

## Αναλυτικό πρόγραμμα

### εκπαιδευτικής εκδρομής Ομίλου Χημείας Αρσακείων Ψυχικού

Η εκπαιδευτική εκδρομή των Ομίλων Χημείας Αρσακείων Ψυχικού πραγματοποιείται στο πλαίσιο ετήσιων προγραμμάτων, τα οποία υλοποιούνται με τους μαθητές των Ομίλων και έχουν σχεδιασθεί και οργανωθεί από την εκπαιδευτικό κυρία Ευδοκία Πατσιλινάκου (Χημικό, PhD). Τα προγράμματα αυτά έχουν ως στόχο πέραν από την εκπαίδευση των μαθητών, την τέρψη της ψυχής και του πνεύματος και την ανάπτυξη της κοινωνικότητας και της συνεργασίας. Επιστημονικός Σύμβουλος τού προγράμματος: «Από την ελιά στο ελαιόλαδο» είναι ο πρώην Αναπληρωτής Πρύτανη τού Πανεπιστημίου Αθηνών και Καθηγητής Αναλυτικής Χημείας του Τμήματος Χημείας, τής Σχολής Θετικών Επιστημών τού Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, κύριος Αντώνιος Καλοκαιρινός. Επιστημονική Σύμβουλος τού προγράμματος «Ορυκτά και απολιθώματα - η χημεία και η ιστορία τους» είναι η Καθηγήτρια Γεωλογίας του τομέα Οικονομικής Γεωλογίας και Γεωχημείας του τμήματος Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, τής Σχολής Θετικών Επιστημών του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, κυρία Αριάδνη Αργυράκη.

#### 1<sup>ο</sup> μέρος εκπαιδευτικού προγράμματος:

##### «Από την ελιά στο ελαιόλαδο»

##### Ελαιοτριβείο:

Επίσκεψη στο ελαιοτριβείο «ΜΕΛΑΣ - ΕΛΑΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΔΑΥΡΙΑΣ ΓΗΣ», το οποίο είναι μια οικογενειακή επιχείρηση στο Λυγουριό.

Η παραγωγός ελαιόλαδου κυρία Αναστασία Φαράκου - Μελά θα υποδεχθεί την ομάδα του Ομίλου Χημείας.

Οι μαθητές θα ανακαλύψουν πώς γίνεται η παραγωγή ανώτερης ποιότητας έξτρα παρθένου και βιολογικού ελαιόλαδου. Η διαδικασία παραγωγής ελαιόλαδου είναι απλή και φυσική. Οι ελιές αλέθονται την ίδια ημέρα που συλλέγονται για να έχουμε χαμηλή οξύτητα και βέλτιστη ποιότητα.



### **Διαδικασία Παραγωγής Ελαιόλαδου**

I) **Συλλογή ελαιόκαρπου:** Οι ελιές συλλέγονται στους ελαιώνες και μεταφέρονται στο ελαιοτριβείο.

II) **Παραλαβή ελαιόκαρπου υ:** Ο καρπός παραλαμβάνεται από τον υπεύθυνο του εργοστασίου, ο οποίος καταχωρεί το προϊόν στο σύστημα με έναν κωδικό αριθμό.

III) **Αποφύλλωση ελαιόκαρπου:** Ο ελαιόκαρπος πέφτει σε μια μεγάλη σκάφη μαζέματος και οδηγείται για αποφύλλωση σε κινητή τροχιά (ανεβατόριο) προς το πλυντήριο. Σε αυτό το στάδιο διοχετεύεται στον καρπό ρεύμα αέρα με αποτέλεσμα να απομακρύνονται τα φύλλα και τα κλαδάκια δια μέσου ενός ειδικού σωλήνα. Ο διαχωρισμός των φύλλων από τον καρπό στο αποφυλλωτήριο είναι πολύ σημαντικός γιατί στην περίπτωση που θα υπάρξουν φύλλα κατά την έκθλιψη του ελαιόκαρπου υ τότε προσδίδεται μια πικρή ανεπιθύμητη γεύση στο ελαιόλαδο εξαιτίας της χλωροφύλλης των φύλλων.

IV) **Πλύσιμο ελαιόκαρπου:** Οι ελιές οδηγούνται στο πλυντήριο όπου πλένονται με άφθονο πόσιμο νερό ώστε να απομακρυνθούν όλες οι τυχόν ακαθαρσίες και ξένες ύλες για να μην επιμολυνθεί το ελαιόλαδο.

V) **Σύνθλιψη ελαιόκαρπου:** Σε αυτό το στάδιο ο καρπός διοχετεύεται σε έναν ανοξείδωτο σπαστήρα ο οποίος τεμαχίζει την ελιά μαζί με τον πυρήνα και το μίγμα μετατρέπεται σε μια πάστα κομματιασμένη και όχι λιωμένη. Είναι πολύ σημαντικό το μέγεθος της ελαιοπάστας, γιατί και σε αυτό το σημείο μπορεί να αλλάξει η ποιότητα του ελαιόλαδου.

VI) **Μάλαξη ελαιόκαρπου:** Η πάστα ελιάς μεταφέρεται σε μεγάλα ανοξείδωτα δοχεία μάλαξης, τους μαλακτήρες. Οι μαλακτήρες διαθέτουν αυτόματο σύστημα ελέγχου καταγραφής των θερμοκρασιών έκθλιψης. Η θερμοκρασία της ελαιοζύμης σε καμιά περίπτωση δεν υπερβαίνει τους 27°C για να έχουμε πραγματική παραγωγή ψυχρής έκθλιψης. Η πάστα αυτή παραμένει στους μαλακτήρες για 45 min και εδώ ακριβώς δημιουργούνται τα φυσικά ένζυμα που δίνουν το άρωμα και τη γεύση του ελαιόλαδου.

VII) **Διαχωρισμός:** Στη συνέχεια η ελαιοζύμη μεταφέρεται στον διαχωριστήρα για να διαχωριστούν η σάρκα και ο πυρήνας από το λάδι. Ο διαχωρισμός τους γίνεται σε δυο φάσεις (λάδι- υγρά στερεά) εξοικονομώντας σημαντικές ποσότητες νερού αλλά και εξασφαλίζοντας υγιεινό ελαιόλαδο αφού δεν χάνονται (ξεπλένονται) οι πολύ σημαντικές πολυφαινόλες.

VIII) **Καθαρισμός ελαιόλαδου:** Αυτό είναι το τελικό στάδιο που διαχωρίζει το ελαιόλαδο από τα κατάλοιπα του αφήνοντας τον αγνό φυσικό χυμό της ελιάς. Κατόπιν μεταφέρεται σε ανοξείδωτες δεξαμενές φύλαξης μέχρις ότου να ακολουθήσει η τυποποίηση.



## ΟΞΥΤΗΤΑ ΕΛΑΙΟΛΑΔΟΥ

Ευδοκία Πατσιλινάκου, χημικός PhD

Επιστημονικός Σύμβουλος: Καθηγητής Αντώνης Καλοκαιρινός

Τμήμα Αναλυτικής Χημείας Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Το **ελαιόλαδο** είναι κυρίως μίγμα εστέρων της γλυκερίνης (1,2,3-προπανοτριόλη) με ανώτερα λιπαρά οξέα όπως ελαϊκό (μονοακόρεστο  $C_{17}H_{33}COOH$ ), στεατικό (κορεσμένο,  $C_{17}H_{35}COOH$ ) και παλμιτικό (κορεσμένο,  $C_{15}H_{31}COOH$ ). Η κύρια διαφορά του με τα υπόλοιπα έλαια είναι η υψηλή περιεκτικότητά του σε μονοακόρεστα λιπαρά οξέα. Η συγκέντρωση του ελαιόλαδου σε ελαϊκό οξύ ποικίλει μεταξύ 56% και 84% των ολικών λιπαρών οξέων.

Η **«οξύτητα ελαιόλαδου»** αποτελεί βασικό παράγοντα ποιότητας του ελαιολάδου.

**Η οξύτητα του ελαιόλαδου εκφράζεται ως ο αριθμός των γραμμαρίων ελεύθερων λιπαρών οξέων εκφρασμένα ως ελαϊκό οξύ σε 100g ελαιόλαδου.**

Η παρουσία ελευθέρων λιπαρών οξέων στο ελαιόλαδο μειώνει την ποιότητά του. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα σχηματίζονται με αντιδράσεις λιπόλυσης, δηλαδή αντιδράσεις οι οποίες λαμβάνουν χώρα σε λιπαρό περιβάλλον και οι οποίες ευνοούνται από την παρουσία νερού.

Η οξύτητα του ελαιόλαδου υπολογίζεται με τη μέθοδο της **τιτλοδότησης (ογκομέτρησης)**.

