROTOLUENE (TNT)

- Συνηθισμένες εκρηκτικές ουσίες είναι το NaN_3 και το $HClO_4$. Το NaN_3 αντιδρά με μέταλλα όπως Cu και Pb σχηματίζοντας εκρηκτικές ενώσεις.

Εκρηκτικές Ουσίες

- Προβλέποντας την εκρηκτικότητα.

- Ενώσεις που περιέχουν την απαραίτητη ποσότητα O για να οξειδωθούν πλήρως είναι εκρηκτικές. π.χ. Νιτρογλυκόλη



- Περιορίζοντας τους κινδύνους από τις εκρηκτικές ουσίες.

1. Αναγνωρίζω τις ενώσεις που είναι εκρηκτικές
2. Μειώνω την ταχύτητα της αντίδρασης
 - Χρησιμοποιώντας αραιά διαλύματα
 - Ψύχοντας το μίγμα της αντίδρασης
 - Προσθέτω στάγδην τα αντιδραστήρια
3. Αποφεύγω την ανάδευση
4. Αποφεύγω την απόσταξη μέχρι ξηρού
5. Αποφεύγω να εργάζομαι σε μεγάλη κλίμακα
6. Πραγματοποιώ τις αντιδράσεις μέσα στον απαγωγό με κατάλληλη προστασία




Φιάλες Αερίων υπό Πίεση

A **large gas cylinder containing carbon dioxide** was delivered to a laboratory. When the lab personnel had **difficulty removing the cylinder cap**, they **inserted a long screwdriver through the holes** in the cap as a means of leverage to twist off the cap. Although the cap did not loosen, the **twisting motion loosened the main valve and carbon dioxide discharged from the cylinder**. The valve could not be easily reclosed and the scientists had to evacuate the room and call for help.



Φιάλες Αερίων υπό Πίεση

- Συνηθισμένα αέρια είναι: N_2 , Ar, H_2 , He, O_2 , CH_4 .
 - Τα Αέρια χρησιμοποιούνται: ως αντιδραστήρια, σε αντιδράσεις υπό αδρανείς συνθήκες, φέρον αέριο (GC), ως καύσιμα κτλ.
 - Σχεδόν πάντα αγοράζονται σε μεταλλικές φιάλες υπό πίεση.
 - Υπάρχουν διάφορα μεγέθη από φιάλες.
 - **Η πίεση στη φιάλη μπορεί να φτάσει 200 atm.**
- 
- **Ο μεγαλύτερος κίνδυνος είναι η μεγάλη πίεση της φιάλης.**
 - Αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης.
 - Αν αυξηθεί πολύ η πίεση μπορεί να καταστραφεί η φιάλη και να υπάρξει διαρροή του αερίου με μεγάλη πίεση.

Φιάλες Αερίων υπό Πίεση

- Το πιο ευαίσθητο σημεία μια φιάλης είναι η βαλβίδα της.
- Εάν η βαλβίδα αποκοπεί απότομα, η φιάλη μετατρέπεται σε «ρουκέτα».
- Μπορεί να μην λειτουργεί σωστά και να υπάρχει διαρροή.
- Μεγάλη διαρροή μπορεί να μειώσει τη συγκέντρωση του διαθέσιμου O_2 σε έναν χώρο και να προκληθεί ασφυξία.
- Δεν είναι συχνό ατύχημα καθώς τα περισσότερα εργαστήρια διαθέτουν συστήματα εξαερισμού.
- Τα αέρια μπορεί να είναι τοξικά, διαβρωτικά, εύφλεκτα, δραστικά κτλ.
- Μεγάλη προσοχή όταν προσπαθούμε να βοηθήσουμε κάποιον.
- Φιάλες με επικίνδυνα αέρια, όταν είναι δυνατόν πρέπει να τοποθετούνται μέσα στον απαγωγό.



