



**1<sup>η</sup> Απριλίου 2014 – Δραστηριότητα Α**

# **Τα πάντα για το ελαιόλαδο**

**- Φύλλο δραστηριοτήτων -**

### **Κανόνες Ασφάλειας**

1. Φοράτε εργαστηριακή ποδιά, γυαλιά ασφαλείας και ανθεκτικά παπούτσια καθ' όλη τη διάρκεια της παραμονής σας στο εργαστήριο.
2. Φοράτε γάντια μιας χρήσης όταν εργάζεστε με χημικά.
3. Δεν επιτρέπεται το φαγητό και το ποτό στο εργαστήριο.
4. Ακολουθείτε τις οδηγίες του εργαστηριακού βοηθού σε κάθε περίπτωση.

### **Οδηγίες για την πραγματοποίηση των πειραμάτων**

1. Μπορείτε να ολοκληρώσετε τις εργασίες με οποιαδήποτε σειρά, ατομικά ή ομαδικά. Λόγω πίεσης χρόνου προτείνεται να μοιράσετε τη δουλειά.
2. Όλα τα αποτελέσματά σας να μεταφερθούν στο φύλλο απαντήσεων.  
**Μόνο ένα υπογεγραμμένο αντίγραφο του φύλλου απαντήσεων μπορεί να παραδοθεί για βαθμολόγηση.**
3. Όλα τα χρησιμοποιημένα φύλλα με δεδομένα και γραφήματα συμπεριλαμβανόμενων και των πρόχειρων πρέπει να παραδοθούν στο τέλος του πειράματος.
4. Εάν σας ζητηθεί να καταγραφεί ένα αποτέλεσμα σας πριν προχωρήσετε στο επόμενο στάδιο της εργασίας σας, οι μονάδες σας θα κατοχυρωθούν μόνο εάν τα αποτελέσματα πράγματι καταγραφούν από έναν εργαστηριακό βοηθό την κατάλληλη στιγμή.

# Η ονοματοδοσία της πόλης των Αθηνών

## Διαμάχη μεταξύ δύο θεών



*Μέρος αναπαράστασης από τη δεξιά ζωφόρο του Παρθενώνα*

## Η διαμάχη της Αθηνάς με τον Ποσειδώνα

*.... Για το Ελαιόλαδο και το  
θαλασσινό νερό*

Ο μύθος...1582 BC

... Η Θεά Αθηνά μάλωνε με το θεό Ποσειδώνα για το ποιος θα γινόταν ο πολιούχος θεός της Κεκρωπίας και κατά συνέπεια θα της έδινε το όνομά του. Ο Κέκρωπας, βασιλιάς της πόλης από τον οποίο η πόλη είχε πάρει το όνομά της πρότεινε στους δύο θεούς να διαγωνιστούν για το ποιος θα προσέφερε στην πόλη τα πολυτιμότερα δώρα. Ο διαγωνισμός πραγματοποιήθηκε στην Ακρόπολη. Κριτές ήταν οι υπόλοιποι δέκα θεοί και μάρτυρας ο Κέκρωπας.

Πρώτος κατέφθασε ο Ποσειδώνας που με την τρίαινά του χτύπησε το βράχο και αμέσως ανάβλυσε νερό. Σχηματίστηκε έτσι η λίμνη που ονομάστηκε «Ερεχθίδα θάλασσα». Ο κόσμος ήταν χαρούμενος αλλά όταν δοκίμασε το νερό διαπίστωσε ότι ήταν αλμυρό. Για να τους ευχαριστήσει ο Ποσειδώνας χτύπησε ξανά το βράχο και εμφανίστηκε ένα μεγαλειώδες λευκό άλογο.

Στη συνέχεια ήταν η σειρά της Αθηνάς. Η Θεά της Σοφίας χτύπησε το βράχο με το δόρυ της και εμφανίστηκε ένα ελαιόδεντρο που μεγάλωσε και άπλωσε τα κλαδιά του που ήταν γεμάτα ελιές. Όλοι συμφώνησαν ότι το δώρο της Αθηνάς ήταν το πιο πολύτιμο και γι' αυτό το λόγο η πόλη πήρε τ' όνομά της.

Η πόλη ονομάστηκε Αθήνα.

«Απολλόδωρος, Βιβλιοθήκη Γ'»

Ο Απολλόδωρος ο **Αθηναίος** (180 BC- 110 BC) ήταν αρχαίος Έλληνας ιστορικός και φιλόσοφος.

*Έτσι το ελαιόδεντρο έγινε το ιερό δέντρο των Αθηναίων.*

Το θεωρούσαν ως το θεμέλιο της υγείας και της ζωής. Οι καρποί του ήταν ευλογημένοι και έγιναν σύμβολα της γνώσης, της ευημερίας, της υγείας, της δύναμης και της ομορφιάς. Τα κλαδιά της έγιναν στεφάνια για να στεφανώνονται οι νικητές των περίφημων Ολυμπιακών Αγώνων και το ανεκτίμητο εκχύλισμα ελιάς, **το ελαιόλαδο**, ήταν το βραβείο των νικητών των Παναθήναιων Αγώνων που διοργανώνονταν προς τιμήν της Θεάς Αθηνάς.



Η Χρήση του ελαιόλαδου στην Αρχαία Ελλάδα χρονολογείται από το 3000πΧ. Πληροφορίες για τη χρήση του, τόσο στη διατροφή αλλά και στην παρασκευή αρωμάτων και γαλακτωμάτων σώματος βρίσκονται στην αρχαιότερη καταγεγραμμένη μορφή Ελληνικής Γραφής, τη Γραμμική Β'. Μετά τον 6ο πχ αιώνα εντάθηκε η χρήση του και για φωτιστικούς σκοπούς.

Ο Όμηρος αποκαλούσε το ελαιόλαδο «χρυσό υγρό» ενώ ο Ιπποκράτης το αποκαλούσε «Μέγα θεραπευτή». Πάνω από 60 φαρμακευτικές χρήσεις συμπεριλαμβάνονται στον κώδικά του. Ο Ιπποκράτης (450πΧ) ωστόσο ήταν ο πρώτος που διαπίστωσε τις θεραπευτικές ιδιότητες του αλατιού. Το

χρησιμοποιούσε για να θεραπεύει μολύνσεις, τη συμφόρηση και άλλες ασθένειες.

Καθώς το αλάτι παρεμποδίζει την ανάπτυξη μικροοργανισμών χρησιμοποιήθηκε ως συντηρητικό τροφίμων και θεωρείται το «ψυγείο» της αρχαιότητας.



Οι Έλληνες προσέφεραν αλάτι στους θεούς τους κατά τις θυσίες. Ήταν ένα σύμβολο αγνότητας, εξευγενισμού, ευλογίας και ευθυμίας. Η φράση «Αττικό άλας» δήλωνε το ευγενικό και ευφρές Αττικό Πνεύμα.

Επιπρόσθετα το 1500μΧ ο Παράκελσος έγραφε ότι οι άνθρωποι χρειάζονται αλάτι και χωρίς αυτό κάθε τι θα αποσυντίθεται.

Με το πέρασμα των χρόνων το ελαιόλαδο και το θαλασσινό νερό δεν αναμίχθηκαν ποτέ προκειμένου να φυλάξουν τα μυστικά της ανωτερότητάς τους καλά κρυμμένα...



*Η επιστήμη ωστόσο κατάφερε να τα ανακαλύψει και να τα  
αποκαλύψει ...*

# ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ Α1 – Βιολογία

## Διαπνοή

---

Η ελιά ανήκει σε μια κατηγορία φυτών που διαθέτουν αγωγό ιστό (φλοίωμα και ξύλωμα) και έχουν την ικανότητα να ρυθμίζουν το ωσμωτικό περιβάλλον στο εσωτερικό τους, ειδικά κατά τη διάρκεια περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως καύσωνας, ξηρασία και δυνατός άνεμος, με αποτέλεσμα να εξαρτώνται λιγότερο από το διαθέσιμο νερό του εδάφους.

