



Τμήμα Δειφορικής Γεωργίας Γεωπονική Σχολή

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ

Αγγελική Απ. Γαλάνη
Χημικός PhD
Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό

8^ο Εργαστήριο:
Προσδιορισμός Οργανικής Ουσίας Εδάφους

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Έδαφος: Πολύπλοκο μείγμα ανόργανων και οργανικών υλικών

- ▶ Το $\frac{1}{2}$ έως τα $\frac{2}{3}$ του συνολικού όγκου του εδάφους, αποτελούνται από στερεή ουσία της οποίας:
 - ❖ ποσοστό 90% είναι ανόργανο
 - ❖ το υπόλοιπο οργανικό

Οργανική Ουσία

- ▶ Το σύνολο του οργανικού άνθρακα ο οποίος προσδιορίζεται εργαστηριακά με την υγρή οξείδωση ή με την καύση, ονομάζεται οργανική ουσία.
- ▶ Εναλλακτικά χρησιμοποιείται ο όρος χούμος. Η διαφορά ανάμεσα στους δύο όρους είναι ότι ενώ η οργανική ουσία μπορεί να διασπαστεί περαιτέρω, ο χούμος διασπάται αλλά με πολύ μεγάλη δυσκολία. Οι δύο όροι για λόγους ευκολίας χρησιμοποιούνται συχνά σα να έχουν την ίδια έννοια χωρίς αυτό να ισχύει πλήρως.

- ▶ Την οργανική ουσία και τις χουμικές ουσίες γενικότερα, είναι δυνατόν να τις συναντήσουμε τόσο στο έδαφος, όσο και σε υδάτινα οικοσυστήματα, σε λύματα, σε αποθέσεις λιγνιτών, λιθάνθρακα, καθώς και αλλού.
- ▶ Είναι μη τοξικές ουσίες και η παρουσία τους στο έδαφος είναι ευπρόσδεκτη, μπορεί όμως να είναι δυσάρεστη στο πόσιμο νερό.



ΜΗ ΧΟΥΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

- ▶ Στην κατηγορία αυτή, ανήκουν οι ενώσεις που δεν έχουν επηρεαστεί από τη διαδικασία της χουμοποίησης, άρα βρίσκονται είτε στην αρχική, είτε στην ελαφρά τροποποιημένη μορφή τους (δεν έχουν αποσυντεθεί).
- ▶ Αναλυτικότερα εδώ ανήκουν υδατάνθρακες, οξέα, λίπη, πρωτεΐνες, λιγνίνες, χρωστικές, μεγάλη ποικιλία αλειφατικών ή αρωματικών ετεροκυκλικών οξέων, οξικό οξύ, αμινοξέα και άλλες ενώσεις.

ΧΟΥΜΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ

Διακρίνονται σε τρία βασικά κλάσματα, με βάση τη διαλυτότητά τους.

Αναλυτικά:

- ❖ Δείγμα εδάφους που περιέχει χουμικές ουσίες, εκχυλίζεται με διάλυμα ισχυρής βάσης και το έδαφος με διήθηση απομακρύνεται από το διάλυμα.
- ❖ Κατόπιν στο διάλυμα προστίθεται οξύ οπότε σύμφωνα με την επόμενη διαφάνεια προκύπτουν τρία βασικά κλάσματα στα οποία ταξινομούνται οι χουμικές ενώσεις ανάλογα με τη διαλυτότητά τους.

Οι χουμικές ουσίες ταξινομούνται με βάση τη διαλυτότητα τους ως εξής:

Χουμίνη:

