

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ



**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ**  
**ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ I & II**

## **ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΟΥΣ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ “ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ Ι & ΙΙ”**

Οι εργαστηριακές ασκήσεις ξεκινούν την καθορισμένη ώρα έναρξης του εργαστηρίου, μετά την πάροδο του οποίου δεν γίνεται κανείς δεκτός για άσκηση. Η εργαστηριακή περίοδος διαρκεί πέντε ώρες και πριν την αποχώρηση από το εργαστήριο πρέπει να ενημερώνεται ο υπεύθυνος της άσκησης. Δεν υπάρχουν προγραμματισμένα διαλείμματα κατά την εργαστηριακή περίοδο. Εάν υπάρξει ανάγκη απομάκρυνσης ασκουμένου από το εργαστήριο ενημερώνεται ο υπεύθυνος της άσκησης.

Οι ασκήσεις του μαθήματος είναι έντεκα και πραγματοποιούνται σε ισάριθμες εργαστηριακές περιόδους. Μετά την ολοκλήρωση των ασκήσεων γίνονται οι “επαναλήψεις” για όσους απουσίασαν δικαιολογημένα (με επίσημο δικαιολογητικό).

Οι προσερχόμενοι στο εργαστήριο οφείλουν να έχουν μελετήσει την άσκηση που θα πραγματοποιήσουν. Οι υπεύθυνοι των ασκήσεων εξετάζουν τους φοιτητές είτε πριν αρχίσουν την άσκηση, είτε κατά την διάρκειά της, με προφορική ή γραπτή εξέταση.

**Οι ασκούμενοι οφείλουν να δείχνουν την απαιτούμενη προσοχή σε θέματα καθαριότητας και τάξης γενικότερα, όπως επιβάλλεται σε ένα εργαστήριο.**

### **Υπενθυμίζονται ορισμένα σημεία:**

1. Οι εργαστηριακές ποδιές είναι απαραίτητες. Επιπλέον οι φοιτητές θα πρέπει να έχουν μαζί τους σπάτουλα, λαβίδα και πουάρ.
2. Οι πειραματικές διατάξεις και συσκευές δεν «στήνονται» ή «αγγίζονται» πριν γίνει ενημέρωση από τον υπεύθυνο της άσκησης και δοθούν οι απαραίτητες οδηγίες.
3. Τα σκεύη που βρίσκονται στην εργαστηριακή θέση του κάθε φοιτητή παραμένουν και κατά την αποχώρηση του στη θέση τους πλυμένα και τακτοποιημένα.
4. Το αποσταγμένο νερό λαμβάνεται από το δοχείο συλλογής του μόνο με υδροβολέα.
5. Ο ζυγός χρησιμοποιείται σύμφωνα με τις οδηγίες χρήσης του, παραμένει πάντα καθαρός και δεν επιτρέπεται να μένει με σταθμά.
6. Όλα τα αντιδραστήρια και οι διαλύτες διατηρούνται αμόλυντα από άλλες ξένες ουσίες και πωματίζονται καλά μετά το τέλος της χρήσης τους.
7. Οι απαγωγοί διατηρούνται καθαροί και χρησιμοποιούνται όταν είναι απαραίτητο.
8. Μετά το πέρας κάθε πειράματος συλλέγονται τα απόβλητα σε ειδικά δοχεία ενώ στερεά αντικείμενα, χαρτιά, ηθμοί κλπ. δεν απορρίπτονται στους νεροχύτες.
9. Τα καλώδια τροφοδοσίας των θερμαινόμενων μαγνητικών αναδευτήρων και των οργάνων πρέπει να προστατεύονται από το νερό και τα αντιδραστήρια.
10. Οι επιμελητές φροντίζουν για την καθαριότητα και τάξη όλου του εργαστηριακού χώρου κατά την διάρκεια της εργαστηριακής περιόδου και ιδιαίτερα στο τέλος της, αποχωρούν τελευταίοι αφού τακτοποιήσουν και ελέγξουν όλο το εργαστήριο.

## ΚΑΝΟΝΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ

1. Απαγορεύεται οι φοιτητές να παραβρίσκονται και να εργάζονται στο εργαστήριο χωρίς την παρουσία του προσωπικού.
2. Απαγορεύεται η είσοδος των φοιτητών στο παρασκευαστήριο χωρίς άδεια.
3. Η χρησιμοποίηση εργαστηριακής ποδιάς με το ονοματεπώνυμο του φοιτητή είναι υποχρεωτική. (Η ποδιά φοριέται με τα κουμπιά κουμπωμένα). Επιβάλλεται το ύφασμα της ποδιάς να μην έχει συνθετικές ίνες.
4. Επιβάλλεται το καλό πλύσιμο των χεριών πριν την είσοδο και έξοδο από το εργαστήριο έστω και όταν πρόκειται για προσωρινή.
5. Απαγορεύεται αυστηρά το κάπνισμα, η λήψη ή διατήρηση τροφών, αναψυκτικών, καφέ, καθώς και η χρήση ποτηριών ζέσεως για πόση νερού.
6. Δεν επιτρέπεται η εκτέλεση πειραμάτων εκτός των προβλεπομένων από την ύλη του μαθήματος. Πριν την έναρξη οποιουδήποτε πειράματος επιβάλλεται η προσεκτική μελέτη των σχετικών οδηγιών και η προσοχή σε ότι αναφέρεται στην ασφάλεια του πειράματος.
7. Πριν τη χρήση οποιουδήποτε αντιδραστηρίου απαιτείται η γνώση των ιδιοτήτων του (ευφλεκτικότητα, τοξικότητα, κτλ.).
8. Επιβάλλεται η γνώση των θέσεων των πυροσβεστήρων και των πυρίμαχων κουβερτών στο εργαστήριο, καθώς και η χρήση τους. Επιπλέον δεν επιτρέπεται: α) το κάθισμα ή η τοποθέτηση ρούχων στους πάγκους. β) η τοποθέτηση βαρειών ή μεγάλων αντικειμένων πάνω στα ράφια των πάγκων. γ) να αφήνονται στους διαδρόμους μεταξύ των πάγκων τσάντες, σκαμπό και μεγάλα αντικείμενα.
9. Όλες οι εργασίες, κατά τις οποίες παράγονται ατμοί (π.χ. ατμοί οξέων), δηλητηριώδη ή δύσσομα αέρια (π.χ.  $H_2S$ ) πρέπει να εκτελούνται στον απαγωγό. Προσοχή όταν στον απαγωγό χρησιμοποιείται πηγή θέρμανσης (λύχνος, θερμαντικές πλάκες) δεν επιτρέπεται να υπάρχουν εύφλεκτα υλικά ή πτητικοί διαλύτες.
10. Ο απαγωγός διατηρείται καθαρός και οι φιάλες των αντιδραστηρίων που βρίσκονται σ' αυτόν καθαρές και καλά πωματισμένες.
11. Στερεά αντικείμενα, χαρτιά, ηθμοί, γυαλιά κλπ. δεν ρίπτονται στους νεροχύτες. Κατά την απόχυση αντιδραστηρίων στους νεροχύτες επιβάλλεται να ανοίγονται οι βρύσες και να ξεπλένονται οι νεροχύτες καλά.
12. Η όσφρηση του περιεχομένου φιαλών δεν γίνεται ποτέ ευθέως από το στόμιο των φιαλών (υπάρχει κίνδυνος λιποθυμίας και βλάβης της όσφρησης), αλλά κρατώντας τη φιάλη σε απόσταση 30-40 cm και δημιουργώντας ρεύμα προς το πρόσωπο με την παλάμη.
13. Η λήψη πυκνών οξέων, βάσεων, ισχυρών δηλητηρίων κλπ. δεν γίνεται ποτέ με αναρρόφηση σε σιφώνια με το στόμα, αλλά με ογκομετρικούς κυλίνδρους, ή βυθίζοντας τα σιφώνια και πωματίζοντας με το δείκτη του χεριού χωρίς αναρρόφηση ή όταν απαιτείται ακρίβεια χρησιμοποιούνται σιφώνια με πούαρ.
14. Δεν θερμαίνονται ποτέ εύφλεκτα υλικά σε γυμνή φλόγα (π.χ. αλκοόλη, αιθέρας, ακετόνη κλπ.). Φιάλες με τέτοια υλικά τοποθετούνται μακριά από θερμαντικές πλάκες, λύχνους κλπ.
15. Δεν θερμαίνονται ΠΟΤΕ σε γυμνή φλόγα τα πιο κάτω υάλινα σκεύη (σπάζουν και εκτινάσσονται θραύσματα): α. Ογκομετρικοί κύλινδροι. β. Ογκομετρικές φιάλες. γ. Δοκιμαστικοί σωλήνες. δ. Φιαλίδια αντιδραστηρίων
16. Επιστάται η προσοχή στα πιο κάτω: α. Πυρωμένο γυαλί (προκαλεί σοβαρά εγκαύματα, παρότι φαίνεται ακίνδυνο). β. Στην αραιώση πυκνού θειικού οξέος ( $H_2SO_4$ ). Η αραιώση του πυκνού θειικού οξέος γίνεται προσεκτικά με προσθήκη του πυκνού  $H_2SO_4$  στο νερό σε μικρές δόσεις, με συνεχή ανάδευση και ψύξη (ΠΟΤΕ ΑΝΤΙΘΕΤΑ). Το ίδιο ισχύει για όλα τα πυκνά οξέα.
17. Όταν χυθεί στον πάγκο, απαγωγό ή πάτωμα νερό ή οτιδήποτε αμέσως καθαρίζεται, εκτός αν πρόκειται για μεταλλικό Hg οπότε ενημερώνεται αμέσως το προσωπικό.
18. Σε περίπτωση οποιουδήποτε ατυχήματος (έστω και αν φαίνεται ασήμαντο) ή ζημίας, ή εντοπισθεί η παραμικρή ανωμαλία ενημερώνεται αμέσως το προσωπικό του εργαστηρίου.