Η κίνηση του νερού από το έδαφος στη ρίζα και τα φύλλα του φυτού επιτυγχάνεται με την ώσμωση, τη βαρύτητα, τη μηχανική πίεση, με υλικές επιδράσεις, όπως η δράση των τριχοειδών αγγείων. Περίπου 1% του νερού που προσλαμβάνεται από τα φυτά χρησιμοποιείται σε μεταβολικές διαδικασίες, όπως η φωτοσύνθεση. Από το υπόλοιπο, περίπου 95% αποβάλλεται με διαδικασίες όπως η διαπνοή. Η διαπνοή είναι η εξάτμιση νερού μέσω ειδικών πόρων, των στομάτων, τα οποία βρίσκονται στην επιδερμίδα των φύλλων. Με τη διαδικασία αυτή το νερό μεταφέρεται από το έδαφος πίσω στην ατμόσφαιρα και επιστρέφει στον κύκλο του νερού. Τα στόματα στα φύλλα της ελιάς βρίσκονται στην κάτω επιφάνεια των φύλλων, τα οποία καλύπτονται από τριχίδια, τα οποία μοιάζουν με «ομπρέλα», ώστε να προστατεύονται από την απώλεια νερού, λόγω εξάτμισης σε συνθήκες ξηρασίας, ή ισχυρών ανέμων. Τα αναπτυσσόμενα φυτά χάνουν συνεχώς, μεγάλες ποσότητες νερού από τα επιδερμικά κύτταρα των φύλλων, που είναι εκτεθειμένα στον αέρα, με τη διαδικασία της διαπνοής. Το νερό που εξατμίζεται με τη διαπνοή, αναπληρώνεται με την απορρόφηση του νερού από το έδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται λόγω των δεσμών υδρογόνου μεταξύ των μορίων του νερού και των δυνάμεων συνοχής μεταξύ των μορίων του νερού και των τοιχωμάτων των αγγείων του αγωγού ιστού. Οι δυνάμεις συνοχής επιτρέπουν στο νερό να κινείται προς τα φύλλα μέσα από τα αγγεία, καθώς το νερό αποβάλλεται με τη διαπνοή. Στα περισσότερα φυτά, η διαπνοή είναι μια παθητική διαδικασία ρυθμιζόμενη κυρίως από την υγρασία της ατμόσφαιρας και του εδάφους. Μερικά φυτά που ζουν σε ξηρό



περιβάλλον, έχουν την ικανότητα να ανοίγουν και να κλείνουν τα στόματα των φύλλων τους. Αυτή η προσαρμογή περιορίζει την απώλεια νερού από τους ιστούς του φυτού, ώστε να αντιμετωπίσει τις συνθήκες ξηρασίας.

**Η διαπνοή προσφέρει πολλαπλά πλεονεκτήματα στα φυτά**, όπως ψύξη μέσω της εξάτμισης, ανταλλαγή αερίων, πρόσληψη θρεπτικών συστατικών από το έδαφος. Κατά τη μετατροπή του νερού από υγρό σε αέριο απελευθερώνεται ενέργεια μεταξύ των κυττάρων του φύλλου και της ατμόσφαιρας. Αυτή η εξώθερμη διαδικασία παράγει υψηλής ενέργειας μόρια αερίου (υδρατμοί), που κατά την απελευθέρωσή τους στην ατμόσφαιρά, το φυτό **ψύχεται**. Επιπλέον, η διαπνοή επιτρέπει την **ανταλλαγή αερίων** μέσω των στομάτων, μεταξύ της ατμόσφαιρας και του φύλλου. Τα ανοιχτά στόματα επιτρέπουν την απομάκρυνση του νερού με τη διαπνοή, αλλά παράλληλα επιτρέπουν την είσοδο στο απαραίτητο για τη φωτοσύνθεση διοξείδιο του άνθρακα.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα της διαπνοής **είναι ότι το νερό που εισέρχεται από τις ρίζες περιέχει θρεπτικά συστατικά** ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη του φυτού. Η διαπνοή αυξάνει την απορρόφηση των συστατικών αυτών από τα φυτά. Αν και μόνο το 5% του νερού που προσλαμβάνεται μέσω των ριζών παραμένει στο φυτό, είναι σημαντική για τις λειτουργικές και δομικές ανάγκες του φυτού, προκαλώντας διόγκωση των κυττάρων (σπαργή), ώστε τα φυτά να μπορούν να στηρίζονται χωρίς οστά.

**Παράμετροι που επηρεάζουν το ρυθμό διαπνοής** περιλαμβάνουν μορφολογικές προσαρμογές των φυτών, στόματα και κηρώδη ιστό. Όταν τα **στόματα** είναι ανοιχτά, ο ρυθμός διαπνοής αυξάνεται. Για να πραγματοποιηθεί η διαπνοή οι υδρατμοί που βγαίνουν από τα στόματα πρέπει να διαχυθούν μέσω ενός στρώματος αέρα που βρίσκεται παγιδευμένος (**περιοριστικό στρώμα αέρα**) στην επιφάνεια των φύλλων και στη συνέχεια να φτάσουν στην ατμόσφαιρα, όπου οι υδρατμοί θα απομακρυνθούν από τον κινούμενο αέρα. Όσο μεγαλύτερο είναι το περιοριστικό στρώμα αέρα, τόσο μικρότερος είναι ο ρυθμός της διαπνοής.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν επίσης το ρυθμό της διαπνοής. Η **σχετική υγρασία** καθορίζει την ποσότητα των υδρατμών (υγρασία) στον αέρα σε σύγκριση με την ποσότητα των υδρατμών που θα μπορούσε να «συγκρατήσει» ο

αέρας σε μια συγκεκριμένη θερμοκρασία. Οποιαδήποτε διαφορά στα επίπεδα της υγρασίας μεταξύ των φύλλων και της ατμόσφαιρας δημιουργεί μία διαβάθμιση (water gradient) και έτσι το νερό θα μετακινηθεί από τα φύλλα προς την ατμόσφαιρα ή το αντίστροφο. Αύξηση της **ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας** αυξάνει την ικανότητα του αέρα να συγκρατεί το νερό (αυξάνει τη διαπνοή). Έτσι, ο ψυχρότερος αέρας κατακρατεί λιγότερο νερό από τον θερμότερο αέρα και σαν αποτέλεσμα, η χαμηλή θερμοκρασία θα οδηγήσει στη μείωση της διαπνοής.

Η ποσότητα του **νερού που προσφέρεται στο φυτό από το έδαφος** επίσης επηρεάζει το ρυθμό της διαπνοής. Τα φυτά με υψηλή υγρασία στο έδαφος θα έχουν, φυσιολογικά, υψηλότερους ρυθμούς διαπνοής, ενώ τα φυτά που αναπτύσσονται σε ξηρό έδαφος δε μπορούν να συνεχίσουν τη διαπνοή επειδή το νερό που φτάνει μέσω του ξυλώματος στα φύλλα και απομακρύνεται από αυτά, δε μπορεί να αναπληρωθεί από το έδαφος. Αυτή η κατάσταση προκαλεί μείωση του όγκου των κυττάρων του φύλλου (απώλεια σπαργής) και κλείσιμο των στομάτων. Αν αυτή η απώλεια της σπαργής επεκταθεί σε όλο το φυτό, τότε το φυτό θα μαραθεί. Το ερέθισμα για το άνοιγμα των στομάτων είναι το **φως**, οπότε και το CO<sub>2</sub> γίνεται διαθέσιμο για τη φωτοσύνθεση. Αντίθετα, τα στόματα παραμένουν κλειστά στο σκοτάδι. Τέλος, ο **άνεμος** μπορεί να αλλάξει το ρυθμό της διαπνοής μεταβάλλοντας το περιοριστικό στρώμα αέρα.

**Το πρόβλημα με το οποίο θα ασχοληθούμε σε αυτή την πειραματική διαδικασία είναι:**

Πως επιβιώνει η ελιά στο μεσογειακό περιβάλλον όπου, σε αντίθεση με άλλες περιοχές, χαρακτηρίζεται από μεγάλη ηλιοφάνεια και μικρή διαθεσιμότητα νερού; Στο πείραμα που ακολουθεί θα μελετήσετε τη διαδικασία της διαπνοής σε βλαστούς ελιάς κάτω από διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες. Θα μελετήσετε επίσης μορφολογικές προσαρμογές των φύλλων σε μάκρο και μικροσκοπικό επίπεδο.

## Περίληψη δραστηριοτήτων

### Δραστηριότητα A1 Μελέτη του ρυθμού διαπνοής

Δραστηριότητα A1.1 Συναρμολόγηση ποτομέτρου – απορρόφηση νερού σε συνθήκες δωματίου (**Room Conditions - RC**)

Δραστηριότητα A1.2 Υπολογισμός της συνολικής επιφάνειας φύλλων (σε m<sup>2</sup>) σε RC

Δραστηριότητα A1.3 Υπολογισμός της απορρόφησης του νερού σε συνθήκες φωτισμού (**Light Conditions - LC**)

Δραστηριότητα A1.4 Υπολογισμός της συνολικής επιφάνειας των φύλλων (σε m<sup>2</sup>) σε LC

Δραστηριότητα A1.5 Κατασκευή γραφήματος. Υπολογισμός του ρυθμού διαπνοής

Δραστηριότητα A1.6 Προετοιμασία μικροσκοπικού παρασκευάσματος

## Πειραματική Διαδικασία

### Εισαγωγή

Το ποτόμετρο (από την Ελληνική λέξη ποτό = drink και μέτρο = measure, αλλιώς γνωστό ως διαπνεόμετρο), είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του ρυθμού απορρόφησης του νερού από ένα βλαστό με φύλλα. Η φωτοσύνθεση και η διαπνοή είναι οι διαδικασίες για τις οποίες τα φυτά απορροφούν νερό και το ποτόμετρο είναι ένα όργανο (συσκευή) που χρησιμοποιείται για να μετρηθεί ο ρυθμός της διαπνοής. Αυτό συμβαίνει επειδή η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιεί το φυτό για τις μεταβολικές διαδικασίες είναι ελάχιστη (θεωρείται αμελητέα), σε σύγκριση με την ποσότητα του νερού που συνεχώς εξατμίζεται με τη διαδικασία της διαπνοής.