Φιάλες Αερίων υπό Πίεση

- Μειωτήρας – Ρυθμιστής Πίεσης

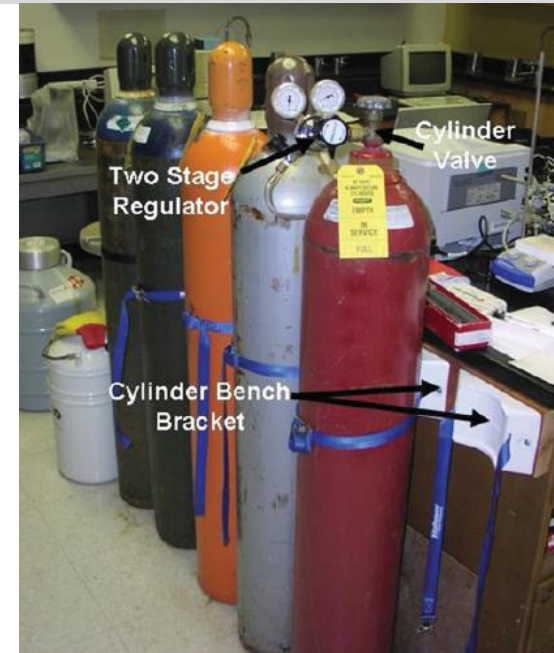
- Για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η φιάλη με ασφάλεια είναι απαραίτητη η παρουσία ενός μειωτήρα.
- Ο μειωτήρας μειώνει την πίεση του αερίου που παρέχει η φιάλη σε μια τιμή ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί με ασφάλεια.
- Ο μειωτήρας, οι μετρητές, οι βαλβίδες, οι σωλήνες πρέπει να είναι συμβατά με το αέριο στο οποίο θα χρησιμοποιηθούν.
- Η πραγματική πίεση είναι +1 atm από αυτή που αναγράφεται.
- Η προσαρμογή του μειωτήρα στη φιάλη πρέπει να γίνεται με προσοχή.
- Δεν πρέπει να χρησιμοποιούμε γράσο, λάδι ή τεφλόν.



Φιάλες Αερίων υπό Πίεση

- Αποθήκευση Φιαλών

- Οι φιάλες πρέπει να είναι πάντα ασφαλισμένες.
- Πρέπει να αποθηκεύονται σε χώρους με καλό εξαερισμό, χωρίς υγρασία, μακριά από καλώδια ρεύματος και μακριά από πηγές θερμότητας.
- Η θερμοκρασία στο χώρο αποθήκευσης δεν πρέπει να ξεπερνά τους 50 °C.
- Οι φιάλες πρέπει να ελέγχονται τακτικά για τυχόν διαρροές.
- Μη συμβατά αέρια πρέπει να αποθηκεύονται χωριστά.



Φιάλες Αερίων υπό Πίεση

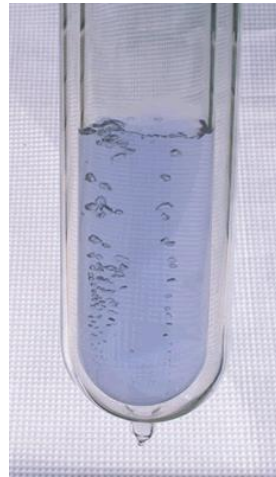
- Μεταφορά Φιαλών

- Οι φιάλες πρέπει να μεταφέρονται με κατάλληλο καρότσι.
- Δεν πρέπει να μεταφέρονται περιστρέφοντας τις φιάλες.
- Κατά τη μεταφορά μιας φιάλης πρέπει να αφαιρείται ο μειωτήρας και να τοποθετείται το καπάκι ασφαλείας.



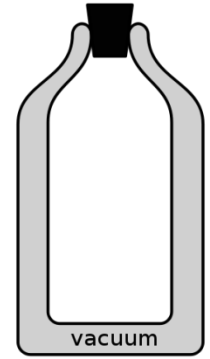
Κρυογονικοί Κίνδυνοι

- Ορισμένα αέρια υπάρχουν στο εργαστήριο σε υγρή ή στερεή μορφή.
 - Ξηρός Πάγος (CO_2): $-78\text{ }^\circ\text{C}$
 - Υγρό Άζωτο (N_2): $-196\text{ }^\circ\text{C}$
 - Υγρό Ήλιο (He): $-269\text{ }^\circ\text{C}$
- Οποιαδήποτε επαφή με το δέρμα ή τα μάτια μπορεί να προκαλέσει κρυοπαγήματα και σοβαρό τραυματισμό.
- Σε περίπτωση που ανέβει η θερμοκρασία περνούν στην αέρια φάση και υπάρχει κίνδυνος έκρηξης.
- Τα δοχεία δεν πρέπει να κλείνονται ερμητικά ώστε να επιτρέπεται ή έξοδος των αερίων.
- Σε περίπτωση διαρροής υπάρχει κίνδυνος ασφυξίας.
1 λίτρο υγρού μετατρέπεται σε 600 – 1200 λίτρα αερίου.
- Το υγρό άζωτο μπορεί να υγροποιήσει το ατμοσφαιρικό O_2 .
Το υγρό O_2 σε επαφή με οργανικούς διαλύτες μπορεί να προκαλέσει έκρηξη.



