



Τμήμα Δειφορικής Γεωργίας Γεωπονική Σχολή

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΑΣ

Αγγελική Απ. Γαλάνη
Χημικός PhD
Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό

1^ο Εργαστήριο:

Εισαγωγή - Δειγματοληψία εδάφους – Φαινομενική
Πυκνότητα εδάφους-Προετοιμασία δειγμάτων εδάφους
στο εργαστήριο Ασκήσεις μονάδων συγκέντρωσης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

- ▶ Για τη σωστή ανάλυση των εδαφικών δειγμάτων, απαραίτητος είναι ο ορθός τρόπος της δειγματοληψίας αυτών.
- ▶ Η ορθή δειγματοληψία ενός εδάφους είναι απαραίτητο να είναι αντιπροσωπευτική.

Ο τρόπος της δειγματοληψίας ενός εδάφους εξαρτάται εκτός από την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος και από παράγοντες όπως:

- ✓ η ομοιομορφία της εδαφικής επιφάνειας,
- ✓ το είδος και η ομοιομορφία καλλιέργειας,
- ✓ το τοπικό ανάγλυφο και το βάθος ριζοστρώματος,
- ✓ τις πρακτικές καλλιέργειας,
- ✓ την ορθή μεταχείριση του εδαφικού δείγματος πριν την ανάλυσή του.

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ

Δειγματολήπτης τύπου Edman

Είναι ο πιο συχνά χρησιμοποιούμενος τύπος δειγματολήπτη εδάφους. Χρησιμοποιούνται και διάφορες παραλλαγές του

- ✓ Για αργιλώδη εδάφη παραλλαγή με στενά πτερύγια
- ✓ Για αμμώδη-χαλαρά εδάφη παραλλαγή με πλατιά πτερύγια
- ✓ Εδάφη με ενδιάμεση κοκκομετρική σύσταση παραλλαγή με ενδιάμεσο πλάτος πτερυγίων



Τρόπος δειγματοληψίας σε επίπεδα και ομοιόμορφη έκταση

Λήψη δειγμάτων

- ▶ Λαμβάνονται δείγματα με δειγματολήπτη ή φτυάρι, σε διάφορα σημεία όπως απεικονίζεται στο σχήμα.



Εικόνα προερχόμενη από:
<https://www.extension.purdue.edu/extmedia/AY/AY-368-w.pdf>

- ▶ Πιο συχνά σε αναλύσεις χαρακτηρισμού και γονιμότητας εδαφών που χρησιμοποιούνται σε οδηγίες λίπανσης ο μικρότερος αριθμός δειγματοληψιών ανά στρέμμα είναι 2 με 4 σημεία

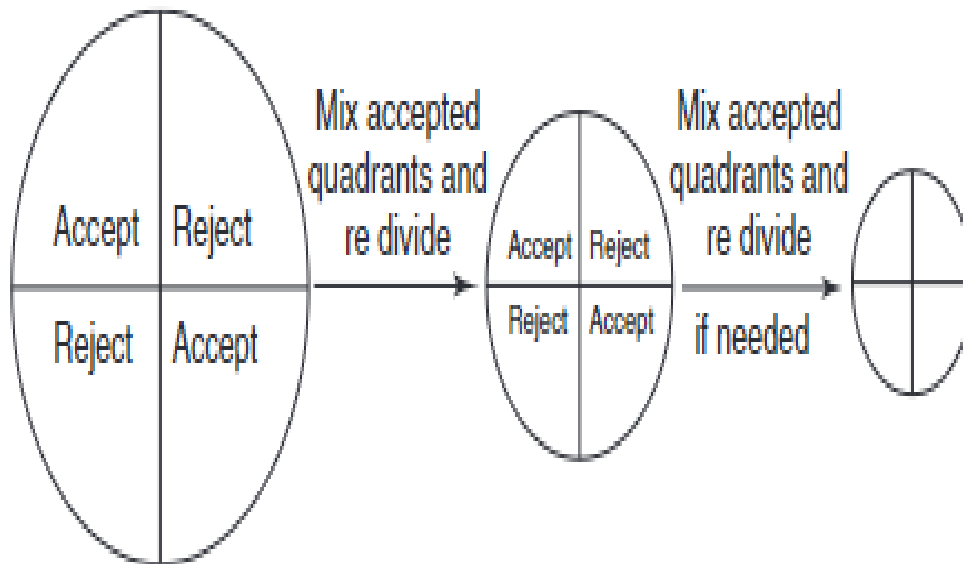
Τρόπος δειγματοληψίας σε επίπεδη και ομοιόμορφη έκταση