Θα χρησιμοποιήσετε τον παρακάτω τύπο για να υπολογίσετε την απώλεια νερού σε ένα βλαστό ελιάς:

$$W = ( V_t - V_o ) / S$$

Όπου W η απώλεια νερού (mL/m<sup>2</sup>),

V<sub>t</sub> η ένδειξη του ποτομέτρου (όγκος νερού) σε κάθε χρονική στιγμή (mL)

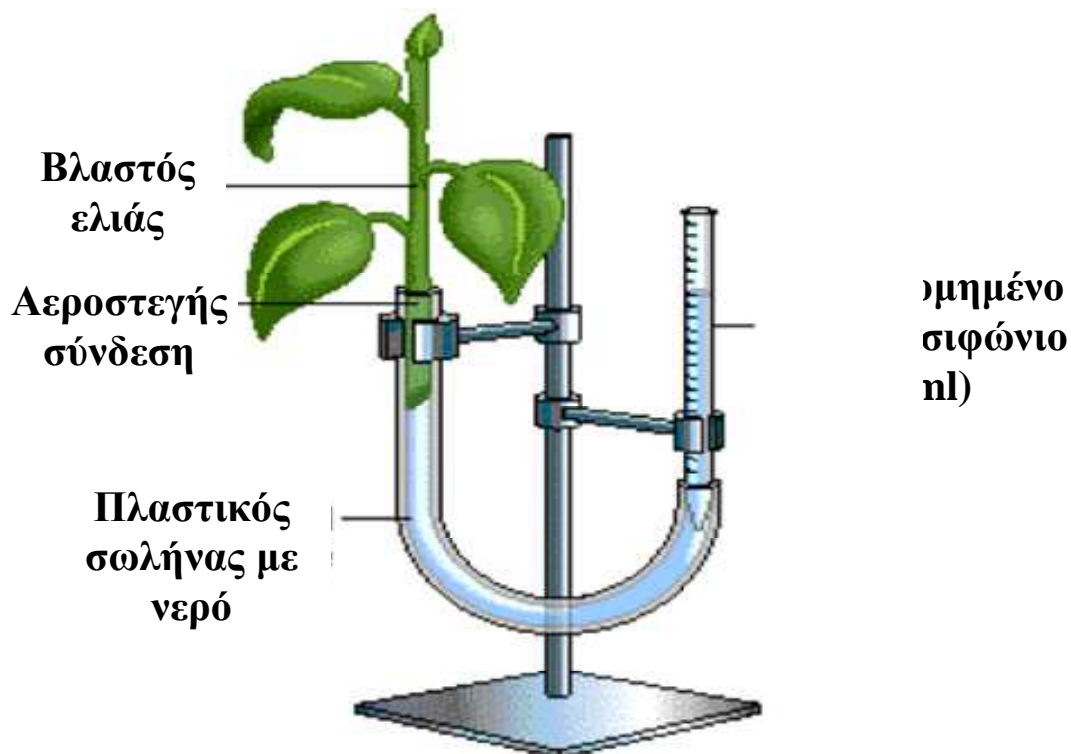
V<sub>o</sub> η αρχική ένδειξη του ποτομέτρου (όγκος νερού) (mL) και

S η συνολική επιφάνεια των φύλλων για κάθε βλαστό ελιάς (m<sup>2</sup>)

## Δραστηριότητα A1 Μελέτη του ρυθμού διαπνοής

### Υλικά και Όργανα

- Γυάλινο σιφώνιο (1 ml)
- Πουαρ τριών βαλβίδων (Pipette filler)
- Ηλεκτρονικός ζυγός
- 2 πλαστικοί σωλήνες (2-4mm, 35 cm)
- Σωληνάριο με βαζελίνη
- Βάση στήριξης με μεταλλική ράβδο και τρεις μεταλλικές λαβίδες (Retort stand with 3 clamps and 3 bosses)
- 1 λαμπτήρας εξοικονόμησης ενέργειας
- Γυάλινη λεκάνη
- Ποτήρι ζέσεως (100 ml)
- Χρονόμετρο
- Μικροσκόπιο και κασετίνα μικροσκοπίας
- Αντικειμενοφόρες πλάκες και καλυπτρίδες
- 1 μικρό κλαδευτήρι
- Χάρακας, μολύβι, στυλό, γόμα (σβηστήρι) και χαρτί μιλιμετρέ
- Πλαστικοποιημένο χαρτί μιλιμετρέ, εμβαδού  $2\text{cm}^2$
- Γάντια
- Απορροφητικό χαρτί
- Υπολογιστής τσέπης



## Ποτόμετρο

### Δραστηριότητα A1.1

#### Συναρμολογήση ποτομέτρου

*Παρακάτω περιγράφονται τα βήματα που απαιτούνται για τη συναρμολόγηση του ποτομέτρου*

1. Συνδέστε το μυτερό άκρο του βαθμονομημένου γυάλινου σιφωνίου στο ένα άκρο του πλαστικού σωλήνα, όπως φαίνεται στο σχήμα.
2. Προσαρμόστε το πουάρ των τριών βαλβίδων (ripette filler) στο ελεύθερο άκρο του βαθμονομημένου γυάλινου σιφωνίου
3. Γεμίστε τη γυάλινη λεκάνη με νερό από τη διπλανή βρύση. Βυθίστε το ελεύθερο άκρο του πλαστικού σωλήνα στο νερό της λεκάνης. Χρησιμοποιώντας το πουάρ αναρροφήστε νερό ώστε να γεμίσει το γυάλινο σιφώνιο μέχρι η στάθμη του νερού να φτάσει ανάμεσα στις ενδείξεις 0.1 – 0.2 ml του σιφωνίου. Φροντίστε ώστε το ελεύθερο άκρο του πλαστικού

σωλήνα να είναι συνεχώς πλήρως βυθισμένο στο νερό, ώστε να μη δημιουργηθούν φυσαλίδες στο γυάλινο σιφώνιο.

- a. **Σημείωση 1:** Βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχουν φυσαλίδες στη συσκευή σας
- b. **Σημείωση 2:** Όταν φτάσετε στο βήμα 6, βεβαιωθείτε ότι η τελική στάθμη του νερού στο γυάλινο σιφώνιο δεν πρέπει να υπερβαίνει την ένδειξη 0 ml. Σε αντίθετη περίπτωση, αδειάστε το νερό από το γυάλινο σιφώνιο και τον πλαστικό σωλήνα και επαναλάβετε το βήμα 3.

4. Επιλέξτε ένα βλαστό με 30 περίπου φύλλα. Προσέξτε η διάμετρος του βλαστού να είναι περίπου ίση με τη διάμετρο του πλαστικού σωλήνα.
5. Τοποθετήστε το βλαστό μέσα στο νερό της γυάλινης λεκάνης. Προσεκτικά με το κλαδευτήρι κόψτε το βλαστό σε απόσταση 1-2 cm από το άκρο του, χωρίς να το βγάλετε από το νερό. (Προσέξτε να μη δημιουργήσετε τραυματισμό στο άκρο του βλαστού)
6. Προσαρμόστε τον κομμένο βλαστό στο ελεύθερο άκρο του πλαστικού σωλήνα, ώστε να εφαρμόζει όσο το δυνατόν καλύτερα, χωρίς να βγει από το νερό. Ελέγξτε να μην υπάρχουν φυσαλίδες στη βάση του βλαστού.