**Χημικές ουσίες, υλικά και σκεύη:** 2-3 κωνικές φιάλες των 250 mL, 2 ποτήρια ζέσης των 200 mL, διάλυμα απόλυτης αλκοόλης 95°, διάλυμα δείκτη φαινολοφθαλεΐνης, ελαιόλαδο, 1 προχοΐδα με τα στηρίγματά της, μαγνητικός αναδευτήρας, χαρτί κουζίνας.

### **Συνοπτική περιγραφή:**

Συγκεκριμένη ποσότητα **ελαιόλαδου** (10g ή 11mL) μεταφέρονται σε μικρή κωνική φιάλη. Προστίθεται περίπου ίσος όγκος αλκοόλης ή οινόπνευματος και 2-3 σταγόνες διαλύματος δείκτη φαινολοφθαλεΐνης. Η φαινολοφθαλεΐνη είναι δείκτης που γίνεται ροζ όταν το διάλυμα αποκτήσει  $pH=9$ , στους 25°C. Στην προχοΐδα μεταφέρεται διάλυμα NaOH ή KOH συγκέντρωσης 0,375 M και εκτελείται η ογκομέτρηση με έντονη ανάδευση μέχρι το χρώμα του διαλύματος να γίνει ροζ. Αν χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα NaOH 0,357M, τότε κάθε 1mL διαλύματος NaOH που καταναλώνεται για το τελικό σημείο της ογκομέτρησης, αντιστοιχεί σε οξύτητα ελαιόλαδου ενός βαθμού.

### **Κατηγορίες ελαιόλαδου ως προς την οξύτητα**

- Εξαιρετικό παρθένο: οξύτητα μικρότερη από 0,8%
- Εκλεκτό παρθένο: οξύτητα μικρότερη από 1,5%
- Παρθένο ελαιόλαδο: οξύτητα μικρότερη από 2,0%

Γενικά ελαιόλαδο με οξύτητα μικρότερη από 2% χαρακτηρίζεται ως **βρώσιμο**. Υπάρχουν και άλλα κριτήρια ποιότητας ελαιόλαδου, αλλά η μέτρηση της οξύτητας είναι η πιο απλή και μπορεί να γίνει στο ελαιουργείο ή στο ελαιοτριβείο αμέσως μόλις παραχθεί το προϊόν.



Στην κωνική φιάλη: ελαιόλαδο και αλκοόλη με 2-3 σταγόνες διαλύματος φαινολοφθαλεΐνης  
Στην προχοΐδα: πρότυπο διάλυμα NaOH



Στο τελικό σημείο της τιτλοδότησης, το διάλυμα στην κωνική χρωματίζεται φούξια.

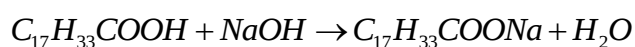


**Επαγγελματική συσκευή για τη μέτρηση της οξύτητας του ελαιόλαδου.**

## Πειραματική διαδικασία:

### Α. Στο χημικό εργαστήριο

Ζυγίζουμε  $m = 10\text{g}$  ελαιόλαδου μέσα σε κωνική φιάλη. Προσθέτουμε 25 mL αιθανόλης, 25 mL αιθέρα, και σταγόνες φαινολφθαλεΐνης. Αναδεύουμε καλά για να διαλυθεί το ελαιόλαδο. Τίτλοδοτούμε το διάλυμα ελαιόλαδου με πρότυπο διάλυμα NaOH με μοριακή κατ' όγκο συγκέντρωση  $C$  (0,1M). Στο τελικό σημείο το διάλυμα χρωματίζεται ρόδινο. Αν καταναλώθηκαν  $V$  mL από το πρότυπο διάλυμα NaOH, τότε η οξύτητα του ελαιόλαδου σε ελαϊκό οξύ υπολογίζεται ως εξής:



$$n_{\text{ελαϊκού οξέος}} = n_{NaOH}$$

$$M_{r(\text{ελαϊκού οξέος})} = 282$$

$$m_{\text{ελαϊκού οξέος}} = n_{\text{ελαϊκού οξέος}} \cdot M_{r(\text{ελαϊκού οξέος})} = n_{NaOH} \cdot 282 = C \cdot V \cdot 282$$

$$m_{\text{ελαϊκού οξέος}} = 0,375 \cdot 282 \cdot V,$$

όπου  $V$  είναι ο όγκος του διαλύματος NaOH που καταναλώθηκε

$$M_r(\text{ελαϊκού οξέος}) = 282$$

$$m_{\text{ελαϊκού}} = C \cdot V \cdot 10^{-3} \cdot 282 = 0,282 \cdot C \cdot V \text{ g}$$

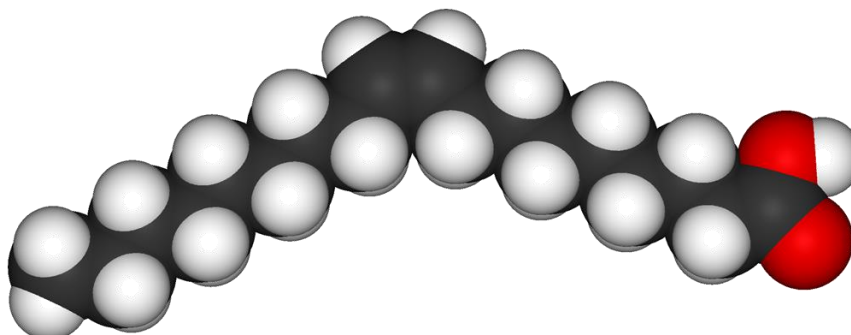
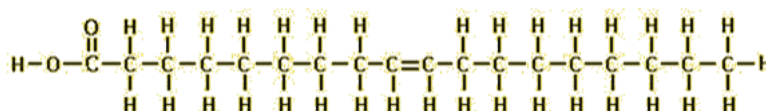
$$\text{οξύτητα}\% = \frac{0,282 \cdot C \cdot V}{m_{\text{ελαιολάδου}}} \cdot 100 = \frac{28,2 \cdot C \cdot V}{m_{\text{ελαιολάδου}}} (\text{g ελαϊκού οξέος} / 100\text{g ελαιολάδου})$$

## Β. Στα ελαιοτριβεία και το εμπόριο

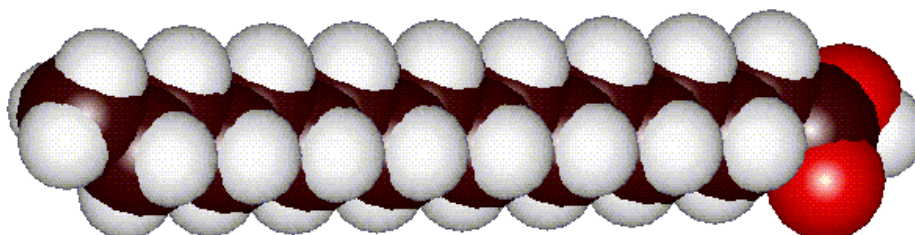
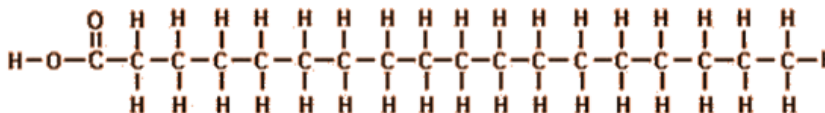
Στα ελαιοτριβεία και στο εμπόριο χρησιμοποιούνται:

- Ειδική μεζούρα για τη μέτρηση όγκου 11mL που αντιστοιχούν σε 10g δείγματος
- $(11\text{mL} \times 0,916 \text{ g/mL} = 10 \text{ g})$ .
- Ως διαλύτης συνήθως μόνο αιθανόλη.
- Έτοιμο τυποποιημένο διάλυμα NaOH 0,357 M. (Η συγκέντρωση NaOH είναι τέτοια που για κάθε mL που χρησιμοποιείται, για 10g δείγματος λαδιού, να αντιστοιχεί οξύτητα ενός βαθμού. Αυτό υπολογίζεται από την (1) με  $x = 1\%$  ,  $V = 1 \text{ mL}$  ,  $m = 10 \text{ g}$  και προκύπτει για το διάλυμα NaOH συγκέντρωση 0,357 M).