19. Επιβάλλεται η χρήση προστατευτικών γυαλιών. Ιδιαίτερα είναι επιβεβλημένο για όσους δεν μπορούν να αποφύγουν την χρήση φακών επαφής.
20. Τα καλώδια τροφοδοσίας των οργάνων και τα όργανα πρέπει να προστατεύονται από το νερό και τα αντιδραστήρια. Όλα τα όργανα χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις παρεχόμενες οδηγίες χρήσεως. Εάν παρατηρηθεί φθορά στα καλώδια ή οποιαδήποτε ανωμαλία κατά την λειτουργία των οργάνων ενημερώνεται αμέσως το προσωπικό του εργαστηρίου.
21. Όταν χρησιμοποιούνται οργανικά υγρά απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή, διότι πολλά από αυτά είναι τοξικά (αλογονωμένοι υδρογονάνθρακες, π.χ. CCl<sub>4</sub>, νιτροβενζόλιο κλπ.) ή εύφλεκτα (αιθέρας, αλκοόλες κλπ.). Οποτεδήποτε χρησιμοποιούνται τέτοια υγρά δεν πρέπει να υπάρχουν κοντά αναμμένοι λύχνοι
22. Απαιτείται προσοχή κατά την χρήση γυάλινων σκευών, γιατί είναι δυνατόν να προκαλέσουν σοβαρά τραύματα όταν σπάσουν. Ραγισμένα και σπασμένα στις άκρες υάλινα σκεύη δεν χρησιμοποιούνται.
23. Δραστηριότητες εκτός του αντικειμένου της άσκησης όπως ανάγνωση εφημερίδων, περιοδικών κλπ., άσκοπη περιφορά, συναθροίσεις, συζητήσεις στο εργαστήριο πρέπει να αποφεύγονται διότι είναι “δυνάμει” επικίνδυνες και εκ φύσεως αντίθετες με το σκοπό και το έργο της εργαστηριακής εκπαίδευσης.
24. Πριν την αναχώρηση από το εργαστήριο καθαρίζεται και τακτοποιείται η εργαστηριακή θέση του φοιτητή, ελέγχονται επιμελώς οι στρόφιγγες νερού και οι διακόπτες των οργάνων, και πλένονται καλά τα χέρια.

Όλοι οι επιστήμονες καλούνται να υποβάλλουν γραπτές αναφορές της δουλειάς τους. Αυτές οι αναφορές μπορεί να περιλαμβάνουν:

1. Περιγραφή των πειραμάτων που διεξάγονται από τα μέλη μιας ερευνητικής ομάδας.
2. Εκθέσεις προόδου της πειραματικής εργασίας υποβαλλόμενες στους επιβλέποντες
3. Εργασίες υποβαλλόμενες σε ένα επιστημονικό περιοδικό προς κρίση.
4. Εργασίες φοιτητών ή αποφοίτων.

Εκτός αυτών οι φοιτητές καλούνται να καταγράφουν τα πειράματά τους σε ένα εργαστηριακό τετράδιο.