Κρυογονικοί Κίνδυνοι

- Για τη μεταφορά και την αποθήκευση των κρυογονικών αερίων χρησιμοποιούνται οι **φιάλες Dewar**.
- Είναι φιάλες διπλού τοιχώματος και ανάμεσα στα δυο τοιχώματα υπάρχει κενό.
- Είναι κατασκευασμένα από γυαλί ή ανοξείδωτο χάλυβα.
- Δεν πρέπει να γεμίζουμε τα δοχεία πάνω από το 80% ώστε να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την εκτόνωση του αερίου.
- Προσοχή κατά τη μεταφορά τους. Πρέπει να γίνεται με κατάλληλα μέσα και πάντα σε καλά αεριζόμενο χώρο.
- Υγρό N_2 και He υπάρχει στο NMR για την ψύξη του μαγνήτη. Σε περίπτωση ατυχήματος εκλύονται μεγάλες ποσότητες αερίων.

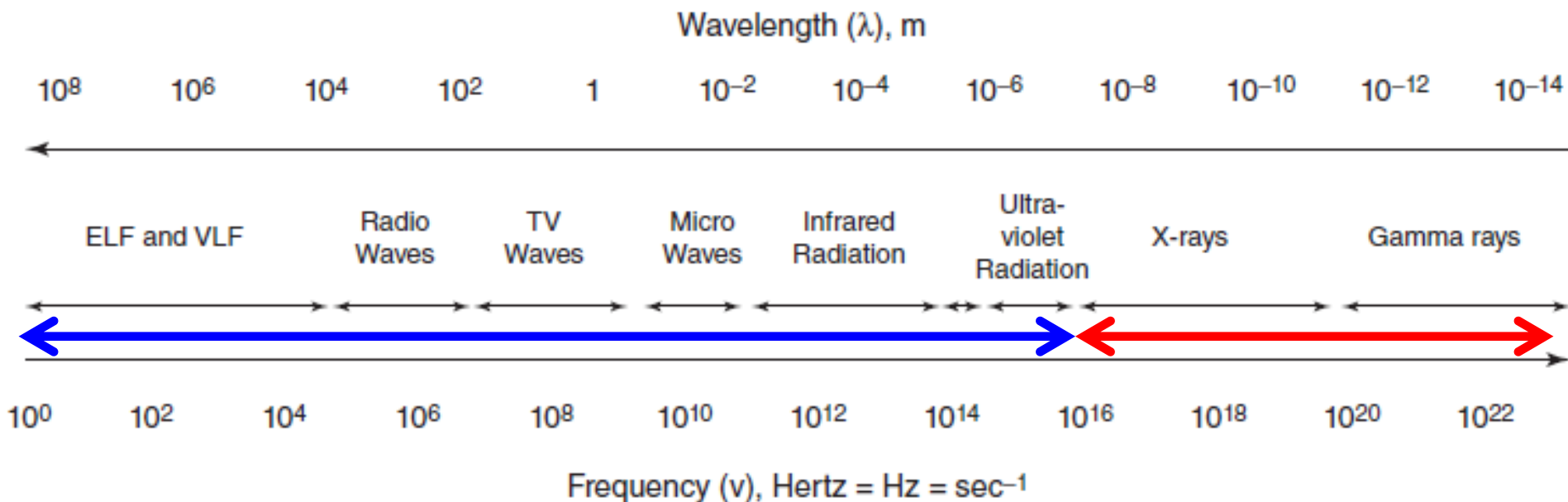


Κρυογονικοί Κίνδυνοι

- Πριν τη χρήση κρυογονικών αερίων καλό θα είναι να έχουμε λάβει κατάλληλη εκπαίδευση και πρακτική εξάσκηση.
- **Κατά τη χρήση τους πρέπει να λαμβάνονται όλα τα απαραίτητα μέσα προστασίας:**
- Κατάλληλα Γάντια.
- Κατάλληλος ρουχισμός (μακριά ρούχα, κλειστά παπούτσια).
- Κατάλληλη προστασία των ματιών και του προσώπου.



Κίνδυνοι από Ακτινοβολία



The visible spectrum is the narrow band between Infrared and Ultraviolet radiation.

- **Χαμηλή Ενέργεια Φωτονίων = Χαμηλός Κίνδυνος**
- **Μη Ιονίζουσα Ακτινοβολία:** είναι η ακτινοβολία που μεταφέρει σχετικά μικρή ενέργεια και δεν προκαλεί ιοντισμό ατόμων ή μορίων.
- **Ιονίζουσα Ακτινοβολία:** είναι ακτινοβολία υψηλής ενέργειας που μπορεί να προκαλέσει ιονισμό (δημιουργία ιόντων) καθώς και να σπάσει τους δεσμούς χημικών ενώσεων.