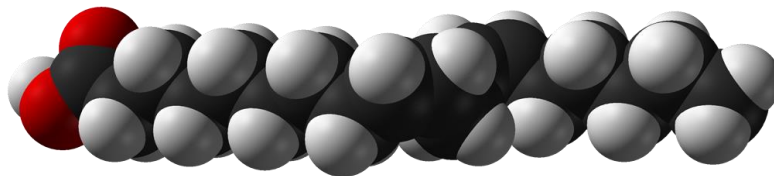
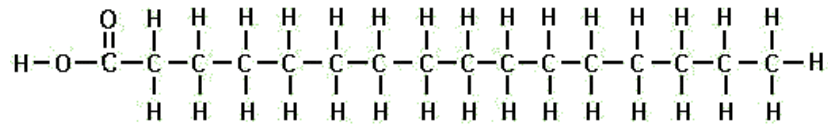
### Μόριο ελαϊκού οξέος ( $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ )



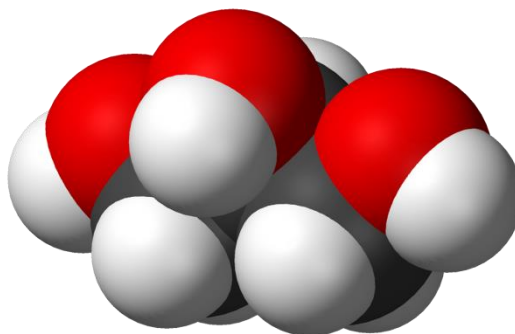
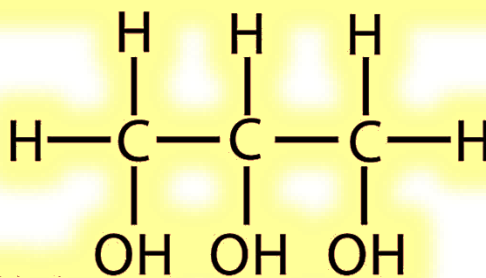
### Μόριο στεατικού οξέος ( $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$ ) ( $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$ )



**Μόριο παλμιτικού οξέος ( $C_{15}H_{31}COOH$ )**



**Μόριο 1, 2, 3 προπανοτριόλης (γλυκερίνης)  $C_3H_5(OH)_3$**



## Ποιότητες ελαιόλαδου

- 1. Εξαιρετικό παρθένο ελαιόλαδο:** είναι παρθένο ελαιόλαδο, δηλ. ελαιόλαδο που έχει παραχθεί μόνο με φυσικές και μηχανικές διαδικασίες, με τέλειο άρωμα και γεύση, με ελεύθερη οξύτητα όχι μεγαλύτερη από 0,8% και με άλλα χαρακτηριστικά σύμφωνα με αυτά που προβλέπονται στον Κανονισμό 2568/91 της Κοινότητας.
- 2. Παρθένο ελαιόλαδο:** είναι παρθένο ελαιόλαδο, δηλ. ελαιόλαδο που έχει παραχθεί μόνο με φυσικές και μηχανικές διαδικασίες, με καλά οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, με ελεύθερη οξύτητα όχι μεγαλύτερη από 2,0% και με άλλα χαρακτηριστικά σύμφωνα με αυτά που προβλέπονται στον Κανονισμό 2568/91 της Κοινότητας.
- 3. Ελαιόλαδο:** είναι το μείγμα εξευγενισμένου ελαιόλαδου και βρώσιμου παρθένου ελαιόλαδου με οξύτητα όχι μεγαλύτερη από 1,5%. Το εξευγενισμένο ελαιόλαδο παραλαμβάνεται με εξευγενισμό (εξουδετέρωση, απόσμηση, αποχρωματισμό) του μειονεκτικού παρθένου ελαιόλαδου.
- 4. Πυρηνέλαιο:** είναι το μείγμα εξευγενισμένου πυρηνέλαιου και βρώσιμου παρθένου ελαιόλαδου με οξύτητα όχι μεγαλύτερη από 1,5%. Το εξευγενισμένο πυρηνέλαιο παραλαμβάνεται με εξευγενισμό του ακατέργαστου πυρηνέλαιου.



## ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΤΩΝ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ ΤΩΝ ΧΛΩΡΟΠΛΑΣΤΩΝ ΤΩΝ ΦΥΤΙΚΩΝ ΚΥΤΤΑΡΩΝ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥ ΦΑΣΗΣ

Οι βασικές χρωστικές που περιέχονται στους χλωροπλάστες είναι οι χλωροφύλλες α, β (πράσινο χρώμα), τα καροτένια (πορτοκαλί χρώμα), οι ξανθοφύλλες (κίτρινου χρώματος) και οι φαιοφυτίνες (γκρι - καφέ χρώμα). Κάθε χρωστική ουσία απορροφά και εκπέμπει σε συγκεκριμένα μήκη κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, οπότε από το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που απορροφά ή εκπέμπει, μπορούμε να γίνει ταυτοποίηση της ουσίας αυτής. Οι χρωστικές αυτές είναι διαλυτές σε οργανικούς διαλύτες και αδιάλυτες στο νερό. Οι μέθοδοι εκχύλισης, και οι μέθοδοι διαχωρισμού τους βασίζονται στη διαλυτότητά τους σε ορισμένους διαλύτες. Η χλωροφύλλη μπορεί πολύ εύκολα να απομονωθεί από τα πράσινα φύλλα οποιουδήποτε φυτού αλλά είναι χρήσιμο να διαλέξουμε φυτά με σκουρόχρωμα φύλλα, όπως το σπανάκι. Το σπανάκι περιέχει χλωροφύλλη, καροτένια και ξανθοφύλλες. Και οι τρεις αυτές χρωστικές διαλύονται στην αιθανόλη (οινόπνευμα), σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ενώ η χλωροφύλλη διαλύεται και στη βενζίνη.

### Σκεύη και υλικά που χρειάζονται για το πείραμα

1. Λίγα χυμώδη πράσινα φύλλα (π.χ. σπανακιού)
2. Οινόπνευμα 95%
3. Βενζίνη
4. Ογκομετρικό κύλινδρο
5. Δοκιμαστικούς σωλήνες με πώμα
6. Ιγδίων πορσελάνης ή μαρμάρينو
7. Χωνί γυάλινο, που να εφαρμόζεται στους σωλήνες
8. Διηθητικό χαρτί



## Περιγραφή πειράματος

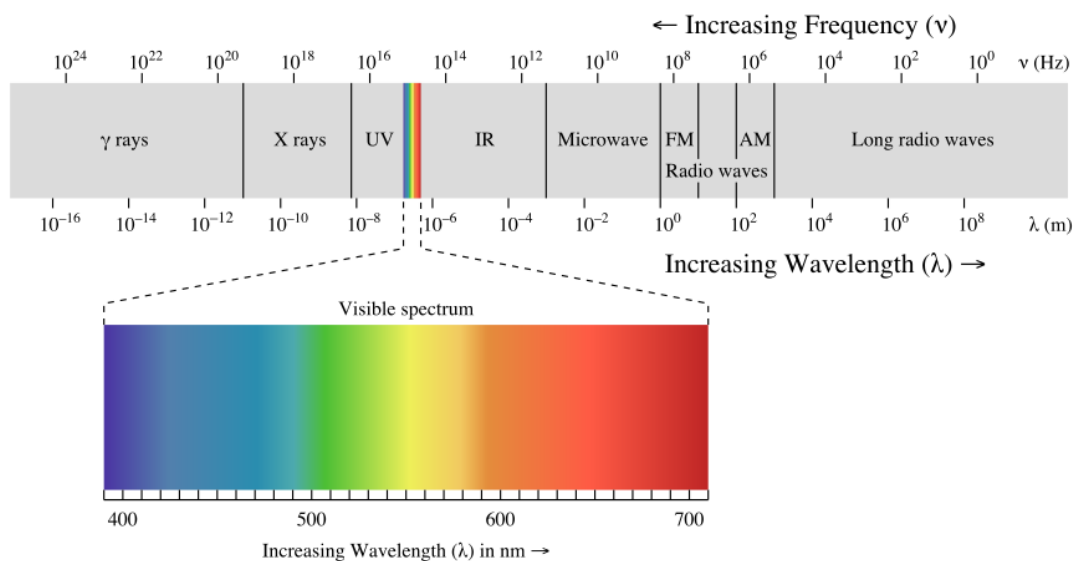
1. Κόβουμε τα φύλλα σε μικρά κομμάτια και τα τρίβουμε μέσα στο γουδί.
2. Προσθέτουμε λίγο οινόπνευμα και επεξεργαζόμαστε το υλικό με το ιγδίον, έως ότου πολτοποιηθεί.
3. Προσθέτουμε ακόμη λίγη ποσότητα οينوπνεύματος και φιλτράρουμε το υγρό, διαχωρίζοντάς το από το στερεό το υλικό, χρησιμοποιώντας, δοκιμαστικό σωλήνα, χωνί και διηθητικό χαρτί.
4. Στον δοκιμαστικό σωλήνα υπάρχει ένα πράσινο σκουρόχρωμο υγρό (επικρατεί το χρώμα της χλωροφύλλης).
5. Για την απομόνωση της χλωροφύλλης, θα χρησιμοποιήσουμε βενζίνη, που είναι αδιάλυτη στην αιθανόλη. Η χλωροφύλλη όμως διαλύεται στη βενζίνη.
6. Προσθέτουμε ποσότητα βενζίνης μέσα στον δοκιμαστικό σωλήνα με το υγρό, με αναλογία όγκου οينوπνεύματος - βενζίνης περίπου 3:1.
7. Καλύπτουμε τον σωλήνα με πώμα και τον ανακινούμε έντονα.
8. Αφήνουμε τον σωλήνα σε στήριγμα σε όρθια θέση.
9. Παρατηρούμε ότι μετά από λίγη ώρα σχηματίζονται δύο υγρές στιβάδες.
10. Η κάτω στιβάδα είναι του οينوπνεύματος, που περιέχει τις κίτρινες ξανθοφύλλες και η άνω στιβάδα της βενζίνης που περιέχει την πράσινη χλωροφύλλη.
11. Διαχωρίζουμε προσεκτικά τις δυο στιβάδες και αποθηκεύουμε τα υγρά σε φιαλίδια.