Αν υπάρχουν φυσαλίδες, ακολουθήστε τα παρακάτω βήματα:

- Απομακρύνεται το βλαστό
- Επαναλάβετε το βήμα 6, έως ότου δεν υπάρχουν φυσαλίδες

7. Αφαιρέστε το πουάρ
8. Τοποθετήστε το γυάλινο σιφώνιο – πλαστικό σωλήνα – βλαστό στη βάση στήριξης με την μεταλλική ράβδο (σύμφωνα με το σχήμα)
9. Στηρίξτε το γυάλινο σιφώνιο σε κατακόρυφη θέση με τη μεταλλική λαβίδα, όπως φαίνεται στο σχήμα, με τρόπο ώστε να είναι ορατές οι ενδείξεις του βαθμονομημένου γυάλινου σιφωνίου. Στηρίξτε το βλαστό στη δεύτερη μεταλλική λαβίδα με τρόπο ώστε να μπορείτε να ελέγχεται τη σύνδεση βλαστού – πλαστικού σωλήνα. Φροντίστε ώστε η επιφάνεια του νερού στο

γυάλινο σιφώνιο και στον πλαστικό σωλήνα να είναι στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.

10. Σκουπίστε με απορροφητικό χαρτί το γυάλινο σιφώνιο και τον πλαστικό σωλήνα, ώστε να αφαιρέσετε το νερό που μπορεί να έχει παραμείνει στις δύο επιφάνειες των φύλλων και το βλαστό.
11. Βεβαιωθείτε ότι έχετε ελέγξει τη σύνδεση γυάλινου σιφωνίου – πλαστικού σωλήνα και πλαστικού σωλήνα – βλαστού, ώστε να μην υπάρχει διαρροή νερού. Αν χρειαστεί, για να αποφύγετε τη διαρροή νερού, χρησιμοποιείστε βαζελίνη στις συνδέσεις, ιδιαίτερα στη σύνδεση βλαστού και πλαστικού σωλήνα. Παρακολουθήστε τη συνδεσμολογία του ποτομέτρου για περίπου 5 λεπτά για να βεβαιωθείτε ότι δεν υπάρχει διαρροή νερού από τις συνδέσεις και ότι η στάθμη του νερού μεταβάλλεται με πολύ αργό ρυθμό.
12. Θεωρείστε την ένδειξη του γυάλινου σιφωνίου, μετά τα 5 λεπτά, σαν την αρχική ένδειξη του ποτομέτρου σε ml (V<sub>0</sub>)

**Βεβαιωθείτε ότι έχετε ακολουθήσει κάθε οδηγία προσεκτικά κατά τη συναρμολόγηση του ποτομέτρου, διαφορετικά θα σας αφαιρεθούν βαθμοί.**

**Σημείωση: Πριν προχωρήσετε στις μετρήσεις σας καλέστε τον βοηθό εργαστηρίου να ελέγξει την κατασκευή σας.**

## Απορρόφηση νερού σε συνθήκες δωματίου (Room Conditions - RC)

Μετά την ολοκλήρωση των βημάτων 1-12, αρχίστε να κάνετε μετρήσεις του όγκου του νερού στο γυάλινο σιφώνιο, κάθε 5 λεπτά για 30 λεπτά. Καταγράψτε τις

μετρήσεις σας στο φύλλο απαντήσεων, συμπληρώνοντας τη στήλη Β, στον πίνακα 1 (Room Conditions – RC, control)

**Σημείωση 1:** Αν η στάθμη του νερού στο σιφώνιο είναι ανάμεσα σε δύο χαραγές, θεωρήστε το τρίτο δεκαδικό ψηφίο της μέτρησης ίσο με το 5.

*Μετά το τέλος των μετρήσεων:*

1. Απομακρύνετε το γυαλινο σιφώνιο - πλαστικό σωλήνα - βλαστό από τη μεταλλική βάση, μεταφέρετε το στη γυάλινη λεκάνη με το νερό και αφαιρέστε το βλαστό.
2. Αδειάστε το νερό από τη διάταξη, καθαρίστε το ελεύθερο άκρο του πλαστικού σωλήνα από τη βαζελίνη (αν έχετε χρησιμοποιήσει βαζελίνη).
3. Κρατήστε το κλαδί για την επόμενη δραστηριότητα. (Πριν πραγματοποιήσετε την επόμενη δραστηριότητα με τους υπολογισμούς, ξεκινήστε τη δραστηριότητα A1.3)

## **Δραστηριότητα A1.2**

Υπολογισμός της συνολικής επιφάνειας των φύλλων  
(σε m<sup>2</sup>)

Room conditions (RC)

1. Αφαιρέστε όλα τα φύλλα από τον βλαστό. Αφαιρέστε το μίσχο (κοτσάνι) κάθε φύλλου και σκουπίστε τα φύλλα προσεκτικά με απορροφητικό χαρτί για να στεγνώσουν (και αφαιρέστε τη βαζελίνη εάν υπάρχει) από την επιφάνεια τους.
2. Ζυγίστε όλα τα φύλλα μαζί (συνολική μάζα φύλλων) χρησιμοποιώντας τον ηλεκτρονικό ζυγό. Συμπληρώστε τη μέτρηση της συνολικής μάζα των φύλλων στο φύλλο απαντήσεων στη δραστηριότητα A1.2.a



3. Επιλέξτε τα πέντε μεγαλύτερα φύλλα του βλαστού και από το κάθε ένα κόψτε ένα κομμάτι με εμβαδό  $2 \text{ cm}^2$ . Ζυγίστε τα πέντε κομμάτια χρησιμοποιώντας τον ηλεκτρονικό ζυγό. Συμπληρώστε τη μέτρηση σας στο φύλλο απαντήσεων στη δραστηριότητα A1.2.b
4. Υπολογίστε τη μάζα  $1 \text{ m}^2$  φύλλων ( $\text{g/m}^2$ ).
  - Συμπληρώστε το αποτέλεσμα στο φύλλο απαντήσεων στη δραστηριότητα A1.2.c.
5. Υπολογίστε τη συνολική επιφάνεια των φύλλων του βλαστού ( $S$ , η συνολική επιφάνεια των φύλλων για κάθε βλαστό ελιάς ( $\text{m}^2$ ), δες τον σχετικό τύπο) και συμπληρώστε το αποτέλεσμα σας στο φύλλο των απαντήσεων στη δραστηριότητα A1.2.d.
6. Υπολογίστε την απώλεια νερού ανά  $\text{m}^2$  των φύλλων για κάθε αντίστοιχη χρονική στιγμή (π.χ. 5 min, 10 min). Συμπληρώστε τις τιμές στη στήλη C, πίνακας 1.

### **Δραστηριότητα A1.3**

#### **Υπολογισμός της απορρόφησης του νερού σε συνθήκες φωτισμού (Light Conditions - LC)**

- Επαναλάβετε τα βήματα από 2-12 της δραστηριότητας A.1.1.
  - **Χρησιμοποιήστε ένα νέο βλαστό.**
- Τοποθετήστε το λαμπτήρα σε απόσταση 5 cm από την κορυφή του βλαστού.
- Ανάψτε το λαμπτήρα.
- Περιμένετε για 15 min πριν αρχίσετε τις μετρήσεις.
- Συμπληρώστε στο φύλλο απαντήσεων τη στήλη B του πίνακα 2.
- Σβήστε τον λαμπτήρα.

## **Δραστηριότητα A1.4**

### Υπολογισμός της συνολικής επιφάνειας των φύλλων (σε m<sup>2</sup>)

#### Light conditions (LC)

*Τα επόμενα βήματα ακολουθούνται για το νέο βλαστό που χρησιμοποιήσατε στη δραστηριότητα A1.3*

*Επαναλάβετε τα βήματα 1 έως 6 της δραστηριότητας A1.2. και συμπληρώστε τις μετρήσεις σας στον πίνακα 2 (στήλη C) στο φύλλο των απαντήσεων.*

*Πριν προχωρήσετε στο επόμενο βήμα ζητήστε από τον υπεύθυνο να εγκρίνει την πρόοδό σας.*

## **Δραστηριότητα A1.5**

### Κατασκευή γραφήματος – Υπολογισμός του ρυθμού της διαπνοής

Χρησιμοποιήστε τα δεδομένα του πίνακα 1 και του πίνακα 2 (απώλεια νερού σε σχέση με το χρόνο) και σχεδιάστε ένα γράφημα στο μιλιμετρέ χαρτί που σας δίνεται. Σχεδιάστε μια γραμμή (line of best fit – την καλύτερη δυνατή γραμμή με βάση τις τιμές σας) για τα δεδομένα του πίνακα 1 και ονομάστε την RC. Στο **ίδιο** γράφημα, σχεδιάστε μια γραμμή (line of best fit – την καλύτερη δυνατή γραμμή με βάση τις τιμές σας) για τα δεδομένα του πίνακα 2 και ονομάστε την LC.

Υπολογίστε στον κατάλληλο χώρο του φύλλου απαντήσεων το ρυθμό της διαπνοής

- α. στις συνθήκες δωματίου (RC) και
- β. στις συνθήκες φωτός (LC)

Ο ρυθμός της διαπνοής είναι: η συνολική απώλεια νερού σε mL/m<sup>2</sup> ανά ώρα.