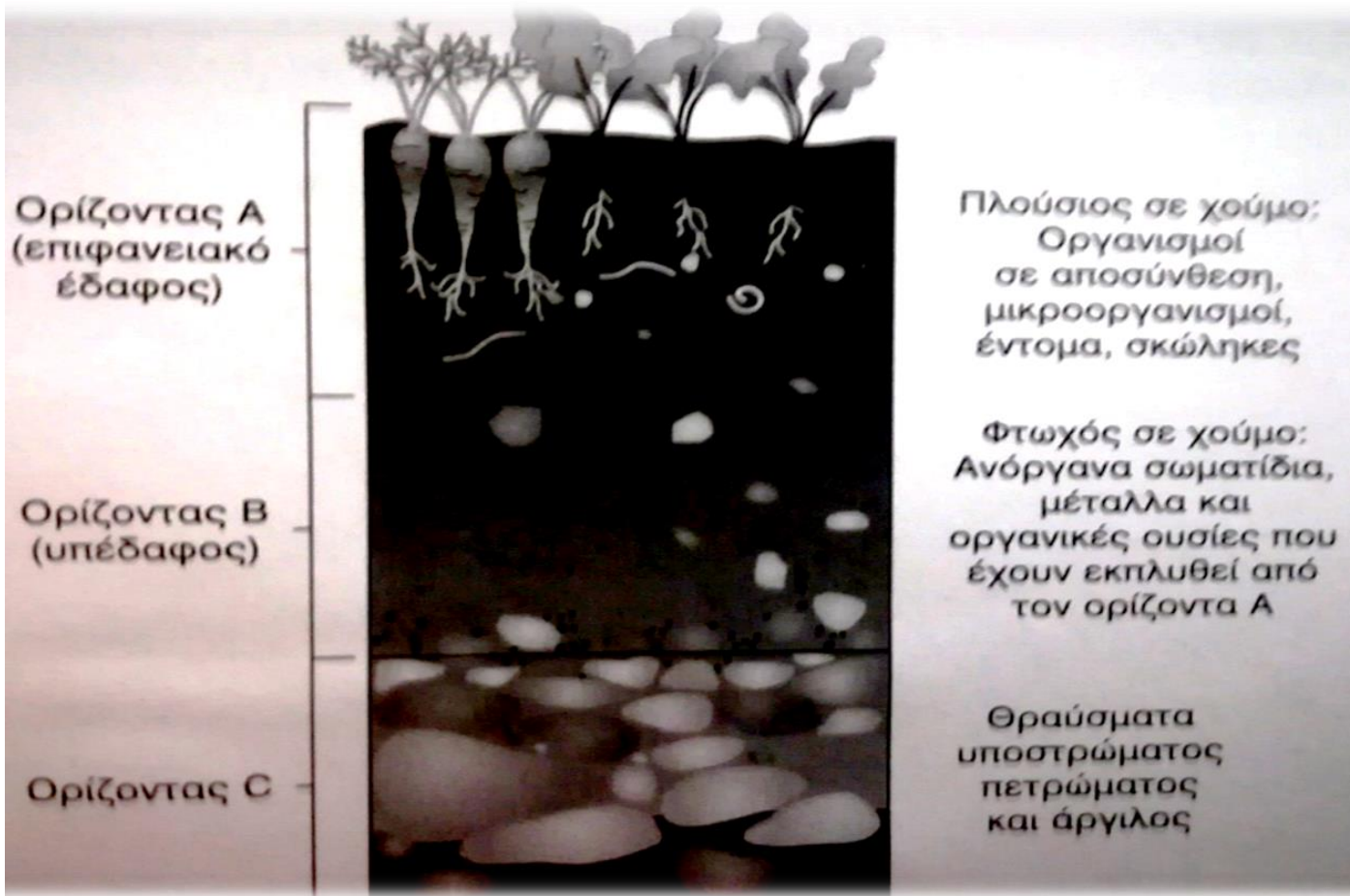
Το οργανικό κλάσμα που δεν εκχυλίστηκε από το εδαφικό δείγμα.

Χουμικό οξύ:

Το οργανικό κλάσμα που καθιζάνει στο διάλυμα μετά από την προσθήκη οξέος σε αυτό.

Φουλβικό οξύ:

Το οργανικό κλάσμα που μένει στο διάλυμα όταν προστίθεται οξύ σε αυτό.