Βάθος δειγματοληψίας

- ▶ Το βάθος δειγματοληψίας εξαρτάται από παράγοντες που αναγράφονται στη διαφάνεια 4.
- ▶ Συνηθισμένο βάθος δειγματοληψίας για οδηγίες λίπανσης σε ετήσιες καλλιέργειες είναι 0-50 cm. Ωστόσο οι εδαφικές ιδιότητες μεταβάλλονται με το βάθος και πολλές φορές απαραίτητη είναι η λήψη δειγμάτων από το ίδιο σημείο σε διαφορετικά βάθη όπως 0-30 cm, 30-50 cm κλπ.
- ▶ Τα δείγματα ίδιου σημείου και βάθους αναμιγνύονται και είναι το σύνθετο δείγμα συγκεκριμένου βάθους της έκτασης που εξετάζεται.

- ▶ Σε περίπτωση που η έκταση που εξετάζεται ξεπερνά τα δέκα στρέμματα, δημιουργείται ένα σύνθετο δείγμα ανά βάθος και ανά δέκα στρέμματα.
- ▶ Στο εργαστήριο στέλνεται για εδαφολογική ανάλυση δείγμα βάρους περίπου 2,5 Kg.
- ▶ Μετά από την ξήρανση και την απομάκρυνση υλικού μεγαλύτερου ή ίσου των 2mm (με κατάλληλο κόσκινο), το βάρος του προς ανάλυση δείγματος διαμορφώνεται τελικά στα 1,5-2 Kg, ποσότητα η οποία επαρκεί για τις αναλύσεις και τις επαναλήψεις τους.

- ▶ Σε περίπτωση που το εδαφικό δείγμα που έχει συλλεχθεί ξεπερνά πολύ τα 2,5 Kg, αυτό αναμιγνύεται και απομακρύνεται η ποσότητα που περισσεύει με τη μέθοδο που σχηματικά φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα από: Quartering method of sample size reduction for homogeneous sampling.
(Park, Y.W. and L.N. Bell, Handbook of Food Analysis, Marcel Dekker, New York, 2002.)

Τρόπος δειγματοληψίας σε ανομοιόμορφη έκταση

- ▶ Ανομοιόμορφη μπορεί να είναι μια έκταση όταν διαπιστώνεται διαφορετική εμφάνιση της εδαφικής επιφάνειας, μη ικανοποιητική ανάπτυξη φυτών, ατελής στράγγιση, καθώς και άλλα.
- ▶ Απαιτείται στην περίπτωση αυτή
 - ❖ επιπλέον δειγματοληψία εάν η ανομοιόμορφη έκταση είναι επίπεδη
 - ❖ και εάν υπάρχει κλίση, μεγαλύτερος αριθμός σύνθετων δειγμάτων.

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

- ▶ Το κάθε ένα σύνθετο δείγμα τοποθετείται σε πλαστική σακούλα και στέλνεται για ανάλυση.
- ▶ Οι σακούλες εφόσον εφοδιαστούν με μικρό χαρτόνι που να γράφει τον αριθμό του δείγματος και την περιοχή της δειγματοληψίας, πρέπει να κλείνονται καλά.

Κρατούμε σημειώσεις για τα εξής:

- ▶ Την τοποθεσία, την ημέρα, καθώς και την ώρα που πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία.
- ▶ Τον αριθμό των δειγμάτων.
- ▶ Το ονοματεπώνυμο του ιδιοκτήτη της έκτασης.
- ▶ Το ιστορικό της έκτασης (όσο γίνεται πιο αναλυτικό), που να περιλαμβάνει τα φυτικά είδη που πιθανά καλλιεργήθηκαν την τελευταία πενταετία.
- ▶ Τα καλλιεργητικά μέσα που τυχόν χρησιμοποιήθηκαν, (αναλυτική περιγραφή).
- ▶ Τις μεθόδους και τις ποσότητες άρδευσης που πιθανά να χρησιμοποιήθηκαν.