### **ΤΕΤΡΑΔΙΟ**

Στην αρχή του τετραδίου αφήνουμε κάποιες σελίδες κενές για μελλοντική χρήση ως πίνακας περιεχομένων. Αυτό προϋποθέτει αρίθμηση όλων των σελίδων. Επειδή το εργαστηριακό τετράδιο χρησιμοποιείται για την καταγραφή των πειραμάτων που πραγματοποιήθηκαν μπορεί αυτό να προσκομισθεί σε ένα δικαστήριο ως απόδειξη για μια ανακάλυψη (πατέντα) κλπ. Για να εξασφαλιστεί ότι τίποτε δεν έχει προστεθεί ή αφαιρεθεί πρέπει το τετράδιο να είναι βιβλιόδετο και όχι ξεχωριστά φύλλα. Αν στο κάτω μέρος του τετραδίου υπάρχει κενός χώρος αυτός ο χώρος πρέπει να διαγραφεί με Χ. Ένα σωστό εργαστηριακό τετράδιο ξεκινά με την ημερομηνία (προσοχή ο μήνας ολογράφως πχ 9-Οκτωβρίου 2018) και τον τίτλο της εργασίας. Το πρωταρχικό που πρέπει να περιέχει ένα εργαστηριακό τετράδιο είναι η πληροφορία σχετικά με τα χημικά που χρησιμοποιήθηκαν συμπεριλαμβάνοντας ασυνήθιστους κινδύνους ή τοξικότητες από πού αγοράστηκαν τα ασυνήθιστα χημικά και κάθε προηγούμενο καθαρισμό των χημικών που είναι απαραίτητος πριν προχωρήσουμε στα επόμενα στάδια. Αν κάποιος διεξήγαγε μια αντίδραση Grignard για παράδειγμα, θα έπρεπε να γράψει:

*Ο διαλύτης (αιθέρας ή τετραυδροφουράνιο) ξηράθηκε με Νάτριο και Βενζοφαινόνη, μιας και τα αντιδραστήρια είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στην υγρασία.*

Αυτό πρέπει να αναφερθεί πριν από οποιοδήποτε πείραμα, διότι ένας άλλος επιστήμονας που ενδέχεται να χρησιμοποιήσει το τετράδιο προκειμένου να πληροφορηθεί για μια πειραματική πορεία, πιθανόν να αγνοήσει αυτά τα πρωταρχικά στάδια. Η πειραματική πορεία πρέπει να καταγραφεί όπως ακριβώς έγινε. Είναι μεγάλος πειρασμός να αντιγραφεί στο τετράδιο μία πειραματική μέθοδος από μία άλλη πηγή. Ωστόσο σε πολλές περιπτώσεις είναι αναγκασμένος κανείς να τροποποιήσει μία δεδομένη μέθοδο εξαιτίας του ότι δεν είναι διαθέσιμα κάποια αντιδραστήρια ή υλικά ή επειδή βρέθηκε κάποια εναλλακτική πορεία.

***Η διαδικασία που καταγράφεται στο τετράδιο πρέπει να είναι αυτή που ακριβώς ακολούθηθηκε.*** Οποιοσδήποτε ασυνήθιστος διατάξεις (συνδυασμοί υάλινων σκευών) πρέπει να σχεδιάζονται. Επίσης πρέπει να καταγράφονται οι μονάδες σε οποιαδήποτε αριθμητικά δεδομένα που αναφέρονται στο εργαστηριακό τετράδιο. Είναι βολικό να αριθμείται κάθε βήμα της αντίδρασης. Παρατηρήσεις σχετικά με οποιαδήποτε φυσική ή χημική αλλαγή πρέπει να καταγράφονται αμέσως μετά το στάδιο που γίνεται η συγκεκριμένη παρατήρηση. Όταν η πειραματική διαδικασία έχει ολοκληρωθεί, οποιοδήποτε υπολογισμοί βασισμένοι στα εξαγόμενα δεδομένα πρέπει να εκτελούνται με σαφήνεια, αναφέροντας παράλληλα την προέλευση οποιωνδήποτε εξωτερικών αριθμητικών δεδομένων. Οποιαδήποτε

συμπεράσματα που σχετίζονται με κάποιο πειραματικό στάδιο, πρέπει να καταγράφονται αμέσως μετά την περιγραφή του συγκεκριμένου σταδίου.

Οι εκθέσεις παραδίδονται γραμμένες σε τετράδιο μεγάλου μεγέθους ή εκτυπωμένες και τοποθετημένες σε φάκελο (ντοσιέ) με έλασμα ή υποβάλλονται στην αντίστοιχη ηλεκτρονική τάξη του κάθε φοιτητή. Αναγράφεται ο αριθμός της άσκησης, ο τίτλος της και η ημερομηνία διεξαγωγής της.

Η εργαστηριακή αναφορά περιλαμβάνει διάφορα τμήματα:

- i) Την περίληψη*
- ii) Την εισαγωγή*
- iii) Το Πειραματικό μέρος*
- iv) Αποτελέσματα-Συζήτηση*
- v) Βιβλιογραφία*

Η **περίληψη** είναι μία σύντομη (μιας ή δύο παραγράφων) περιγραφή των πειραματικών πορειών και αποτελεσμάτων. Τοποθετείται στην αρχή της εργαστηριακής αναφοράς έτσι ώστε κανείς να μπορεί να λάβει μία γρήγορη εικόνα του πειράματος κι έτσι να αποφασίσει αν αξίζει τον κόπο να συνεχίσει τη μελέτη της αναφοράς.