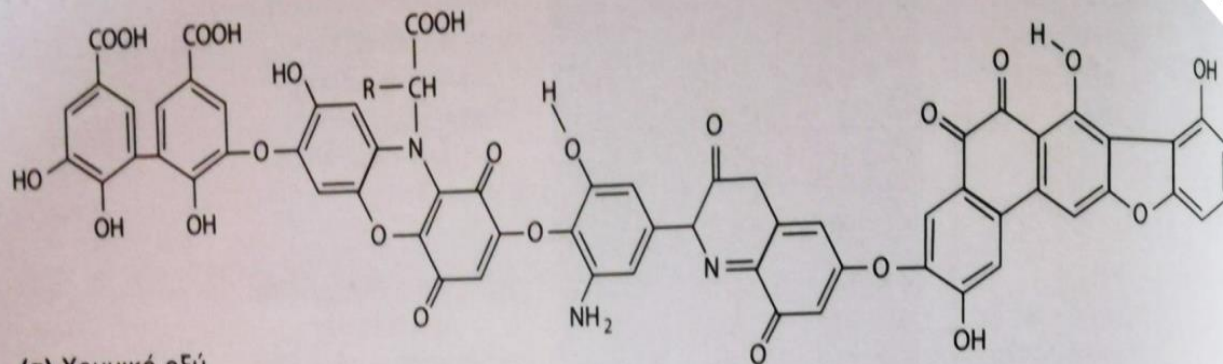
Εικόνα προερχόμενη από το βιβλίο: «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε., 2018

ΤΥΠΙΚΟ ΕΔΑΦΟΣ

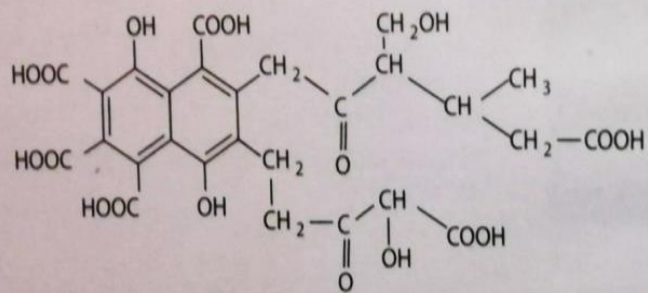
Τρεις κύριες εδαφικές στρώσεις ή ορίζοντες. Το πάχος τους ποικίλλει κατά πολύ ανάλογα με τον εδαφικό τύπο.

Ορίζοντας Α, επιφανειακό έδαφος

- Έχει σκούρο χρώμα και περιέχει το μεγαλύτερο ποσοστό του εδαφικού χούμου.
- Αποτελείται από αποσυντιθέμενα φυτικής και ζωικής προέλευσης υλικά και είναι πλούσιος σε μικροοργανισμούς, καθώς και άλλους ζωντανούς οργανισμούς (σκουλήκια, έντομα, μικρά ζώα), που δημιουργούν στοές απαραίτητες για τον αερισμό του εδάφους.



(α) Χουμικό οξύ



(β) Φουλβικό οξύ

Εικόνα προερχόμενη από το βιβλίο: «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε., 2018

Σπουδαιότητα Οργανικής Ουσίας

Επηρεάζει τόσο τις φυσικές όσο και τις χημικές ιδιότητες του εδάφους:

- Συμβάλει στη γονιμότητα των εδαφών.
- Αποτελεί υπόστρωμα ανάπτυξης μικροοργανισμών.
- Συμμετέχει στη δημιουργία της εδαφικής δομής.
- Συμβάλλει στην εξασφάλιση των απαραίτητων συνθηκών αερισμού και ανάπτυξης του ριζικού συστήματος των φυτών.