**Απαντήστε την ερώτηση BIO 1.**

## **Δραστηριότητα A1.6**

### **Προετοιμασία μικροσκοπικού παρασκευάσματος**

#### **Τριχίδια**

1. Επιλέξτε ένα φύλλο.
2. Ξύστε με το νυστεράκι ελαφρά την κάτω επιφάνεια ώστε να απομακρυνθεί το χνούδι.
3. Πρόσθεστε μία σταγόνα νερό σε μία καθαρή αντικειμενοφόρο πλάκα και μεταφέρετε το ξύσμα που υπάρχει πάνω στο νυστεράκι, αγγίζοντας το νερό. Ετοιμάστε το παρασκεύασμα και παρατηρήστε.
4. Επιλέξτε την κατάλληλη μεγέθυνση και απεικονίστε τα τριχίδια που μοιάζουν με ομπρέλα στο φύλλο απαντήσεων.

*Καλέστε τον βοηθό του εργαστηρίου να ελέγξει το παρασκεύασμά σας.*

5. **Απαντήστε στην ερώτηση BIO 2 στο φύλλο των απαντήσεων.**

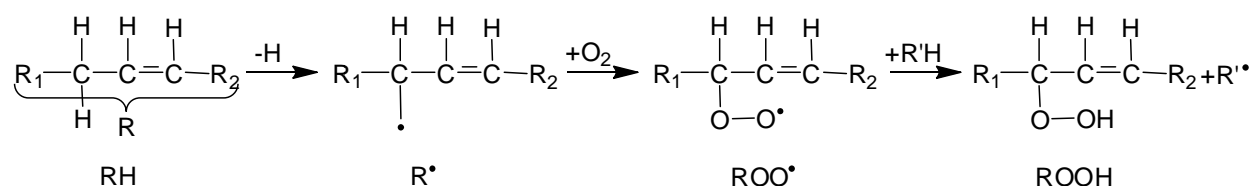
**Απαντήστε τις συμπληρωματικές ερωτήσεις BIO 3 και BIO 4.**

## Δραστηριότητα A2 – Χημεία

### Προσδιορισμός του Αριθμού Υπεροξειδίου (Peroxide Value-PV) στο ελαιόλαδο

Η οξείδωση των λιπιδίων από το ατμοσφαιρικό οξυγόνο είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην εμφάνιση ταγγίσματος και στην ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών στα εδώδιμα έλαια. Κατά συνέπεια ο περιορισμός της οξείδωσης είναι κεφαλαιώδους σημασίας για τις βιομηχανίες που τα χρησιμοποιούν ως πρώτες ύλες.

Αρχικά η οξείδωση των λιπιδίων οδηγεί στο σχηματισμό υδρο-υπεροξειδίων (ROOH) μέσω μηχανισμού ελευθέρων ριζών όπως φαίνεται παρακάτω:



Αυτή η αλυσιδωτή αντίδραση τερματίζεται όταν σχηματίζονται αδρανείς ενώσεις ή σχετικά σταθερές ελεύθερες ρίζες. Τα υδρο-υπεροξειδία (πρωτογενή προϊόντα της οξείδωσης), είναι ασταθή και διασπώνται σχηματίζοντας ουσίες πτητικές και συνήθως με δυσάρεστη οσμή (δευτερογενή προϊόντα της οξείδωσης) όπως υδρογονάνθρακες, αλδεΐδες, κετόνες, οξέα που μπορεί να προκαλέσουν ανεπιθύμητη γεύση και μυρωδιά ακόμα και όταν υπάρχουν σε πολύ μικρές ποσότητες (ppm).

Παράγοντες που αυξάνουν το ρυθμό της οξείδωσης των λιπών και των ελαίων είναι: Η παρουσία περίσσειας οξυγόνου, το φως, η υγρασία, η αυξημένη θερμοκρασία, η

παρουσία καταλυτών όπως ιόντα μετάλλων μετάπτωσης (πχ. Cr, Co, Zn, Cu, Fe), καθώς και η συνύπαρξη διαφόρων βακτηρίων και ενζύμων (λιποξυγενάσες).

Η οξείδωση των λιπιδίων πραγματοποιείται σε δύο στάδια:

α) το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει το σχηματισμό των υδρο-υπεροξειδίων που πραγματοποιείται με πολύ αργό ρυθμό, και

β) το δεύτερο στάδιο περιλαμβάνει το σχηματισμό δευτερογενών προϊόντων που ουσιαστικά δρουν καταλυτικά αυξάνοντας το ρυθμό της διαδικασίας οξείδωσης.

Το οξειδωτικό τάγγισμα των λιπιδίων, που αντιστοιχεί στο στάδιο του σχηματισμού των δευτερογενών προϊόντων λόγω της διάσπασης των υδρο-υπεροξειδίων, επηρεάζει το λιπίδιο καθιστώντας το, πιθανώς, ακατάλληλο για κατανάλωση. Το τάγγισμα θα πρέπει να αποφεύγεται, καθώς ένα λιπίδιο που ταγγίζει δε μπορεί να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση. Μπορούμε να περιορίσουμε το ρυθμό της οξείδωσης του λιπιδίου όταν το διατηρούμε σε σφραγισμένο δοχείο, μακριά από φως και υψηλές θερμοκρασίες. Αυτό επιτυγχάνεται επίσης με τη χρήση αντιοξειδωτικών ή με την απομάκρυνση μικροποσοτήτων μετάλλων κατά τη διαδικασία του εξευγενισμού.

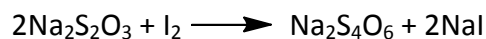
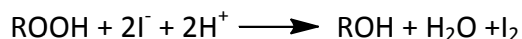
Ο βαθμός οξείδωσης του λιπιδίου αναγνωρίζεται μέσω του προσδιορισμού του Αριθμού Υπεροξειδίου (PV). Με τον **Αριθμό Υπεροξειδίου** προσδιορίζονται τα πρωτογενή προϊόντα της οξείδωσης του λιπιδίου (υδρο-υπεροξειδία).

Στο πείραμα που ακολουθεί θα προσδιοριστεί ο **Αριθμός Υπεροξειδίου (PV)** δύο δειγμάτων ελαιολάδου (δείγμα Α και δείγμα Β).

**Ο Αριθμός Υπεροξειδίου (PV) ορίζεται ως mmol υπεροξειδίου ανά kg λιπιδίου.**

Ο προσδιορισμός του Αριθμού Υπεροξειδίου βασίζεται στην οξείδωση των ιόντων ιωδίου ( $I^-$ ) από τα υδρο-υπεροξειδία, σε όξινο περιβάλλον και σε θερμοκρασία δωματίου. Το μοριακό ιώδιο ( $I_2$ ) που παράγεται ογκομετρείται με πρότυπο διάλυμα θειοθειικού νατρίου ( $Na_2S_2O_3(aq)$ ).

Η διαδικασία περιλαμβάνει τις παρακάτω αντιδράσεις:



Όργανα	Υλικά
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ηλεκτρονικός ζυγός (<math>\pm 0.1</math> g)</li><li>▪ 2 κωνικές φιάλες με πώματα (250 mL)</li><li>▪ 2 ογκομετρικοί κύλινδροι (25 ή 50 και 100 mL)</li><li>▪ Ποτήρι ζέσεως (400 mL)</li><li>▪ Περιστρεφόμενο στήριγμα και σφικτήρας</li><li>▪ Προχοΐδα 50 mL</li><li>▪ 2 σιφώνια (5 και 10 mL)</li><li>▪ Πουάρ τριών βαλβίδων</li><li>▪ Μικρό χωνί</li><li>▪ 2 υδροβολείς</li><li>▪ Χρονόμετρο</li><li>▪ Σκοτεινό κουτί για τοποθέτηση του μίγματος αντίδρασης</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Ελαιόλαδο (δείγμα Α και δείγμα Β)</li><li>▪ <math>\text{CHCl}_3(l)</math></li><li>▪ <math>\text{CH}_3\text{COOH}(aq)</math>(πυκνό-παγόμορφο)</li><li>▪ Κορεσμένο διάλυμα <math>\text{KI}(aq)</math></li><li>▪ Διάλυμα αμύλου 1.0%</li><li>▪ 0.01 M <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(aq)</math></li><li>▪ Απεσταγμένο νερό</li><li>▪ Ακετόνη (για ξέπλυμα των οργάνων από το ελαιόλαδο)</li></ul>

## Πειραματική Διαδικασία

### Πείραμα 1α.

Τα στάδια 1.1 ως 1.6 θα πραγματοποιηθούν στον απαγωγό.