Κίνδυνοι από Ακτινοβολία

Region	Frequency (Hz)	Frequency (MHz, 10^6 Hz; GHz, 10^9 Hz; THz, 10^{12} Hz; PHz, 10^{15} Hz)	Wavelength
Low frequencies	1–30,000		3×10^8 – 1×10^4 m
RF			
Radio, AM	3×10^5 – 1.5×10^6	0.3–1.5 MHz	1000–200 m
Shortwave	1.65×10^6 – 5.4×10^7	1.6–54 MHz	187–5.55 m
TV, FM radio	5.4×10^7 – 8.9×10^8	54–890 MHz	5.55–0.187 m
Cell phones		(824–848 MHz)	
Radar	1.3×10^9 – 1.6×10^9	1.3–1.6 GHz	
Microwaves (some sources list microwaves as a subset of RF, allowing RF to go up to 300 GHz)	1.6×10^9 – 3×10^{11}	1.6–300 GHz	187–1 mm
IR	3×10^{11} – 4×10^{14}	0.3–400 THz	1 mm–750 nm
Vis	4×10^{14} – 7.5×10^{14}	400–750 THz	750–400 nm
UV	7.5×10^{14} – 3×10^{15}	0.75–30 PHz	400–100 nm
UV-A (near UV)	7.5×10^{14} – 9.4×10^{14}	0.75–0.94 PHz	400–320 nm
UV-B (middle UV)	9.4×10^{14} – 1.1×10^{15}	0.94–1.1 PHz	320–280 nm
UV-C (far UV)	1.1×10^{15} – 3.0×10^{15}	1.1–3.0 PHz	280–100 nm

Μη Ιονίζουσα Ακτινοβολία

- Γενικά δεν παρουσιάζει σημαντικούς κινδύνους.
- Η αλληλεπίδρασή της με τα ζωντανά κύτταρα είναι περιορισμένη.
- Εξαίρεση η **Υπεριώδης Ακτινοβολία UV (400 – 100 nm)**:
- Χρησιμοποιείται σε φασματομέτρα, για παρατήρηση ενώσεων που φθορίζουν, για εξόντωση βακτηρίων (απολύμανση), κτλ.
- Η ακτινοβολία UV μπορεί να βλάψει το δέρμα προκαλώντας έγκαυμα.
- Ακτινοβολία στα 270 nm προκαλεί βλάβη στον κερατοειδή του ματιού.
- Η ακτινοβολία UV μπορεί να σχηματίσει όζον από το O₂ της ατμόσφαιρας. Το όζον είναι τοξικό αέριο.
- Εξαιρετικά έντονες ακτίνες IR, ορατού και UV υπάρχουν στα laser και μπορούν να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα και τραυματισμούς.



Ιονίζουσα Ακτινοβολία

- Η ιονίζουσα ακτινοβολία είναι επικίνδυνη και καταστρέφει τους ζωντανούς ιστούς αν προσπέσει σε αυτούς.

Radiation type	Mass (amu)	Charge	Range of energy	Radioactive sources	Devices
Alpha, α	4.0001	+2	4–10 MeV	^{210}Po , ^{222}Rn , ^{238}U , ^{241}Am	
Beta, β	0.000549	-1	0–4 MeV	^{14}C , ^{32}P , ^{35}P , ^{228}Ra	Cathode ray tube
Gamma, γ	0	0	10 keV–3 MeV	^{99m}Tc , ^{60}Co	
X-ray	0	0	5–100 keV		X-ray diffraction, X-ray fluorescence, electron microscope
Neutron, n	1.0009	0	0–20 MeV	Fission reactor (^{235}U), ^{252}Cf , $^{241}\text{Am/Be}$	

- **Σωματίδια άλφα:** είναι ένας πυρήνας ηλίου. $^{224}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{220}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$
- **Σωματίδια βήτα:** είναι ηλεκτρόνια δημιουργούνται με τον μετασχηματισμό ενός νετρονίου σε ένα πρωτόνιο. $^{228}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{228}_{89}\text{Ac} + ^0_{-1}\text{e}$
- **Ακτινοβολία γάμμα** και **Ακτίνες-X** (X-ray): είναι φωτόνια που εκπέμπονται από έναν πυρήνα.
- **Ακτινοβολία νετρονίων:** ελεύθερα νετρόνια.