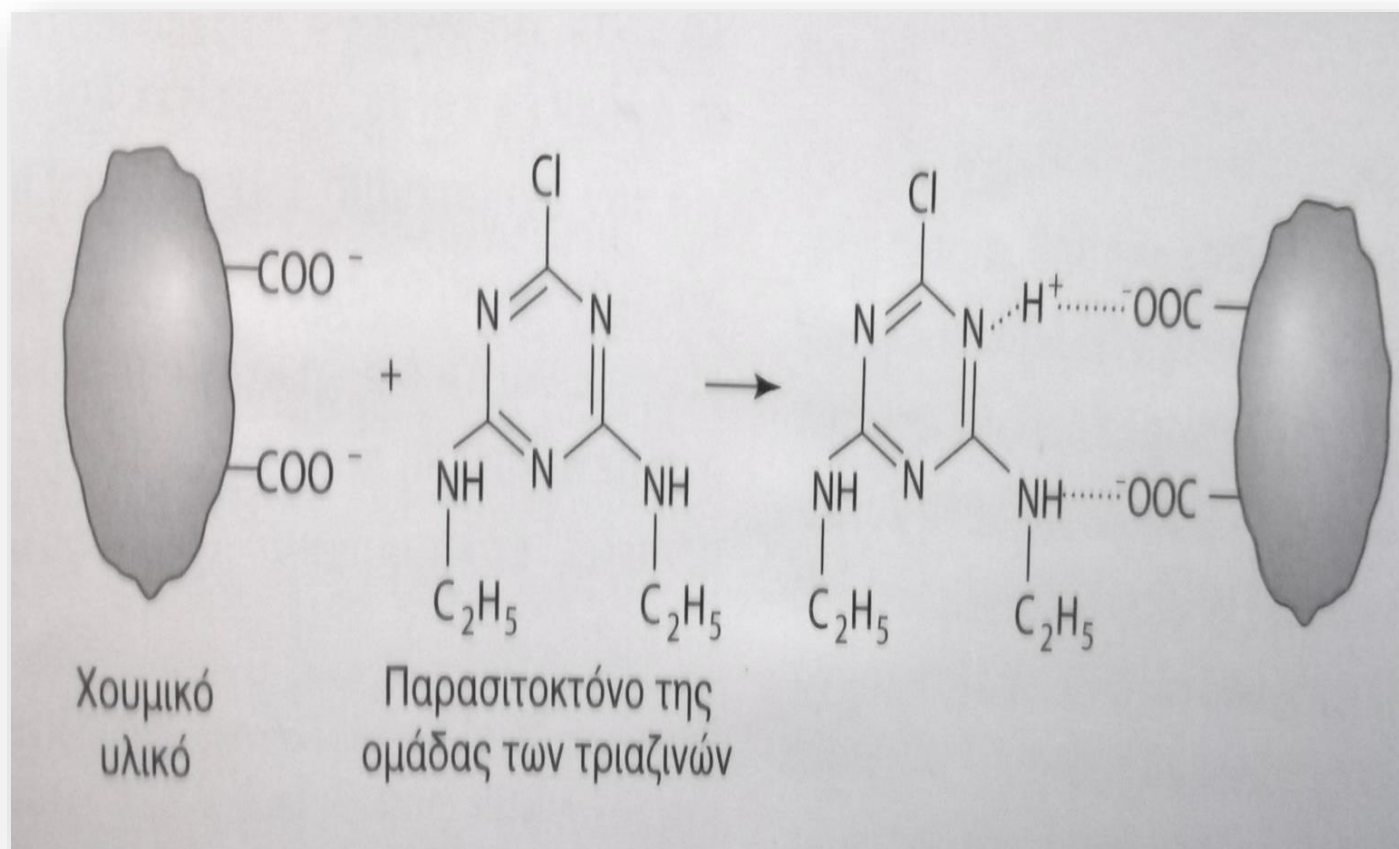
Σπουδαιότητα Οργανικής Ουσίας

- Συγκρατεί τα τοξικά μέταλλα και τις οσμές και συμμετέχει με τον τρόπο αυτό στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος.
- Αυξάνει την ιονανταλλακτική ικανότητα των εδαφών.
- Αυξάνει την ρυθμιστική ικανότητα των εδαφών.
- Αυξάνει την ικανότητα συγκράτησης υγρασίας των εδαφών.

Δέσμευση ιόντων μετάλλων, μια σημαντικότερη διεργασία στην οποία οι χουμικές ενώσεις έχουν σημαντικότερο ρόλο

- ▶ Ο χούμος έχει καρβοξυλομάδες και φαινυλομάδες που χάνουν εύκολα H^+ . Με τον τρόπο αυτό ο εδαφικός χούμος σε ουδέτερο περίπου pH, αποκτά αρνητικό φορτίο.
- ▶ Λόγω του αρνητικού αυτού φορτίου, ο χούμος δρα ως ανταλλάκτης κατιόντων. Αυτό φυσικά συμβαίνει όταν βρεθούν στο περιβάλλον του οργανικά κατιόντα.

Παρασιτοκτόνα της ομάδας των τριαζινών, διαθέτουν άζωτο και έχουν την ικανότητα να σχηματίσουν κατιόντα τεταρτοταγούς αμμωνίου σε $\text{pH} < 8$. Όταν υπόγειο νερό που περιέχει τριαζίνες βρεθεί σε περιβάλλον εδαφικού χούμου, η τριαζίνη λόγω ηλεκτροστατικής έλξης εγκλωβίζεται στην επιφάνεια του χούμου.