Ακολουθεί η **εισαγωγή**, όπου αναφέρεται ο σκοπός του πειράματος επίσης καταγράφεται ένα συνοπτικό υπόβαθρο σχετικά με την τεχνική (ες) που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα. Η θεωρία στην οποία βασίζονται ασυνήθιστοι υπολογισμοί θα πρέπει να παρουσιάζονται αναλυτικά στην εισαγωγή. Η εισαγωγή δεν πρέπει να περιλαμβάνει πολλές λεπτομέρειες σχετικά με διάφορα ζητήματα που μπορεί να βρεθούν άμεσα αλλού (πηγές για μια τέτοια πληροφόρηση καταγράφονται στο τμήμα των αναφορών).

Το **πειραματικό μέρος** πρέπει να ξεκινά με μία αναφορά σχετικά με την προέλευση των χημικών που χρησιμοποιήθηκαν, την καθαρότητά τους και κάθε προηγούμενο καθαρισμό των αρχικών υλικών.

Ο **πειραματικός εξοπλισμός** και τα υαλικά πρέπει να περιγραφούν, με σχήμα αν είναι απαραίτητο. Η πηγή της πειραματικής μεθόδου (αν υπάρχει) πρέπει να αναφέρεται. Επίσης παρατηρήσεις σχετικά με φυσικές και χημικές αλλαγές πρέπει να περικλείονται σε αυτό το τμήμα.

**Αποτελέσματα-Συζήτηση**, είναι προτιμητέο τα αποτελέσματα να παρουσιάζονται με πίνακες και διαγράμματα. Ο ασκούμενος καλείται να σχολιάσει αυτά τα αποτελέσματα καθώς και τους χαρακτηρισμούς IR, UV-visible και το σημείο τήξεως.

Όσον αφορά την **απόδοση** μιας αντίδρασης αυτή είναι ίση με τα πειραματικά παραγόμενα mol ή mmol προς τα θεωρητικά (αυτά που θα παράγονταν αν γινόταν πλήρως η αντίδραση για το αντιδραστήριο που είναι σε έλλειμμα) επί το 100%. **Οι πράξεις πρέπει να περιγράφονται αναλυτικά.**

**Βιβλιογραφία:** Όλο το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για το γράψιμο της εργαστηριακής αναφοράς ή τη διαμόρφωση του «υπόβαθρου» πρέπει να απαριθμείται στο τμήμα των αναφορών, το τελευταίο τμήμα της εργαστηριακής αναφοράς. Υπάρχουν δύο τύποι αναφορών στις δημοσιευμένες εργασίες: Εκείνες που έχουν σχέση με άρθρα περιοδικών (1) και εκείνες που έχουν σχέση με βιβλία (2).

(1) *Smith, R.A., Jones, B.C., J. Am. Chem. Soc. 1965, 80, 295*

(2) *Smith, R.A., Jones, B.C., The Chemistry of Manganese, Acme press: New York, 1995*

## **ΒΑΘΜΟΛΟΓΗΣΗ**

**Τρόπος βαθμολόγησης:** Οι φοιτητές πρέπει να ασκηθούν σε όλες τις προγραμματισμένες ασκήσεις και να παραδώσουν τις αντίστοιχες εκθέσεις. Δικαίωμα επανάληψης δίνεται για μια το πολύ άσκηση. Σε περίπτωση αποτυχίας οφείλουν να τις επαναλάβουν τον επόμενο χρόνο. Ο βαθμός κάθε άσκησης είναι συνάρτηση της αντίστοιχης έκθεσης που παραδίδει ο φοιτητής, της επίδοσής του στην εξέταση κατά τη διάρκεια του εργαστηρίου (προφορική ή γραπτή) και της εργαστηριακής του επίδοσης γενικότερα. Ο μέσος όρος των βαθμών των εργαστηριακών ασκήσεων αποτελεί τον εργαστηριακό βαθμό.

Ο τελικός βαθμός του μαθήματος προκύπτει από το 50% του εργαστηριακού βαθμού και το 50% του βαθμού της γραπτής εξέτασης (εξεταστική). Προϋπόθεση είναι ότι οι επί μέρους βαθμοί πρέπει να είναι ίσοι ή μεγαλύτεροι του πέντε.

Δυνατότητα συμμετοχής στις εξετάσεις έχουν όσοι φοιτητές έχουν ολοκληρώσει τις υποχρεώσεις τους προς το Εργαστήριο.