- 1.1 Ζυγίστε περίπου 5 g **δείγματος ελαιολάδου Α** σε κωνική φιάλη των 250 mL και καταγράψτε την ακριβή μάζα του στο φύλλο απαντήσεων (Πίνακας 1).
- 1.2 Προσθέστε 10.0 mL χλωροφόρμιου ( $\text{CHCl}_3$ ) στην ίδια κωνική φιάλη, τοποθετήστε το πώμα και ανακατέψτε καλά περιστρέφοντας τη φιάλη μέχρι να σιγουρευτείτε ότι το δείγμα έχει αναμιχθεί με το χλωροφόρμιο.

**Χημ 1. Απαντήστε την ερώτηση στο φύλλο απαντήσεων.**

- 1.3 Προσθέστε 15 mL πυκνού αιθανικού οξέος ( $\text{CH}_3\text{COOH}$  glacial) στην ίδια κωνική φιάλη και αναδεύστε όπως προηγουμένως.
- 1.4 Προσθέστε τουλάχιστον 1.0 mL κορεσμένου διαλύματος ιωδιούχου καλίου ( $\text{KI}_{(\text{aq})}$ ), πωματίστε άμεσα τη φιάλη και αναδεύστε έντονα περιστρέφοντας για 1 λεπτό.
- 1.5 Τοποθετήστε την κωνική φιάλη σε σκοτεινό σημείο για 5 λεπτά προκειμένου να ολοκληρωθεί η αντίδραση.

**Χημ 2. Απαντήστε την ερώτηση στο φύλλο απαντήσεων.**

- 1.6 Ανοίξτε τη φιάλη και προσθέστε 75 mL απεσταγμένου νερού και περίπου 10-15 σταγόνες διαλύματος αμύλου (1.0% w/w) στην κωνική φιάλη.

**Η ογκομέτρηση θα πραγματοποιηθεί στον πάγκο εργασίας.**

- 1.7 Ογκομετρήστε το διάλυμα της κωνικής φιάλης με το πρότυπο διάλυμα 0.01M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3(\text{aq})$  μέχρι να συμβεί αποχρωματισμός.

**Χημ 3. Απαντήστε την ερώτηση στο φύλλο απαντήσεων.**

- 1.8 Επαναλάβετε ολόκληρη την παραπάνω διαδικασία άλλες δύο φορές.

**Χημ 4. Συμπληρώστε τον Πίνακα 1 στο φύλλο απαντήσεων.**

**Πείραμα 1β.**

Επαναλάβετε ολόκληρη την παραπάνω διαδικασία για το δείγμα Β ελαιολάδου.

**Χημ 5. Συμπληρώστε τον Πίνακα 2 στο φύλλο απαντήσεων**

Συμπληρώστε το υπόλοιπο φύλλο απαντήσεων (Χημ 6 and Χημ 7).

## Δραστηριότητα A3 - Φυσική

### Ιξώδες και δείκτης διάθλασης ελαιόλαδου

---

Πολλές από τις φυσικές ιδιότητες του ελαιόλαδου ήταν γνωστές στους αρχαίους Έλληνες και τις χρησιμοποιούσαν για να ελέγχουν την ποιότητά του: ο Αριστοτέλης περιέγραψε τον τρόπο καλλιέργειας του ελαιόδεντρου και ο Ιπποκράτης χρησιμοποίησε το ελαιόλαδο ως συστατικό των φαρμακευτικών παρασκευασμάτων. Το ελαιόλαδο είναι ένα υγρό με εξαιρετικά πολύπλοκη σύνθεση. Παρόλα αυτά, μπορούμε να προσδιορίσουμε αρκετά φυσικά χαρακτηριστικά του ελαιόλαδου και να τα συγκρίνουμε με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά άλλων υγρών.

Κατά την διάρκεια της πειραματικής διαδικασίας του θέματος A3, πρόκειται να μετρήσουμε τις τιμές δύο φυσικών ιδιοτήτων του ελαιόλαδου: (α) του συντελεστή ιξώδους και (β) το δείκτη διάθλασης.

#### Δραστηριότητα A3.1 – Μέτρηση του συντελεστή ιξώδους

Οι αρχαίοι Έλληνες συνήθιζαν να καλύπτουν το σώμα τους με ελαιόλαδο! Το έκαναν αυτό επειδή πίστευαν ότι το ελαιόλαδο ήταν πηγή δύναμης καθώς και ότι μείωνε την τριβή κατά τη διάρκεια της πάλης. Η τελευταία επιλογή εξηγείται στις μέρες μας επιστημονικά μέσω της μελέτης μιας ιδιότητας των υγρών που, ονομάζεται “ιξώδες”.

Σ’ αυτό το τμήμα του θέματος θα μετρήσουμε τον συντελεστή ιξώδους του ελαιόλαδου.



# Θεωρητικό πλαίσιο – Σχεδιάζοντας την πειραματική διαδικασία

## Κίνηση μικρής σφαίρας στο εσωτερικό κατακόρυφου σωλήνα γεμάτου με υγρό:

Μια μικρή πλαστική σφαίρα κινείται κατά μήκος του άξονα συμμετρίας του κατακόρυφου κυλινδρικού σωλήνα που περιέχει υγρό (εικόνα 1). Σύμφωνα με τον 2<sup>ο</sup> νόμο του Νεύτωνα, μπορούμε να γράψουμε:

$$ma = F_g - F_b - F_v \quad (1)$$

Όπου  $m$  είναι η μάζα της σφαίρας και  $a$  επιτάχυνσή της.

Οι παρακάτω δυνάμεις ασκούνται στη σφαίρα:

a) Η βαρυτική δύναμη  $F_g$ :

$$F_g = mg = \rho_s Vg \quad (2)$$

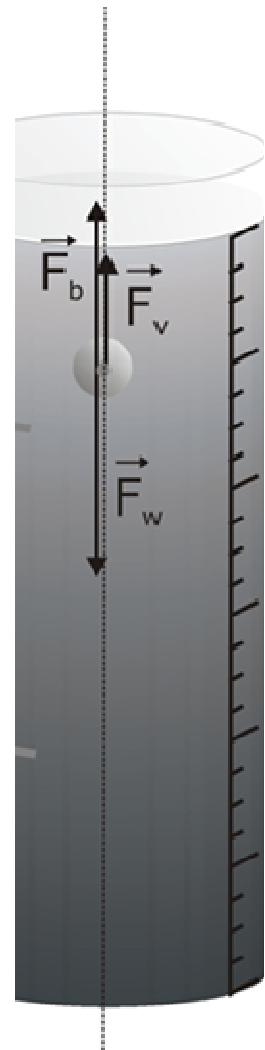
Όπου  $\rho_s$  είναι η πυκνότητα της σφαίρας και  $V$  ο όγκος της. Υποθέστε  $g = 9,81 \text{ ms}^{-2}$ . Αν η ακτίνα της σφαίρας συμβολίζεται με  $r$ , τότε ο όγκος της δίνεται από τη σχέση:  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

b) Η δύναμη της άνωσης  $F_b$ . Σύμφωνα με την αρχή του Αρχιμήδη, η διεύθυνση αυτής της δύναμης είναι κατακόρυφη προς τα πάνω και το μέτρο της ίσο με:

$$F_b = \rho_L gV \quad (3)$$

όπου  $\rho_L$  είναι η πυκνότητα του υγρού.

c) Η δύναμη τριβής  $F_v$ . Αυτή η δύναμη προκαλείται από την κίνηση της σφαίρας μέσα στο υγρό και η κατεύθυνσή της είναι αντίθετη της ταχύτητας της σφαίρας. Δεδομένου ότι η ταχύτητα της σφαίρας είναι



Εικόνα 1

μικρή (όπως στην περίπτωση μας), τότε το μέτρο  $F_v$  της δύναμης τριβής είναι ανάλογο της ταχύτητας  $v$  της σφαίρας και δίνεται από το νόμο του Stoke για ένα σφαιρικό σώμα ακτίνας  $r$  :

$$F_v = 6\pi r\eta v \quad (4)$$

(Σημείωση: Υποθέτουμε ότι η απόσταση της σφαίρας και των τοιχωμάτων του κυλινδρικού δοχείου είναι μεγάλη σε σύγκριση με την ακτίνα της σφαίρας. Έτσι, στους υπολογισμούς μας δεν λαμβάνουμε υπ' όψιν την επίδραση των τοιχωμάτων του δοχείου).

Ο συντελεστής  $\eta$  ονομάζεται **συντελεστής ιξώδους του υγρού** και εξαρτάται από το είδος του υγρού και την θερμοκρασία του. Οι μονάδες μέτρησης στο SI είναι  $1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ . Σ' αυτό το πείραμα πρόκειται να υπολογίσουμε το συντελεστή ιξώδους μελετώντας την κίνηση μερικών πλαστικών σφαιρών κατά μήκος του άξονα του κυλινδρικού δοχείου που περιέχει το υγρό.