Φαινομενική πυκνότητα εδάφους

Ο όγκος του εδάφους ισούται με τον όγκο του δακτυλίου. Για να υπολογιστεί ο όγκος του δακτυλίου

- ✓ Μετριέται με χάρακα το ύψος του δακτυλίου ($υ$) σε cm
- ✓ Μετριέται με χάρακα η διάμετρος του δακτυλίου σε cm και διαιρείται δια 2 ώστε να υπολογιστεί η ακτίνα του δακτυλίου r
- ✓ Ο όγκος του εδάφους που περιέχεται στο δακτύλιο υπολογίζεται από τον τύπο

$$V = (\pi r^2) \chi υ$$

Φαινομενική πυκνότητα εδάφους

- ▶ Η φαινομενική πυκνότητα εδάφους δίνεται από τον τύπο:

$$\frac{\text{(Βάρος ξηρού εδάφους)}}{V}$$

- ▶ Το δείγμα εδάφους που θα ληφθεί με το δακτύλιο θα ξηραθεί σε φούρνο ξήρανσης στους 105°C και κατόπιν εφόσον σε ξηραντήρα αποκτήσει θερμοκρασία περιβάλλοντος, θα ζυγιστεί.

ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ

- ▶ Συγκέντρωση διαλυμένης ουσίας, λέγεται η ποσότητα της ουσίας που έχει διαλυθεί σε δεδομένη ποσότητα διαλύτη ή διαλύματος.
- ▶ **Επειδή η ποσότητα του διαλύτη ή του διαλύματος ή της διαλυμένης ουσίας εκφράζεται σε όγκο, μάζα, γραμμομόρια, γραμμοϊσοδύναμα, υπάρχουν διάφοροι τρόποι έκφρασης της συγκέντρωσης.**

► **Molarity:**

moles διαλυμένης ουσίας

Λίτρο διαλύματος

Παράδειγμα

Διάλυμα 5 L που προκύπτει από διάλυση 0,5 mol HCl σε νερό έχει Molarity:

$$\frac{0,5 \text{ mol HCl}}{5 \text{ L διαλύματος}} = 0,1 \text{ M HCl}$$

5 L διαλύματος

► **Normality:**

greq διαλυμένης ουσίας

Λίτρο διαλύματος

Ένα γραμμοϊσοδύναμο έχει μάζα σε γραμμάρια ίση με το Ισοδύναμο Βάρος της ουσίας.

Ισχύει ο τύπος $1 \text{ greq} = 1 \text{ mol} / a$

Η Normality (N) και η Molarity (M) συνδέονται μέσω του τύπου $N = a \times M$ (το a ορίζεται στις επόμενες διαφάνειες)

Τύπος Αντίδρασης	Αντιδρώσα ουσία	$a =$ αριθμός φορτίων	Παραδείγματα
Μεταθετικές (οξέος-βάσεως, καθίζησης)	Οξύ	Αριθμός H	HCl = 1
	Βάση	Αριθμός OH	Ba(OH)₂ = 2
	Άλας	Ολικός αριθμός οξείδωσης αντιδρώντων θετικών ή αρνητικών ιόντων	Na₂HPO₄ για το H⁺ = 1 για το Na⁺ = 2 για τα PO₄³⁻ = 3

Τύπος Αντίδρασης	Αντιδρώσα ουσία	α = αριθμός φορτίων	Παραδείγματα
Οξειδοαναγωγής	Οξειδωτικό	Μεταβολή Α.Ο.	$\text{KMnO}_4 = 5$ $\text{MnO}_4^- \rightarrow \text{Mn}^{2+}$
	Αναγωγικό	Μεταβολή Α.Ο.	$\text{H}_2\text{S} = 2$ $\text{S}^{2-} = \text{S}^0$

Διάφορες άλλες μονάδες συγκέντρωσης εκτός Molarity και Normality

	Τύπος
Συγκέντρωση	
% περιεκτικότητα	% w/w, % w/v, % v/v
ppm	Μέρη ανά εκατομμύριο μg / mL, mg / L, μg / g
ppb	Μέρη ανά δισεκατομμύριο ng / mL , ng / g

Τύπος αραιώσης διαλύματος

$$C_{\Pi} \times V_{\Pi} = C_A \times V_A \text{ \u03c1\u03b1 } V_{\Pi} = \frac{C_A \times V_A}{C_{\Pi}}$$