Εικόνα προερχόμενη από το βιβλίο: «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε., 2018

Παρασιτοκτόνο ομάδας τριαζινών που μέσω ηλεκτροστατικής έλξης συγκρατείται στην επιφάνεια χουμικού υλικού.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

A. Αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

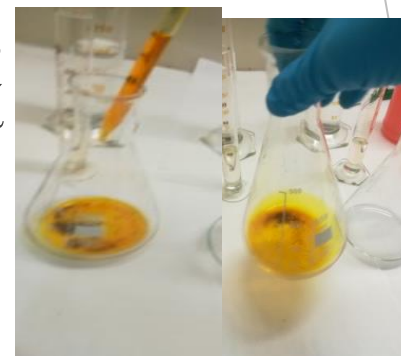
- ▶ H_3PO_4 85 %, πυκνό H_2SO_4
- ▶ Στερεό NaF
- ▶ Διάλυμα $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 1 N. 49,7 g $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, διαλύονται σε H_2O (τελικός όγκος 1L)
- ▶ Διάλυμα $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 N. Σε 139 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, προσθέτονται 7 mL π. H_2SO_4 και ακολουθεί αραίωση μέχρι του 1 L με νερό
- ▶ Δείκτης διφενυλαμίνης. 0,5 g διφενυλαμίνης, (Reagent Grade), διαλύονται σε 20 mL H_2O και 100 mL π. H_2SO_4

A. Αντιδραστήρια – Σκεύη - Όργανα

- ▶ Ξηρό έδαφος
- ▶ Υδροβολείς
- ▶ Κωνική φιάλη 500 mL
- ▶ Ογκομετρικοί κύλινδροι 500 και 50 mL
- ▶ Σιφώνια μέτρησης 10 mL
- ▶ πουάρ
- ▶ Προχοΐδα
- ▶ Πιπέτες παστέρ
- ▶ Ηλεκτρονικός ζυγός

B. Πειραματική πορεία

1. 0,2-0,5 g ξηρού κοσκινισμένου εδαφικού δείγματος, τοποθετούνται σε κωνική φιάλη των 500 mL και σε αυτή προστίθενται με σιφώνι μετρήσεως, 10 mL δ. $K_2Cr_2O_7$ 1 N. Ακολουθεί περιστροφική ανάδευση.



2. Προστίθενται στο δείγμα 20 mL π. H_2SO_4 , μετρημένα με ογκομετρικό κύλινδρο.

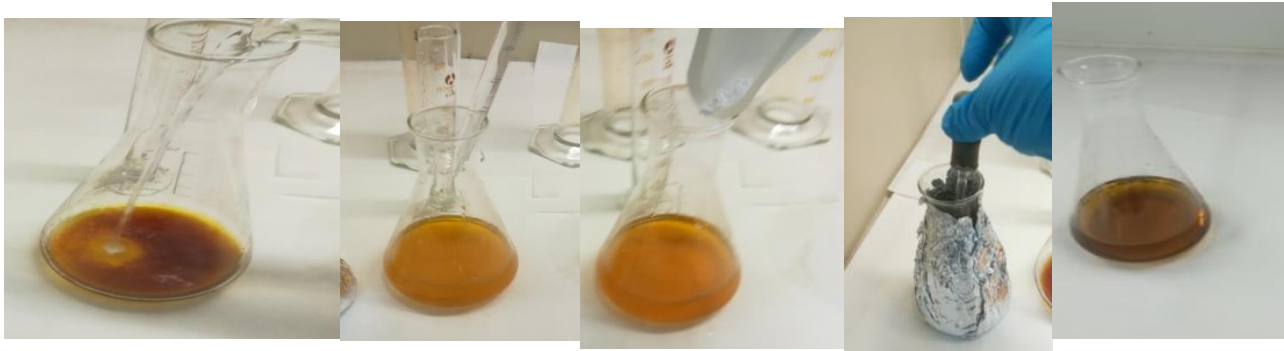


B. Πειραματική πορεία

3. Ακολουθεί αργή και περιστροφική ανάδευση για περίπου για 1 min. Η διαδικασία πρέπει να γίνει με μεγάλη προσοχή, ώστε να επιτευχθεί πολύ καλή ανάδευση των αντιδραστηρίων με το έδαφος. Επισημαίνεται ότι το έδαφος θα πρέπει να βρίσκεται μέσα στο διάλυμα και όχι στα τοιχώματα της φιάλης.