## Φθορισμομετρική ανάλυση ελαιολάδου

### Περίληψη

Σε αυτό το πείραμα χρησιμοποιούνται δύο LASER, το ένα εκπέμπει φως στα 532 nm (πράσινη ακτινοβολία) και το άλλο εκπέμπει φως στα 405 nm (ιώδης ακτινοβολία). Όταν η πράσινη ή η ιώδης ακτινοβολία επιδρά σε δείγματα βρώσιμων ελαίων, προκαλεί φθορισμό σε διάφορα μήκη κύματος ανάλογα με τη σύσταση του ελαίου. Το extra παρθένο ελαιόλαδο περιέχει τις χρωστικές ουσίες α-χλωροφύλλη και b-χλωροφύλλη, που απορροφούν το πράσινο φως και φθορίζουν εκπέμποντας κόκκινο φως (στα 650-700 nm). Σε αυτές τις χρωστικές ουσίες οφείλεται το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα του ελαιολάδου. Με τις διάφορες επεξεργασίες (π.χ. θερμική επεξεργασία) ή με την επίδραση ορατού φωτός (π.χ. όταν το ελαιόλαδο αποθηκεύεται σε διαφανείς φιάλες) η χλωροφύλλη καταστρέφεται με αποτέλεσμα το αντίστοιχο δείγμα να μη φθορίζει στο κόκκινο, αλλά σε άλλα μήκη κύματος. Με τη μέθοδο αυτή διαπιστώνεται άμεσα και εύκολα η ποιότητα του ελαιολάδου. Εκτός από την ανίχνευση της χλωροφύλλης στο extra παρθένο ελαιόλαδο, ανιχνεύσαμε τη χρωστική αυτή και σε δείγμα που πήραμε με απομόνωση χλωροφύλλης από φύλλα σπανακιού.



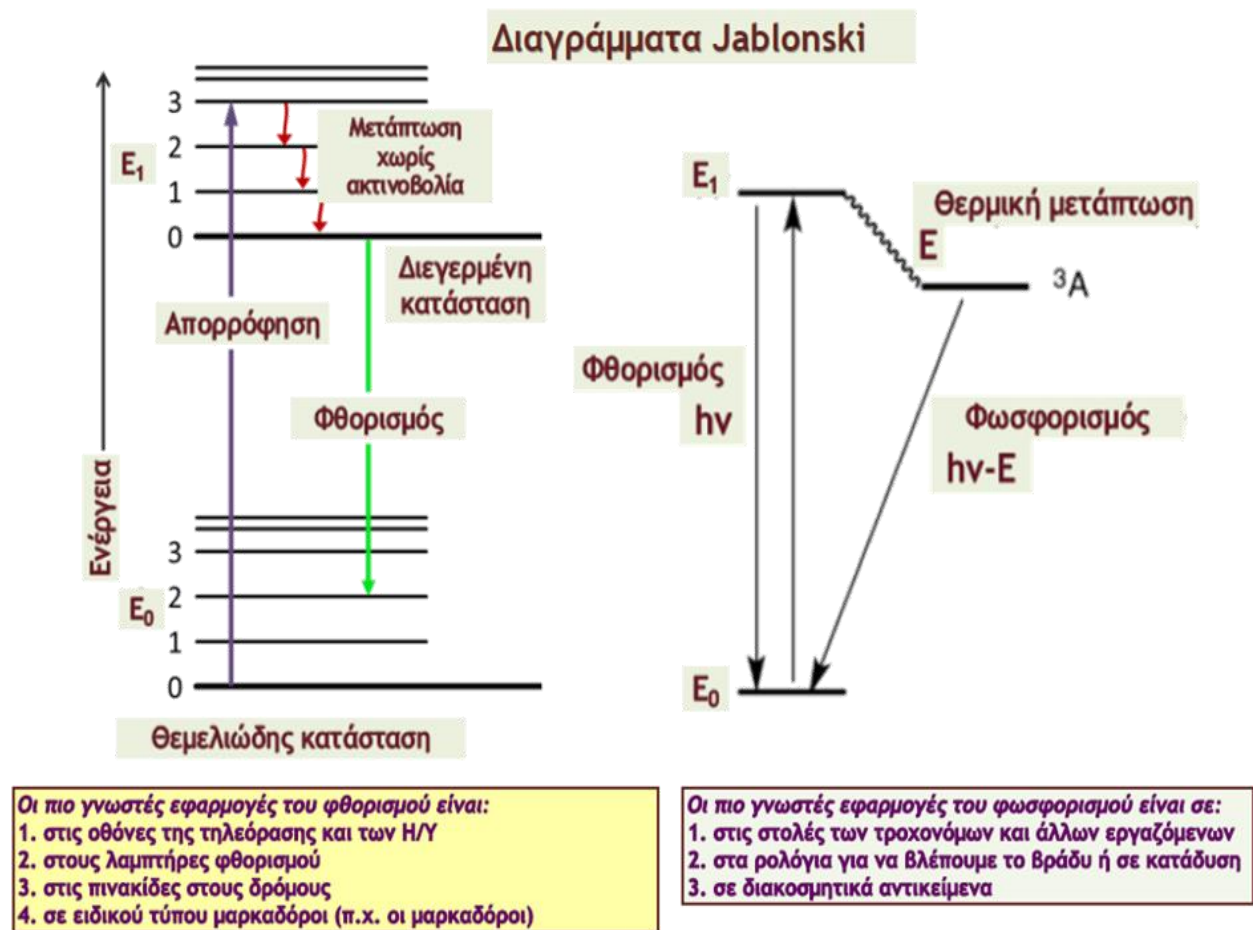
### Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

[https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory\\_Chemistry/Map%3A\\_Introductory\\_Chemistry\\_\(Tro\)/09%3A\\_Electrons\\_in\\_Atoms\\_and\\_the\\_Periodic\\_Table/9.3%3A\\_The\\_Electromagnetic\\_Spectrum](https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/Map%3A_Introductory_Chemistry_(Tro)/09%3A_Electrons_in_Atoms_and_the_Periodic_Table/9.3%3A_The_Electromagnetic_Spectrum)

## Εισαγωγή - Θεωρητική θεμελίωση

Οι μεταπτώσεις ηλεκτρονίων από μία ενεργειακή κατάσταση σε μια άλλη, συνεπάγονται:

α) απορρόφηση φωτονίου, αν η μετάβαση συμβαίνει από χαμηλότερη σε υψηλότερη ενεργειακή στάθμη και β) εκπομπή φωτονίου, στην αντίστροφη περίπτωση. Ο φθορισμός και ο φωσφορισμός βασίζονται στην ίδια αρχή. Κατά τον φθορισμό και τον φωσφορισμό ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην περιοχή του υπεριώδους (μη ορατή) μετατρέπεται σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία στην περιοχή του ορατού φωτός.