Η σφαίρα αποκτάει την οριακή της ταχύτητα σχεδόν αμέσως. Το μέτρο αυτής της ταχύτητας δίνεται από τη σχέση:

$$v = \frac{2}{9} \frac{gr^2(\rho_s - \rho_L)}{\eta} \quad (5)$$

Αποδείξτε την πιο πάνω σχέση στο φύλλο απαντήσεων.

Στην εξίσωση (5), οι ποσότητες  $\rho_L$ ,  $r$ ,  $\rho_s$  και  $v$  μπορούν να μετρηθούν πειραματικά ή να υπολογισθούν. Η τιμή του  $g$  είναι:  $g=9,81 \text{ m/s}^2$ . Ο μόνος άγνωστος παράγοντας είναι ο συντελεστής ιξώδους  $\eta$ .

Στην πειραματική διαδικασία A3.1, θα χρησιμοποιήσουμε την εξίσωση 5 για να προσδιορίσουμε πειραματικά τον συντελεστή ιξώδους του ελαιόλαδου.

## Εξοπλισμός και υλικά

1. Πανομοιότυπες πλαστικές σφαίρες (~20), μέσα σε κυλινδρικό πλαστικό κουτί
2. Βερνιέρος (Διαστημόμετρο)[x1]
3. Ηλεκτρονικός ζυγός, με ακρίβεια 0,1 g [x1]

4. Ογκομετρικός κύλινδρος 250 mL [x1]
5. Ηλεκτρονικό χρονόμετρο[x1]
6. Σύριγγα 20 mL [x1]
7. Νήμα στάθμης [x1]
8. Φελλός που εφαρμόζει στον ογκομετρικό κύλινδρο, με σωλήνα εσωτερικής διαμέτρου 8 mm [x1]
9. Ελαιόλαδο (περίπου 0,3 L)
10. Μαρκαδόρος [x1]
11. Χαρτί κουζίνας [1 ρολό]
12. Υπολογιστής τσέπης
13. Χάρακας 30cm

## Πειραματική διαδικασία

[Όλες οι μετρήσεις και υπολογισμοί πρέπει να φαίνονται στο τμήμα A3.1 του φύλλου απαντήσεων]

**A3.1a** Μετρήστε την ακτίνα  $r$  μιας πλαστικής σφαίρας. Προσδιορίστε τη μάζα της πλαστικής σφαίρας. Υπολογίστε την πυκνότητα  $\rho_s$  των πλαστικών σφαιρών. Χρησιμοποιώντας την σύριγγα και την ζυγαριά, προσδιορίστε την πυκνότητα ( $\rho_{oil}$ ) του ελαιόλαδου.

Εκφράστε τις τιμές των μεγεθών που υπολογίσατε με τον σωστό αριθμό σημαντικών ψηφίων.

**A3.1b** Χρησιμοποιήστε τον μαρκαδόρο για να σημειώσετε πάνω στον ογκομετρικό κύλινδρο δύο οριζόντιες γραμμές, σε απόσταση 10 cm η μία από την άλλη. Φροντίστε η πάνω γραμμή να είναι περίπου 6 – 7 cm κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού. (βλέπε εικόνα 1). Χρησιμοποιήστε νήμα στάθμης για να ελέγξετε αν ο κύλινδρος είναι κατακόρυφος. Τοποθετήστε τον φελλό με το σωληνάκι στο στόμιο του κυλίνδρου. Αφήστε προσεκτικά μία σφαίρα διαμέσου του σωλήνα, έτσι ώστε να κινηθεί κατά μήκος του άξονα συμμετρίας

του κυλίνδρου.

Χρησιμοποιώντας το χρονόμετρο, μετρήστε το χρονικό διάστημα που διανύει την απόσταση  $s$  ( $s=10\text{ cm}$ ) μεταξύ των δύο οριζόντιων γραμμών που έχετε χαραξει στον κύλινδρο. Επαναλάβετε την ίδια διαδικασία για πέντε σφαίρες συνολικά. Καταγράψτε τις απαντήσεις σας στον πίνακα Β του φύλλου απαντήσεων. Υπολογίστε τη μέση τιμή αυτού του χρονικού διαστήματος ( $\overline{t_{oil}}$ ) και μετά την τιμή της οριακής ταχύτητας μέσα στο ελαιόλαδο.

Χρησιμοποιώντας τη σχέση (5), υπολογίστε την τιμή του συντελεστή ιξώδους του ελαιόλαδου.

## Δραστηριότητα Α3.2 – Μέτρηση του δείκτη διάθλασης του ελαιόλαδου

### Από τον νόμο του Πτολεμαίου στο νόμο του Snell

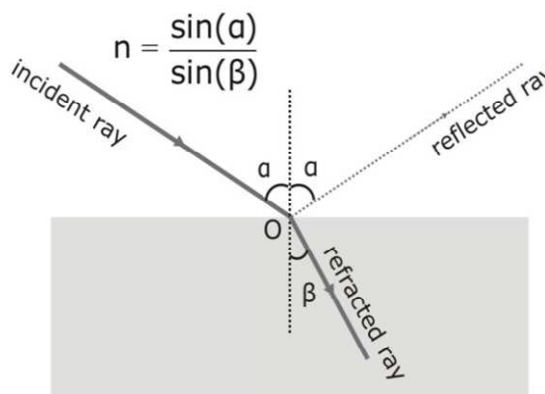
Το βαθύ πράσινο χρώμα του ελαιόλαδου καθώς και τα οπτικά φαινόμενα κατά τη διέλευση του φωτός μέσα από αυτό, εντυπωσίαζαν τους αρχαίους Έλληνες. Στην Ελληνιστική περίοδο, κατά τη διάρκεια του 2<sup>ου</sup> μ.Χ. αιώνα, στην Αλεξάνδρεια. Ο Κλαύδιος Πτολεμαίος μελέτησε το φως καθώς περνούσε από τον αέρα σε υγρά. Περιέγραψε το φαινόμενο της διάθλασης και διατύπωσε έναν νόμο σχετικά με αυτό. Ο νόμος του Πτολεμαίου διαφέρει από τον νόμο του Snell, ο οποίος περιγράφει το φαινόμενο στις μέρες μας. Σε αυτό το θέμα, πρόκειται να μελετήσουμε το φαινόμενο της διάθλασης στο ελαιόλαδο, χρησιμοποιώντας και τους δύο νόμους και θα τους συγκρίνουμε.

### Θεωρητικό πλαίσιο- Πειραματική διαδικασία

Η εικόνα 1 δείχνει μια λεπτή δέσμη φωτός που αρχικά κινείται στον αέρα και μετά συναντάει την επιφάνεια διαφανούς μέσου. Ένα μέρος της προσπίπτουσας ακτινοβολίας ανακλάται και το υπόλοιπο εισέρχεται στο διαφανές μέσο διαθλώμενο. Οι γωνίες  $\alpha$  και  $\beta$  που σχηματίζονται από την προσπίπτουσα (incident) και την διαθλώμενη (refracted) ακτινοβολία, ως προς την κάθετη ευθεία στην επιφάνεια του μέσου στο σημείο πρόσπτωσης Ο, υπακούουν στον νόμο του Snell:

$$\frac{\eta_{\mu\alpha}}{\eta_{\mu\beta}} = n, \quad (1)$$

όπου  $n$  είναι ο δείκτης διάθλασης του μέσου που ορίζεται από τη σχέση:

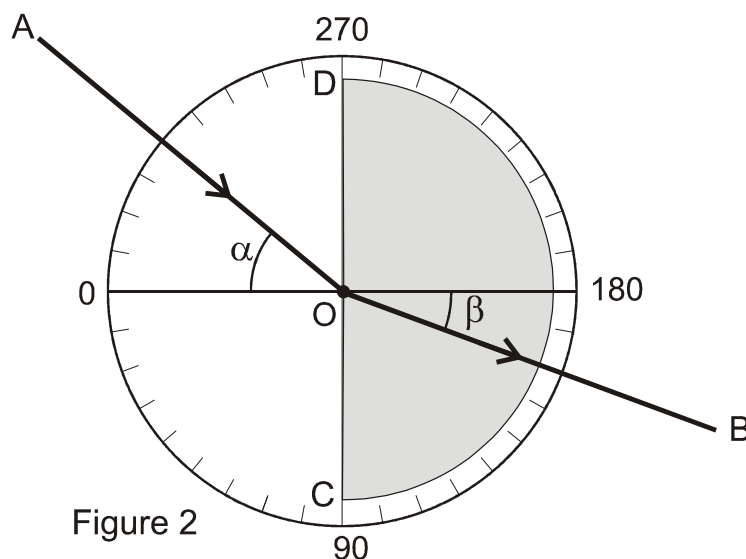


όνα 1

$$n = \frac{c}{v}, \quad (2)$$

$c$  είναι η ταχύτητα του φωτός στον αέρα και  $v$  είναι η ταχύτητα του φωτός στο διαφανές μέσο.