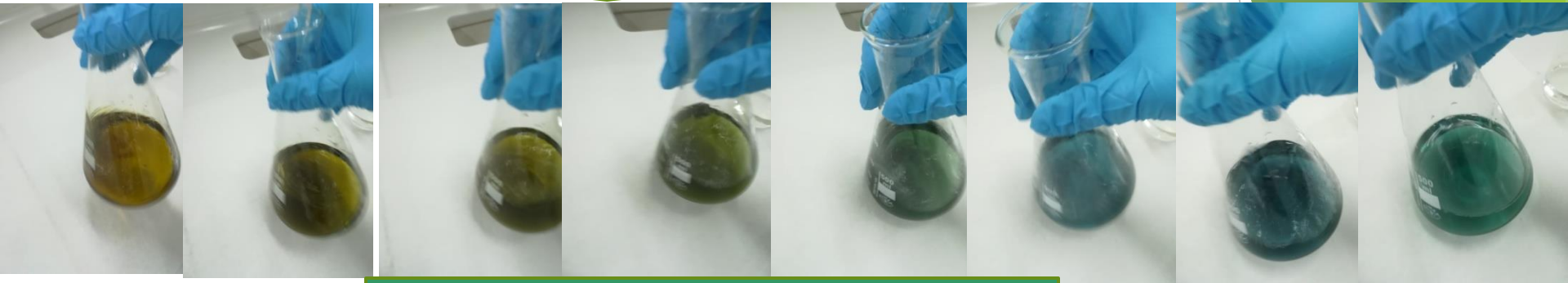
4. Ακολουθεί αναμονή για χρόνο 30min.
5. Στην συνέχεια προστίθενται στο δείγμα 200 mL H_2O , 10 mL (85 %) H_3PO_4 , 0,2 g NaF και 15 σταγόνες δείκτη διφενυλαμίνης.



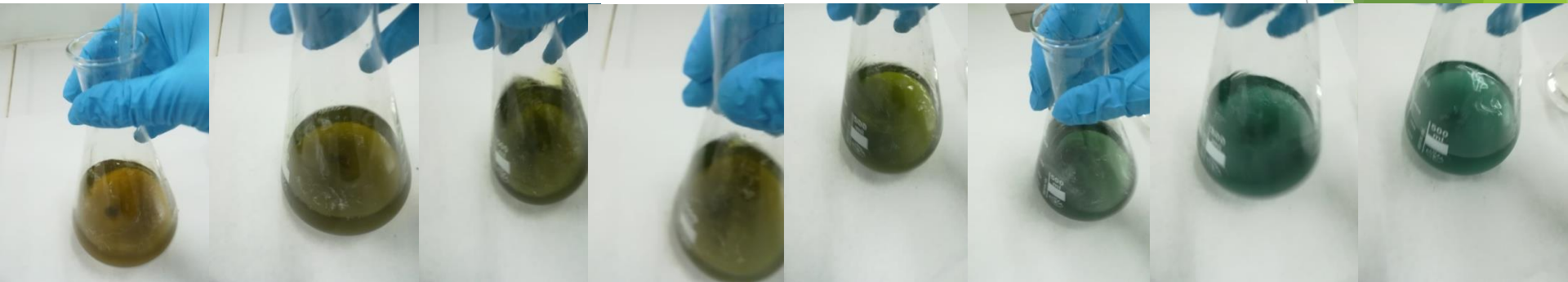
Η διεξαγωγή των βημάτων 1 έως και 5 γίνεται σε απαγωγό τόσο για το δείγμα, όσο και για τον τυφλό προσδιορισμό.