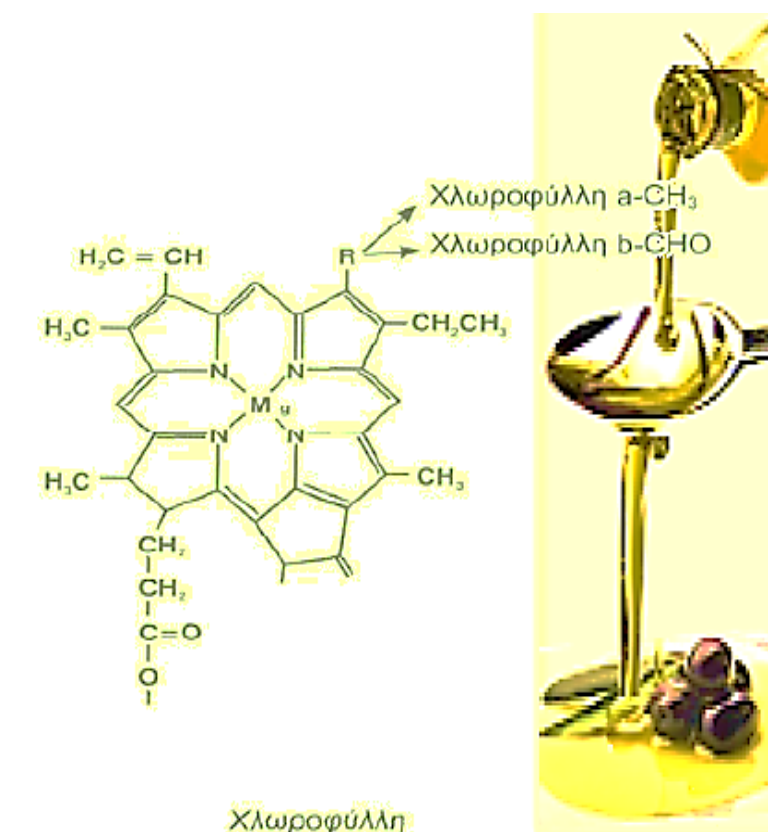
Η διαδικασία γίνεται σε δύο βήματα: 1) Τα άτομα του στοιχείου ή της χημικής ένωσης απορροφούν ενέργεια (με τη μορφή ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας δηλαδή φωτονίων) και διεγείρονται, δηλαδή ηλεκτρόνια φεύγουν από κάποια εσωτερική ηλεκτρονιακή στιβάδα και μεταβαίνουν σε κάποια άλλη στιβάδα με μεγαλύτερη ενέργεια. 2) Όταν τα ηλεκτρόνια επιστρέφουν στην αρχική τους ηλεκτρονιακή κατάσταση, αποβάλλουν ένα φωτόνιο στην περιοχή του ορατού φωτός. Η διαφορά μεταξύ φθορισμού και φωσφορισμού είναι στον χρόνο που μεσολαβεί μεταξύ διέγερσης και αποδιέγερσης. Αν ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στη διέγερση και την αποδιέγερση είναι πολύ μικρός, δηλαδή λιγότερος από το  $1/100.000$  του δευτερολέπτου, τότε συμβαίνει φθορισμός. Αν ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στη διέγερση

και την αποδιέγερση είναι μεγαλύτερος, τότε συμβαίνει φωσφορισμός. Οι φθορίζουσες ουσίες ακτινοβολούν όταν υπάρχει αλληλεπίδραση με τη διεγείρουσα ακτινοβολία, ενώ οι φωσφορίζουσες ουσίες εξακολουθούν να ακτινοβολούν και μετά την απομάκρυνση της διεγείρουσας ακτινοβολίας.

## Περιγραφή εργασίας

Σε αυτό το πείραμα χρησιμοποιούνται δύο LASER, το ένα εκπέμπει φως στα 532 nm (πράσινη ακτινοβολία) και το άλλο εκπέμπει φως στα 405 nm (ιώδης ακτινοβολία). Όταν η πράσινη ή η ιώδης ακτινοβολία επιδρά σε δείγματα βρώσιμων ελαίων, προκαλεί φθορισμό σε διάφορα μήκη κύματος ανάλογα με τη σύσταση του ελαίου. Το extra παρθένο ελαιόλαδο περιέχει τις χρωστικές ουσίες α-χλωροφύλλη και β-χλωροφύλλη, που απορροφούν το πράσινο φως και φθορίζουν εκπέμποντας κόκκινο φως (στα 650-700 nm). Σε αυτές τις χρωστικές ουσίες οφείλεται το χαρακτηριστικό πράσινο χρώμα του ελαιολάδου.

Με τις διάφορες επεξεργασίες (π.χ. θερμική επεξεργασία) ή με την επίδραση ορατού φωτός (π.χ. όταν το ελαιόλαδο αποθηκεύεται σε διαφανείς φιάλες) η χλωροφύλλη καταστρέφεται με αποτέλεσμα το αντίστοιχο δείγμα να μη φθορίζει στο κόκκινο, αλλά σε άλλα μήκη κύματος. Με τη μέθοδο αυτή διαπιστώνεται άμεσα και εύκολα η ποιότητα του ελαιολάδου. Εκτός από την ανίχνευση της χλωροφύλλης στο extra παρθένο ελαιόλαδο, ανιχνεύσαμε τη χρωστική αυτή και σε δείγμα που πήραμε με απομόνωση χλωροφύλλης από φύλλα σπανακιού.

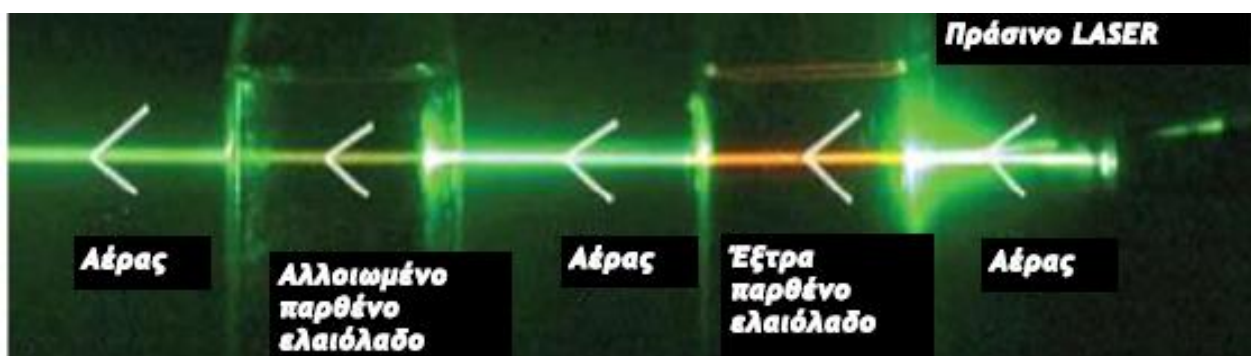




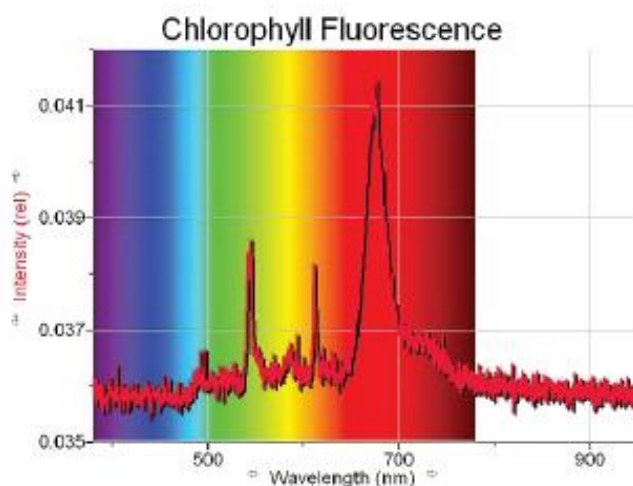
**Εικόνα 1:** Έξτρα παρθένο ελαιόλαδο, φθορισμομετρική ανάλυση.



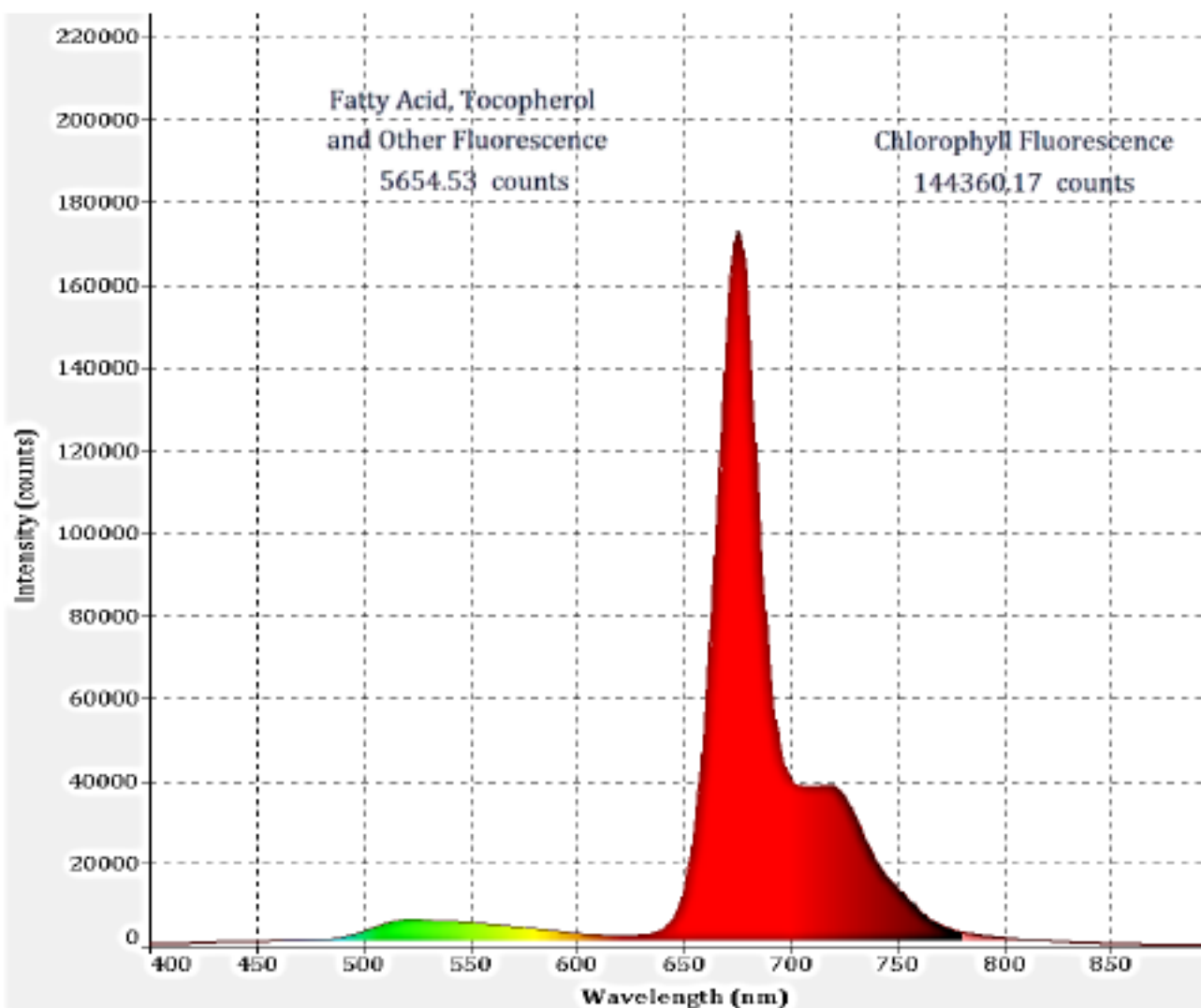
**Εικόνα 2:** Απομόνωση χλωροφύλλης από φύλλα σπανακιού και φθορισμός της χλωροφύλλης.