Στο θέμα A3.2, εφαρμόζουμε το νόμο του Snell για να υπολογίσουμε τον δείκτη διάθλασης του ελαιόλαδου. Σε αυτό το σημείο θα χρησιμοποιήσουμε την πειραματική διάταξη που φαίνεται σχηματικά στην εικόνα 2. Η ακτίνα φωτός AO ξεκινώντας από την καρφίτσα A και περνώντας μέσα από το κέντρο O (είναι σημειωμένο στο μέσο της επίπεδης πλευράς) του κυλινδρικού πρίσματος διαθλάται ακολουθώντας την διεύθυνση Ox. Αν τοποθετήσουμε μία δεύτερη καρφίτσα στο σημείο B της διαθλώμενης ακτίνας και τοποθετήσουμε το μάτι μας στην διεύθυνση BO, τότε τα σημεία, A, O και B θα φαίνονται σαν να είναι στην ίδια ευθεία. Έτσι, μπορούμε να βρούμε τη διεύθυνση της διαθλώμενης ακτίνας Ox, καθώς έρχεται από την προσπίπτουσα ακτίνα AO (βλέπε εικόνα 2). Χρησιμοποιώντας το



γωνιομετρικό χαρτί, μπορούμε να προσδιορίσουμε αυτή την ευθεία και να μετρήσουμε τη γωνία πρόσπτωσης  $\alpha$  και τη γωνία διάθλασης  $\beta$ , που σχηματίζονται με την κάθετη ευθεία στην επιφάνεια CD.

Για αρκετές διαφορετικές θέσεις της καρφίτσας A, μπορούμε να μετράμε κάθε φορά τη γωνία πρόσπτωσης και τη γωνία ανάκλασης. Σύμφωνα με τον νόμο του Snell (1), ο δείκτης διάθλασης του υγρού μπορεί να προσδιοριστεί ως η κλίση της ευθείας  $y = nx$ , όπου  $y = \sin \alpha$  και  $x = \sin \beta$ .

## Εξοπλισμός και υλικά

1. Ημικυλινδρικό δοχείο[x1]
2. Γωνιομετρικό χαρτί (με υποδιαίρεση ανά 2 μοίρες)
3. Ελαιόλαδο (~100 mL) σε πλαστικό δοχείο
4. Κομμάτι φελιζόλ 2,5 cm x 24 cm x 24 cm [x1]
5. Καρφίτσες 3,5 cm [x3]
6. Χαρτί κουζίνας
7. Μιλιμετρέ χαρτί[x2]
8. Υπολογιστής τσέπης

## Πειραματική διαδικασία

[Όλες οι μετρήσεις και οι υπολογισμοί πρέπει να φαίνονται στο τμήμα A3.2 του φύλλου απαντήσεων]

**A3.2a** Γεμίστε το ημικυλινδρικό δοχείο με ελαιόλαδο. Ακολουθώντας τη διαδικασία που περιγράφηκε προηγουμένως βρείτε τη διαθλώμενη ακτίνα και μετρήστε τη γωνία διάθλασης, για πέντε διαφορετικές γωνίες πρόσπτωσης: **30, 40, 50, 60, and 70 μοίρες.**

**A3.2b** Συμπληρώστε τη δεύτερη και την τέταρτη στήλη του **πίνακα C1**, στο τμήμα A3.2 του φύλλου απαντήσεων. Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση του ημα σε συνάρτηση με το ημβ. Από τη γραφική σας παράσταση προσδιορίστε το δείκτη διάθλασης ( $n_{oil}$ ) του ελαιόλαδου.

Καταγράψτε στο τμήμα A3.2 του φύλλου απαντήσεων την τιμή ( $n_{oil}$ ) του δείκτη διάθλασης του ελαιόλαδου που υπολογίσατε.

**A3.2c** Νόμος του Snell: σύγκριση των θεωρητικών τιμών (από τη γραφική παράσταση) με τα πειραματικά δεδομένα. Πόσο καλά συμφωνούν οι

### μετρήσεις μας με το νόμο του Snell;

Ένας ποσοτικός τρόπος να κρίνουμε αν ο νόμος του Snell συμφωνεί με τις μετρήσεις μας είναι ο υπολογισμός της «μέσης σχετικής απόκλισης» των μετρήσεων μας από την τιμή του δείκτη διάθλασης που προσδιορίσαμε.

Συγκεκριμένα:

Έστω  $n_{oil}$  ο δείκτης διάθλασης του ελαιόλαδου που προσδιορίσαμε πειραματικά στο βήμα A3.2b.

Έστω  $\alpha_j$  μία από τις τιμές της γωνίας πρόσπτωσης που καταγράψαμε στον πίνακα C1 και  $\beta_j$  η αντίστοιχη τιμή της γωνίας διάθλασης. Σύμφωνα με αυτές τις μετρήσεις, ο δείκτης διάθλασης του ελαιόλαδου ισούται με:

$$n_j = \frac{\eta\mu\alpha_j}{\eta\mu\beta_j}$$

Η σχετική απόκλιση  $A_j$  αυτής της τιμής από την τιμή  $n_{oil}$  που υπολογίσατε είναι:

$$A_j = \left| \frac{n_j - n_{oil}}{n_{oil}} \right|$$

Η μέση σχετική απόκλιση  $A_{Snell}$  της  $A_j$  μπορεί να υπολογισθεί χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$A_{Snell} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N A_j \quad (3)$$

Βασιζόμενοι στις πειραματικές τιμές που καταγράψατε στον πίνακα C1, υπολογίστε τη μέση σχετική απόκλιση  $A_{Snell}$  των πειραματικών τιμών που προκύπτουν από το νόμο του Snell για το ελαιόλαδο. Εκφράστε τις απαντήσεις σας σε ποσοστό %.

Καταγράψτε τους υπολογισμούς σας στο τμήμα A3.2 του φύλλου απαντήσεων.

### A3.2d Μια αναδρομή στην ιστορία: ο νόμος του Κλαύδιου Πτολεμαίου.

Πολύ πριν τον Snell, ο Κλαύδιος Πτολεμαίος (2<sup>ος</sup> αιώνας μ. Χ., Αλεξάνδρεια) πρότεινε τον ακόλουθο νόμο της διάθλασης:



$$\frac{\alpha}{\beta} = n' = \text{σταθερά} \quad (4)$$

Ας προσδιορίσουμε το δείκτη διάθλασης του ελαιόλαδου ( $n'_{oil}$ ), χρησιμοποιώντας τις προηγούμενες μετρήσεις και το νόμο του Πτολεμαίου. Σχεδιάστε τη γραφική παράσταση του  $\alpha$  σε συνάρτηση με το  $\beta$ . Σημείωση: Σχεδιάστε την καταλληλότερη ευθεία γραμμή που διέρχεται από την αρχή των αξόνων. Από τη γραφική σας παράσταση προσδιορίστε το δείκτη διάθλασης ( $n'_{oil}$ ) του ελαιόλαδου σύμφωνα με τη «θεωρία» του Κλαύδιου Πτολεμαίου.

**Σύγκριση μεταξύ των νόμων του Snell και του Πτολεμαίου: με ποιον νόμο συμφωνούν καλύτερα τα πειραματικά σας δεδομένα;**

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο του βήματος A3.2c, υπολογίστε τη μέση σχετική απόκλιση  $A_{Ptol.}$  των πειραματικών δεδομένων από την θεωρητικά υπολογισμένη τιμή (από τη γραφική παράσταση) του νόμου του Πτολεμαίου. Χρησιμοποιήστε τα πειραματικά δεδομένα του πίνακα C1. Η σχετική απόκλιση της κάθε μέτρησης από την τιμή του δείκτη διάθλασης που προσδιορίσατε χρησιμοποιώντας το νόμο του Πτολεμαίου είναι:

$$A'_j = \left| \frac{n'_j - n'_{oil}}{n'_{oil}} \right|.$$

Η μέση σχετική απόκλιση  $A_{Ptol.}$  υπολογίζεται με τη χρήση του τύπου:

$$A_{Ptol.} = \frac{1}{N} \cdot \sum_{j=1}^N A'_j. \quad (5)$$

Εκφράστε την απάντησή σας σε ποσοστό % .

Συγκρίνετε  $A_{Snell}$  με  $A_{Ptol.}$  και αποφασίστε ποια από τις δύο θεωρίες είναι καλύτερη.

Καταγράψτε τους υπολογισμούς και τις απαντήσεις σας στο τμήμα A3.2 του φύλλου απαντήσεων.