6. Ογκομετρείται το δείγμα με διάλυμα ένυδρου θειικού σιδήρου, (με ταυτόχρονη ΕΝΤΟΝΗ ΑΝΑΔΕΥΣΗ σε όλη τη διάρκεια της ογκομέτρησης), μέχρι το χρώμα να μεταβληθεί σε λαμπρό πράσινο.
7. Η διαδικασία που περιγράφηκε ακολουθείται ακριβώς ίδια και για τον τυφλό προσδιορισμό. (Δηλαδή στην κωνική τα πάντα εκτός εδαφικού δείγματος).

Ογκομέτρηση τυφλού



Ογκομέτρηση δείγματος



Τυφλό



Δείγμα

Βήματα 1 έως και 4

Οξείδωση οργανικής ύλης με οξειδωτικό μέσο το διχρωμικό κάλιο σε ισχυρά όξινο περιβάλλον (πυκνό H_2SO_4). Το Cr^{6+} ανάγεται σε Cr^{3+} :



Βήμα 5

Η προσθήκη H_3PO_4 , γίνεται διότι αυτό καθιστά φανερή την αλλαγή χρώματος του δείκτη (διφαινουλαμίνη), στο τελικό σημείο της ογκομέτρησης.

Βήμα 6

Ο Fe^{2+} οξειδώνεται σε Fe^{3+} από τα εναπομείναντα διχρωμικά ανιόντα και το Cr^{6+} ανάγεται σε Cr^{3+}



Σ. Μετρήσεις

Εδαφικό Δείγμα

Αρχική ένδειξη προχοϊδας	...mL $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 N
Τελική ένδειξη προχοϊδαςmL $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 N
Διαφορά αρχικής και τελικής ένδειξηςmL $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 N που καταναλώθηκαν στην ογκομέτρηση του δείγματος

Τυφλό

Αρχική ένδειξη προχοϊδας	...mL $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 N
Τελική ένδειξη προχοϊδαςmL $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 N
Διαφορά αρχικής και τελικής ένδειξηςmL $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,5 N που καταναλώθηκαν στην ογκομέτρηση του τυφλού

D. Αποτέλεσμα

Ο οργανικός άνθρακας (%) δίνεται από τον τύπο:

$$C_{org} \% = (S - T) \times N \times 0.3 / W$$

όπου:

- W: Το βάρος του δείγματος σε g
- N: Η κανονικότητα του διαλύματος $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, που χρησιμοποιήθηκε ως τιτλοδότης στην ογκομέτρηση, (0,5 N)
- T: Τα mL του διαλύματος $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5 N που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση του εδαφικού δείγματος
- S: τα mL του διαλύματος $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5 N που καταναλώθηκαν κατά την ογκομέτρηση στον τυφλό προσδιορισμό, (επιτρεπτά όρια: 19,5 - 20,5 mL).

**Η % οργανική ουσία του εδάφους δίνεται
από τον τύπο**

$$\text{(% οργ.ουσία)} = (\text{% οργανικός C}) \times 1,724$$

ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

Εξηγήστε τι επίπτωση έχει στην περιεκτικότητά της σε οργανική ουσία, η άρδευση μιας έκτασης από :

- ▶ Λίμνη που δέχεται υγρά αστικά λύματα.
- ▶ Γεώτρηση μεγάλου βάθους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ▶ Καλαβρουζιώτης Ιωάννης, «Εργαστηριακές Ασκήσεις Γεωχημείας», Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Αγρίνιο 2008-2009.
- ▶ Εργαστηριακές Ασκήσεις Εδαφολογίας, Κωνσταντίνος Σινάνης, Καθηγητής ΤΕΙ Κρήτης, Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά Συγγράμματα και Βοηθήματα www.Kallipos.gr
- ▶ Ιωάννης Κ. Καλαβρουζιώτης, «Αειφορική Διαχείριση Εδαφικών Πόρων και Αποβλήτων», 2^η Έκδοση, Εκδόσεις Τζιόλα, 2015
- ▶ «Αρχές Περιβαλλοντικής Χημείας», James E. Girard, Επιμέλεια ελληνικής έκδοσης Μόσχος Πολυσιού, Πέτρος Ταραντίλης, Χρήστος Παππάς, Μετάφραση Αικατερίνη Βενετσάνου, Χριστίνα Μήτση, Επιστημονικές Εκδόσεις ΠΑΡΙΣΙΑΝΟΥ Α.Ε., 2018