**Εικόνα 3:** Φθορισμομετρική ανάλυση διαφόρων ειδών ελαίων  
<https://aapt.scitacion.org/doi/10.1119/1.4745700>

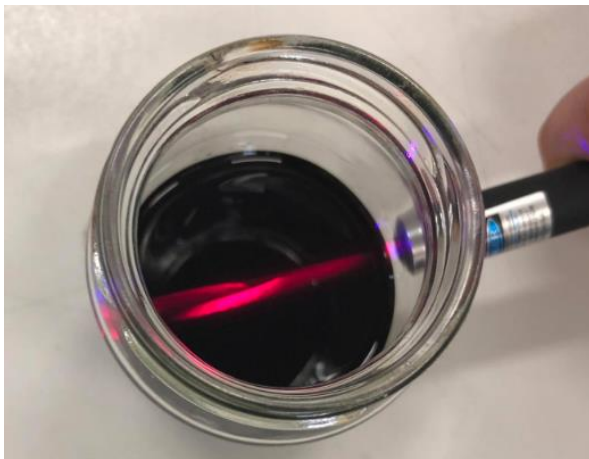


<https://oceanoptics.com/edible-oils/>

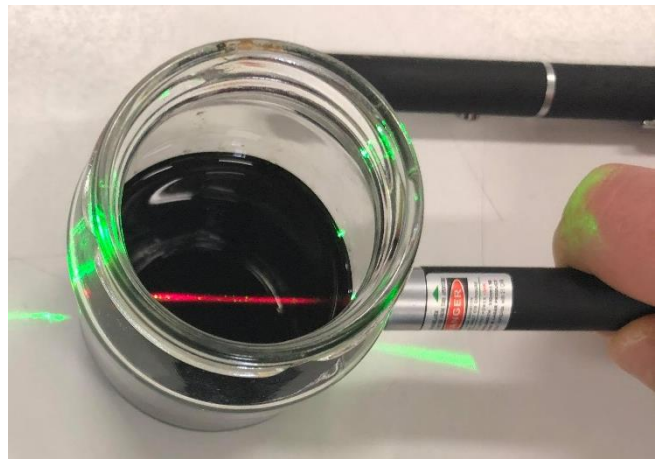


Στο διάγραμμα απεικονίζεται η σχετική ένταση φθορισμού σε δείγματα εδώδιμων ελαίων, που ποικίλει ανά συνιστώσα χρωστική ουσία στα έλαια. Ο φθορισμός της χλωροφύλλης είναι στην περιοχή από 650-730 nm.

<https://oceanoptics.com/edible-oils/>



**Εικόνα 4:** Απομόνωση χλωροφύλλης από φύλλα σπανακιού και φθορισμός της χλωροφύλλης, με επίδραση ιώδους ακτινοβολίας LASER



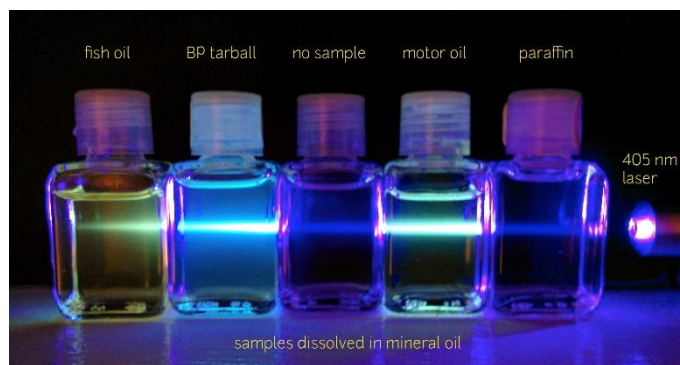
**Εικόνα 5:** Απομόνωση χλωροφύλλης από φύλλα σπανακιού και φθορισμός της χλωροφύλλης, με επίδραση πράσινης ακτινοβολίας LASER



**Εικόνα 6:** Έξτρα παρθένο ελαιόλαδο, φθορισμομετρική ανάλυση.



<https://sites.google.com/site/stcthingstotry/classroom-news/cbst/fluorescence>



(<https://publiclab.org/wiki/revisions/oil-testing-kit/19709>)

**Εικόνα 7:** Φθορισμομετρική ανάλυση διαφόρων ελαίων

## **2<sup>ο</sup> μέρος εκπαιδευτικού προγράμματος:**

### **«Ορυκτά και Απολιθώματα - η Χημεία και η Ιστορία τους»**

#### ***Μουσείο Κωτσιομύτη Φυσικής Ιστορίας***

Το Μουσείο Κωτσιομύτη Φυσικής Ιστορίας βρίσκεται στον Δήμο Ασκληπιείου του Νομού Αργολίδας στη πόλη του Λυγουριού που αποτελεί και το βασικό οικιστικό συγκρότημα αυτού του Δήμου σε απόσταση (5 χλμ.) από το Αρχαίο θέατρο της Επιδαύρου, το οποίο αποτελεί ένα από τα κορυφαία μνημεία του παγκόσμιου πολιτισμού.

Μέσα σε αυτό το πολιτισμικό περιβάλλον, που αποτυπώνει και αποθησαυρίζει κορυφαία σημεία της ανθρώπινης περιπέτειας στο χρόνο, υπάρχει και λειτουργεί το Μουσείο Κωτσιομύτη Φυσικής Ιστορίας, το οποίο από τη δική του σκοπιά επιχειρεί να μνημειώσει τη φυσική εξέλιξη όχι μόνο της περιοχής αναφοράς του, αλλά του ευρύτερου γήινου χώρου. Αξιοποιώντας τα πλούσια παλαιοντολογικά ευρήματα της περιοχής, φιλοδοξεί να αποτελέσει έναν χώρο/επίκεντρο της οργανωμένης παρουσίασης και μελέτης της ευρύτερης γήινης φυσικής ιστορίας.

#### ***Η σύσταση του Μουσείου***

Το Μουσείο Κωτσιομύτη Φυσικής Ιστορίας, αποτελεί το δημιουργικό επιστέγασμα της ακούραστης προσπάθειας των ιδρυτών του, που έχοντας διαπιστώσει όλο το φυσικό πλούτο της περιοχής τους και έχοντας ταυτόχρονα αξιοποιήσει τον πλούτο αυτό σαν ερέθισμα για τη συστηματική ενασχόλησή τους με τη πορεία της φυσικής εξέλιξης, αποφάσισαν να προσδώσουν στο ενδιαφέρον τους ένα μονιμότερο χαρακτήρα. Όστε σήμερα να διαθέτει την πληρέστερη θεματική συλλογή στην Ελλάδα. Για τους ιδρυτές του είναι έργο ζωής.