Ιονίζουσα Ακτινοβολία

- Ραδιενεργά ισότοπα χρησιμοποιούνται για διάφορες εφαρμογές: τρίτιο ^3H και φώσφορος ^{32}P (ραδιοεπισήμανση), ιώδιο ^{131}I (διάγνωση θυρεοειδούς), θάλιο ^{201}Tl (ανίχνευση καρδιακών προβλημάτων).
- Ακτίνες-Χ χρησιμοποιούνται στην κρυσταλλογραφία ακτίνων-Χ.
- Το σώμα δέχεται ακτινοβολία αλλά διαθέτει αποτελεσματικούς μηχανισμούς επιδιόρθωσης.
- **Οι επιπτώσεις της ακτινοβολίας εξαρτώνται από:**
 1. Την ενέργεια της ακτινοβολίας: υψηλότερη ενέργεια = σοβαρές βλάβες.
 2. Την ικανότητα διείσδυσης: γάμμα > βήτα > άλφα (φωτόνια μεγάλη διεισδυτικότητα).
 3. Ικανότητα Ιονισμού: άλφα > γάμμα.
 4. Χημικές ιδιότητες του ισοτόπου.

Ιονίζουσα Ακτινοβολία

- **Άμεσες Επιπτώσεις.** Εξαρτώνται από τη δοσολογία.
- Σε μικρές δόσεις: ναυτία, κούραση, εμετός, απώλεια μαλλιών και όρεξης.
- Σε μεγάλες δόσεις: θάνατος σε μερικές μέρες ή και σε μερικές ώρες.
- **Μακροχρόνιες επιπτώσεις:** καρκίνος, τερατογένεση.
- Η μελέτη των μακροχρόνιων επιπτώσεων είναι δύσκολη και χρονοβόρα διαδικασία (όπως στην χρόνια τοξικότητα).
- **Μέτρα προφύλαξης:**
 1. Απαιτείται ειδική εκπαίδευση για τη χρήση τέτοιων υλικών.
 2. Ελαχιστοποιώ την ποσότητα των ραδιοϊσοτόπων που χρησιμοποιώ.
 3. Ελαχιστοποιώ την απόσταση ανάμεσα στο ραδιοϊσότοπο και εμένα.
 4. Ελαχιστοποιώ το χρόνο που χειρίζομαι τα ραδιοϊσότοπα.
 5. Χρησιμοποιώ προστασία. Πλαστικό για σωματίδια βήτα, μόλυβδο για σωματίδια γάμμα και X-ray.

Μαγνητικά Πεδία

- Ισχυρά μαγνητικά πεδία υπάρχουν στα φασματοφωτόμετρα NMR.
- Η ισχύς του μαγνήτη είναι 7.1 – 14.2 Tesla για NMR (300 – 600 MHz).
- Τα σύγχρονα NMR παρέχουν αποτελεσματική προστασία.
- Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι το μαγνητικό πεδίο έχει αρνητικές βιολογικές επιδράσεις (MRI 1 – 3 Tesla).
- Άτομα με βηματοδότες ή άλλα μεταλλικά εμφυτεύματα δεν πρέπει να πλησιάζουν στο μαγνήτη του NMR.
- Προσωπικά αντικείμενα όπως σκουλαρίκια, ρολόγια, κινητά κτλ. πρέπει να απομακρύνονται όταν πλησιάζουμε το μαγνήτη.
- Μαγνητικές και πιστωτικές κάρτες απομαγνητίζονται εάν βρεθούν σε κοντινή απόσταση από το μαγνήτη.



Ηλεκτρικοί κίνδυνοι

- Οι ηλεκτρικοί κίνδυνοι είναι αρκετά συνηθισμένοι καθώς υπάρχουν πολλές συσκευές που χρησιμοποιούν ρεύμα.
- Άμεση έκθεση στον ηλεκτρισμό μπορεί να προκαλέσει: ηλεκτροπληξία και εγκαύματα.
- Το σώμα μας είναι καλός αγωγός και αν το διαπεράσει ηλεκτρισμός μπορούν να προκληθούν σημαντικές βλάβες.
- Η πρόληψη είναι ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης.
- Ελαττωματικά καλώδια και εξοπλισμός πρέπει να επισκευάζονται.



Κίνδυνοι σε Ακατάστατο Εργαστήριο

- Ακατάστατο Εργαστήριο = Μη Ασφαλές Εργαστήριο



Κίνδυνοι σε Ακατάστατο Εργαστήριο

- Το 46% των τραυματισμών συνδέεται με την ακαταστασία σε ένα εργαστήριο.



Κίνδυνοι σε Ακατάστατο Εργαστήριο



Κίνδυνοι σε Ακατάστατο Εργαστήριο



Κίνδυνοι σε Ακατάστατο Εργαστήριο