Τα 6000 περίπου εκθέματά του έχουν σχέση κυρίως με ορυκτά και απολιθώματα. Η συλλογή του θεωρείται μοναδική για ολόκληρη την Ελλάδα και μία από τις πιο πλούσιες της Ευρώπης. Μερικά από τα εκθέματά του είναι μοναδικά σε ολόκληρο τον κόσμο. Ιδρύθηκε από τους Βασίλειο Ν. Κωτσιομύτη και Αναστασία Σαρρή-Κωτσιομύτη, το 1993. Λειτουργήσε πρώτη φορά τον Ιούνιο του 1995 με την επωνυμία «Μουσείο Φυσικής ιστορίας Ασκληπιείου Επιδαύρου». Μετονομάστηκε το 2006 σε «ΜΟΥΣΕΙΟ ΚΩΤΣΙΟΜΥΤΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ». Με την εγκατάστασή του σε νέο κτήριο (που παραχωρήθηκε από το Δήμο Ασκληπιείου) και με την ανάλογη διευθέτηση του χώρου, έχει τη δυνατότητα να προβάλλει περισσότερα εκθέματα κι επιπλέον συλλογές και διαθέτει όλη την απαραίτητη υποδομή και τα τεχνικά μέσα φύλαξης συντήρησης και ανάδειξης των εκθεμάτων του. Λειτουργεί με τη συνεργασία ειδικών επιστημόνων του Πανεπιστημίου Αθηνών, του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου, του Ινστιτούτου Γεωλογικών και Μεταλλευτικών Ερευνών (Ι.Γ.Μ.Ε.) και άλλων επιστημονικών φορέων. Το Υπουργείο Παιδείας στο διάστημα της μέχρι σήμερα λειτουργίας του Μουσείου, έχει προτείνει μέσω εγκυκλίων προς τα σχολεία της χώρας την επίσκεψη σε αυτό, αναγνωρίζοντας τη μοναδικότητα, την πληρότητα, την εγκυρότητα και την εκπαιδευτική του αξία.

#### ***Τα εκθέματα και η λειτουργία του Μουσείου***

Στο Μουσείο ο κάθε επισκέπτης του έχει τη δυνατότητα να περιέλθει και να μελετήσει πίνακες που απεικονίζουν και αποδίδουν εύληπτα τη θεωρία της εξέλιξης της ζωής πάνω στη Γη, από 570.000.000 χρόνια πριν μέχρι σήμερα, τον σχηματισμό του ανάγλυφου της Ελληνικής Γης από τα 210.000.000 περίπου χρόνια και τη γεωμορφολογική του εξέλιξη μέχρι σήμερα, τον πίνακα που απεικονίζει παραστατικά τα ζώα που κατοίκησαν στον Ελλαδικό χώρο κατά το παρελθόν και την κατανομή ξηράς και θάλασσας στη Γη, από 600.000.000 χρόνια πριν μέχρι σήμερα. Επιπλέον εκτίθενται μια σειρά πινάκων με εκπαιδευτική και ενημερωτική ύλη που κατατοπίζουν τον επισκέπτη στις διάφορες πτυχές της φυσικής εξέλιξης, όπως και μια ολοκληρωμένη σειρά posters, με αναλυτική απεικόνιση των σημερινών ειδών ζωής στη Γη. Στις προθήκες των απολιθωμάτων του Μουσείου, εκτίθενται εκτός από την τεράστια συλλογή αμμωνιτών της Επιδαύρου (τριαδικής περιόδου, φάσεων: Κάρνιο 235.000.000, Λαδίνιο 239.000.000 και Ανίσιο, 241.000.000 χρόνια πριν) και αμμωνίτες από άλλα μέρη του κόσμου, όπως Μαρόκο, Μαδαγασκάρη, Γαλλία, κ.λπ. Τα απολιθώματα αυτά που διακρίνονταν σε 2.000 γένη και

15.000- 20.000 είδη, εξαφανίστηκαν πριν από 65.000.000 χρόνια και τα συναντάμε μόνο σε απολιθώματα. Στο Μουσείο πέραν των προαναφερθέντων εκθεμάτων, εκτίθενται επίσης συμπλέγματα Ιππουριτών από τη Χαιρώνεια και Ραδιολιτών από τη Λάριμνα, διασωσμένοι με το μητρικό τους πέτρωμα, που χρονολογούνται στα 90.000.000 χρόνια. Τα θαλάσσια αυτά ζώα εξαφανίστηκαν πριν από 65.000.000 χρόνια. Ακόμη, εκτίθενται στρείδια μεγάλου μεγέθους με προέλευση από τη Μεθώνη και τα Κύθηρα, που χρονολογούνται στα 5.000.000 χρόνια, καθώς και οι αχινοί από τα Κύθηρα, των οποίων η μορφή είναι διαφορετική από αυτή των αχινών που συναντάμε σήμερα. Άλλα εκθέματα του Μουσείου είναι απολιθωμένα ψάρια, κοράλλια, καθώς και άλλα είδη ανάμεσα στα οποία εντυπωσιακό είναι ένα απολίθωμα με την ψευδομορφή δύο πουλιών. Επίσης, εντυπωσιακά είναι και τα εκθέματα από απολιθωμένα μέρη κορμών δέντρων (Σεκόγια) ηλικίας 7.000.000 έως 9.000.000 χρόνων. Ο μεγαλύτερος από αυτούς κορμούς έχει φυσιολογικό μέγεθος και ενώ στην φυσική του κατάσταση το βάρος του δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 100 κιλά, στην απολιθωματική του κατάσταση είναι πάνω από 800 κιλά. Τα απολιθώματα κορμών δέντρων προέρχονται από τον Ελλαδικό χώρο και κυρίως από την Βόρεια Εύβοια. Εκτός όμως από τα απολιθώματα, στις προθήκες του Μουσείου σε ειδικά διευθετημένο χώρο, εκτίθενται και ορυκτά. Συγκεκριμένα, στην πραγματικά πλούσια συλλογή του Μουσείου, συγκαταλέγεται μια μεγάλη γκάμα πετρωμάτων, μεταξύ των οποίων είναι μεγαλοκρυσταλλικοί γύψοι, αζουρίτες, σιδηροπυρίτες, αμέθυστοι, χαλαζίες, ανκερίτες, αραγωνίτες, ασβεστίτες, λεπτοκρυσταλλικοί μαλαχίτες, κονυχαλκίτες, αουριοχαλκίτες, γαληνίτες, φθορίτες, λεμονίτες, μαγγάνια, αιματίτες, κλπ. Όλα αυτά τα πετρώματα συγκροτούν μια από τις πλέον σπάνιες συλλογές ορυκτών εκθεμάτων και προσφέρονται για να μπορέσει ο επισκέπτης του Μουσείου να λάβει μια περιεκτική εικόνα του άφατου πλούτου της φυσικής εξέλιξης. Επίσης εκτίθενται, πέτρινα εργαλεία και πετρολογικό υλικό, εργαλεία εξόρυξης, έντομα και πεταλούδες και όστρακα.



## ΑΜΜΩΝΙΤΕΣ:

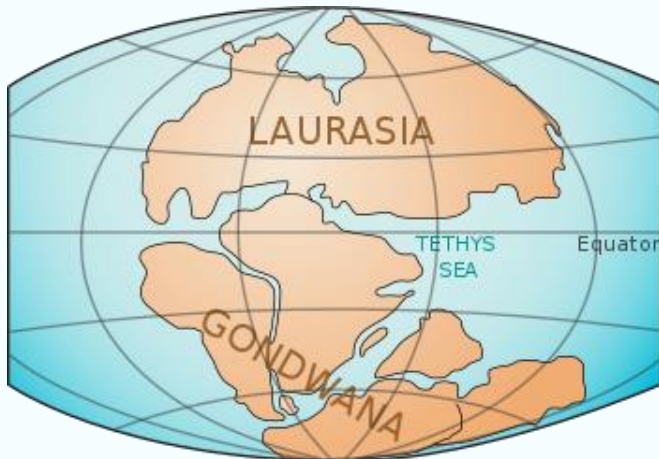
### Από τη θάλασσα της Τηθύος στα βουνά της Αργολίδος

*Καθηγήτρια Γεωχημείας Αριάδνη Αργυράκη*

*Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος*

*Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών*

Η θάλασσα της Τηθύος υπήρξε μια μεγάλη κεντρική θάλασσα, η οποία από το παλαιοζωικό μέχρι και το τριτογενές (500 έως 50 εκατομμύρια χρόνια πριν) εκτεινόταν ανάμεσα στην Ευρασιατική ήπειρο και την Αφρικανική (Γκοντβάνα). Ονομάστηκε έτσι χάρη στην αρχαία ελληνική θεότητα των ωκεανών, Τηθύς. Σημερινό υπόλειμμα της Τηθύος είναι η Μεσόγειος και η Ερυθρά Θάλασσα με τεράστια γεωλογική αξία. Κομμάτια του θαλάσσιου πυθμένα της Τηθύος αναδύθηκαν λόγω της κίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών της Γης και φαίνονται σήμερα στην ξηρά. Πολλοί οργανισμοί που ζούσαν στη θάλασσα της Τηθύος εκατομμύρια χρόνια πριν εμφανίζονται σήμερα απολιθωμένοι στα βουνά της Ελλάδας. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι οι απολιθωμένοι αμμωνίτες της Επιδαύρου. Στην εικόνα φαίνεται η θάλασσα της Τηθύος όπου κολυμπούσαν οι αμμωνίτες 200 εκατομμύρια χρόνια πριν.



TRIASSIC  
200 million years ago

Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνονται αμμωνίτες Επιδαύρου, που εκτίθενται στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κωτσιομύτη.



### 3<sup>ο</sup> μέρος εκπαιδευτικού προγράμματος:

#### «Η ιστορία και η χημεία του κομπολογιού»

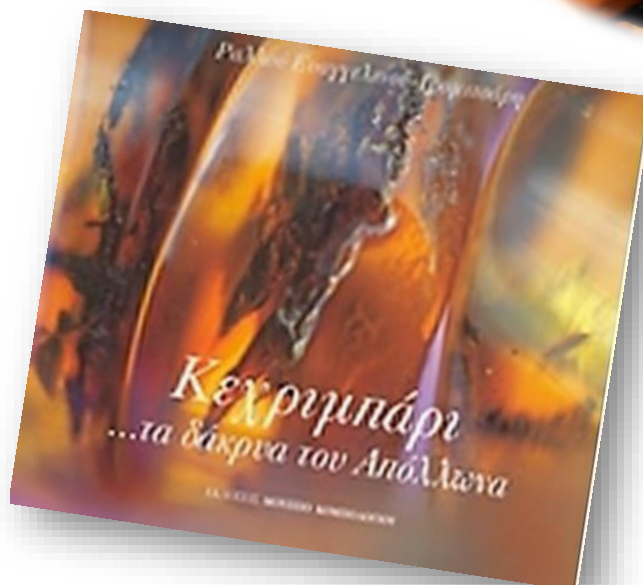
##### Μουσείο Κομπολογιού:

I) Επίσκεψη και ξενάγηση στο Μουσείο Κομπολογιού στο Ναύπλιο (Το μοναδικό στην Ελλάδα. Ιδρύθηκε το 1998 από το συλλέκτη, κατασκευαστή και συντηρητή κομπολογιών Άρη Ευαγγελινό.

Στον επάνω όροφο του εργαστηρίου εκτίθενται περίπου 300 κομπολόγια (από τα 700 συνολικά που αριθμεί η συλλογή), τα οποία προέρχονται από μια μακρά περίοδο δύο αιώνων (1750-1950).

Στο ισόγειο λειτουργεί κατάστημα, όπου πωλούνται κομπολόγια παλιά και καινούρια, καθώς και εργαστήριο, όπου οι επισκέπτες μπορούν να παρακολουθήσουν από κοντά τη σχεδόν τελετουργική διαδικασία κατασκευής ενός κομπολογιού).

II) «Κεχριμπάρι, τα δάκρυα του Απόλλωνα», διάλεξη και πείραμα από την κυρία Ελένη Ευαγγελινού, γεμολόγο.



#### 4<sup>ο</sup> μέρος εκπαιδευτικού προγράμματος: «Η ιστορία του Ναυπλίου»

Την Κυριακή 15 Δεκεμβρίου 2024, θα περιηγηθούμε στο Ναύπλιο ή Ανάπλι, πρωτεύουσα του νομού Αργολίδος, η οποία αποτελεί μία από τις πλέον όμορφες πόλεις της Ελλάδος. Σύμφωνα με τη μυθολογία, η πόλη οφείλει το όνομά της στον οικιστή της Ναύπλιο, γιο του θεού Ποσειδώνα και της Αμυμώνης. Η πόλη έφτασε στο απόγειο της ακμής της όταν έγινε πρωτεύουσα του ελληνικού κράτους, από το 1827 ως το 1834. Στις 8 Ιανουαρίου του 1828 αποβιβάστηκε στο Ναύπλιο ο πρώτος κυβερνήτης της νεότερης Ελλάδος, Ιωάννης Καποδίστριας.

Το πρωί της Κυριακής θα κάνουμε τη βόλτα μας στην παραλία της πόλης, θαυμάζοντας το φρούριο Μπούρτζι που βρίσκεται στο νησάκι των Αγίων Θεοδώρων. Θα συνεχίσουμε τον περίπατό μας, κάνοντας τον όμορφο γύρο της Αρβανιτιάς με θέα τον Αργολικό κόλπο. Έπειτα, θα περιηγηθούμε στα γραφικά σοκάκια της παλιάς πόλης, η οποία εκτείνεται βόρεια του Κάστρου της Ακροναυπλίας, από τον παλαιό Σιδηροδρομικό Σταθμό ως τον προμαχώνα των «Πέντε Αδελφών». Θα θαυμάσουμε τα κτίρια διαφόρων περιόδων, κυρίως πρώιμα νεοκλασικά της καποδιστριακής και οθωνικής περιόδου, από το 1828 ως το 1865, νεοκλασικά των ετών 1865 με 1920, και πολλά λαϊκά σπίτια με νεοκλασικές επιδράσεις. Έπειτα, θα επισκεφθούμε τον ιστορικό ναό του Αγίου Σπυρίδωνα, στην είσοδο του οποίου δολοφονήθηκε ο Ιωάννης Καποδίστριας, τον Σεπτέμβριο του 1827. Τέλος, θα πιούμε τον χυμό μας στην Πλατεία Συντάγματος, την πιο ιστορική πλατεία του Ναυπλίου, όπου βρίσκονται σημαντικά κτίρια, όπως το Αρχαιολογικό Μουσείο, το Βουλευτικό, πρώην τζαμί του Αγά-πασά, και τέλος το άλλοτε Αλληλοδιδασκτικό σχολείο, γνωστό στα νεότερα χρόνια ως «Τριανόν».

Θα επισκεφθούμε εξαιρετικά μουσεία, όπως:

**Το Πολεμικό Μουσείο Ναυπλίου**, που αποτελεί παράρτημα του ομώνυμου μουσείου των Αθηνών, στεγάζεται στο πρώτο κτήριο της Σχολής Ευελπίδων. Στον 1<sup>ο</sup> όροφο εκτίθενται σπάνια κειμήλια που αφορούν τις ιστορικές περιόδους της διακυβέρνησης του Καποδίστρια, του Μακεδονικού Αγώνα, των Βαλκανικών Πολέμων και του Α΄ Παγκοσμίου Πολέμου. Στον 2<sup>ο</sup> όροφο οι μαθητές μας θα δουν ενθύμια, όπλα, στολές και φωτογραφίες από τον Ελληνοϊταλικό και Ελληνογερμανικό Πόλεμο (1940-1944).

**Το Ίδρυμα Βασίλη Παπαντωνίου (ΙΒΠ)** ιδρύθηκε το 1974, με σκοπό την έρευνα, καταγραφή, μελέτη, διάσωση και διάδοση του νεότερου ελληνικού και παγκόσμιου πολιτισμού εν γένει και σε όλες τις μορφές και τις εκφάνσεις του. Οι συλλογές του Ιδρύματος σήμερα αριθμούν περίπου 50.000 αντικείμενα άμεσα συνδεδεμένα με τον νεότερο πολιτισμό. Η ενδυματολογική συλλογή, η συλλογή παιχνιδιών από όλο τον κόσμο, τα κοσμήματα, η ζωγραφική, τα σχέδια και τα χαρακτηριστικά ξεχωρίζουν, ενώ σημαντική διαμορφώνεται και η συλλογή των ενδυμάτων μόδας και των εξαρτημάτων τους. Στο ίδρυμα αυτό ανήκει και το Μουσείο Παιδικής Ηλικίας «Ο Σταθμός», που λειτουργεί στον παλιό σιδηροδρομικό σταθμό Ναυπλίου και περιλαμβάνει συλλεκτικά παιχνίδια και αντικείμενα που αφορούν στο παιδί.

**Το Μουσείο Περιβάλλοντος Στυμφαλίας**, που επιδιώκει να καταδείξει την αλληλεξάρτηση ανθρώπου και φύσης, εστιάζει στην αρμονική συνύπαρξή τους στη λεκάνη της Στυμφαλίας. Βρίσκεται στην πλαγιά ενός από τους κατάφυτους λόφους που περιβάλλουν τη Λίμνη Στυμφαλία. Η Στυμφαλία ανήκει στο Ευρωπαϊκό Δίκτυο Προστατευόμενων Περιοχών NATURA 2000. Στην πρώτη ενότητα του Μουσείου φιλοξενούνται εκθέματα σχετικά με το περιβάλλον της περιοχής και τη σημασία του. Στη δεύτερη ενότητα οι μαθητές μας θα δουν πώς το περιβάλλον της περιοχής επηρέασε την ανάπτυξη της ανθρώπινης δραστηριότητας, και ειδικότερα των παραδοσιακών επαγγελμάτων. Στον εσωτερικό χώρο του Μουσείου Περιβάλλοντος Στυμφαλίας υπάρχει πρόσβαση σε ένα μοναδικό για τον ελληνικό χώρο έκθεμα: ανοιχτό ενυδρείο που αναπαριστά σε τομή τη λίμνη, με ζωντανά ψάρια και φυτά της περιοχής.