\u038c\u03c0\u03c5

C_{Π} : \u03b7 \u03c3\u03c5\u03b3\u03ba\u03b5\u03bd\u03c4\u03c1\u03c9\u03c3\u03b7 \u03c0\u03c5\u03ba\u03bd\u03cc\u03c5 \u03b4\u03b9\u03b1\u03bb\u03cd\u03bc\u03b1\u03c4\u03bf\u03c2 \u03c0\u03c5 \u03b8\u03b5\u03bb\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5 \u03bd\u03b1 \u03b1\u03c1\u03b1\u03b9\u03c9\u03b8\u03b5\u03b9 \u03b5\u03c9\u03c2 C_A

V_{Π} : \u03c9 \u03cc\u03b3\u03ba\u03bf\u03c2 \u03c4\u03bf\u03c5 \u03c0\u03c5\u03ba\u03bd\u03cc\u03c5 \u03b4\u03b9\u03b1\u03bb\u03cd\u03bc\u03b1\u03c4\u03bf\u03c2 \u03c0\u03c5 \u03c0\u03c1\u03b5\u03c0\u03b5\u03b9 \u03bd\u03b1 \u03bb\u03b7\u03c6\u03b8\u03b5\u03b9 \u03ba\u03b1\u03b9 \u03bd\u03b1 \u03b1\u03c1\u03b1\u03b9\u03c9\u03b8\u03b5\u03b9 \u03c3\u03b5 \u03cc\u03b3\u03ba\u03bf\u03bc\u03b5\u03c4\u03c1\u03b9\u03ba\u03ae \u03c6\u03b9\u03ac\u03bb\u03b7 \u03b5\u03c9\u03c2 \u03c4\u03b5\u03bb\u03b9\u03ba\u03cc V_A

C_A : \u03b7 \u03c3\u03c5\u03b3\u03ba\u03b5\u03bd\u03c4\u03c1\u03c9\u03c3\u03b7 \u03c4\u03bf\u03c5 \u03b1\u03c1\u03b1\u03b9\u03cc\u03c5 \u03b4\u03b9\u03b1\u03bb\u03cd\u03bc\u03b1\u03c4\u03bf\u03c2 \u03c0\u03c5 \u03b8\u03b5\u03bb\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5 \u03bd\u03b1 \u03ba\u03b1\u03bd\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5

V_A : \u03c9 \u03cc\u03b3\u03ba\u03bf\u03c2 \u03c4\u03bf\u03c5 \u03b1\u03c1\u03b1\u03b9\u03cc\u03c5 \u03b4\u03b9\u03b1\u03bb\u03cd\u03bc\u03b1\u03c4\u03bf\u03c2 \u03c0\u03c5 \u03b8\u03b5\u03bb\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5 \u03bd\u03b1 \u03ba\u03b1\u03bd\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5

\u03a0\u03b1\u03c1\u03ac\u03b4\u03b5\u03b9\u03b3\u03bc\u03b1

\u038c\u03c3\u03c4\u03c9 \u03cc\u03c4\u03b9 \u03b1\u03c0\u03cc \u03c0\u03c5\u03ba\u03bd\u03cc \u03b4\u03b9\u03ac\u03bb\u03c5\u03bc\u03b1 HCl 5M \u03b8\u03b5\u03bb\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5 \u03bd\u03b1 \u03ba\u03b1\u03bd\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5 100 mL \u03b4\u03b9\u03b1\u03bb\u03cd\u03bc\u03b1\u03c4\u03bf\u03c2 HCl 3M

\u038c\u03b1 \u03c0\u03c1\u03b5\u03c0\u03b5\u03b9 \u03bd\u03b1 \u03c0\u03ac\u03c1\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5 \u03cc\u03b3\u03ba\u03bf HCl 5M \u03b9\u03c3\u03cc \u03bc\u03b5 $(3M \times 100mL) / 5M = 60 mL$ \u03ba\u03b1\u03b9 \u03bd\u03b1 \u03c4\u03b1 \u03b1\u03c1\u03b1\u03b9\u03c9\u03c3\u03bf\u03c5\u03bc\u03b5 \u03c3\u03b5 \u03ba\u03b1\u03c4\u03ac\u03bb\u03bb\u03b7\u03bb\u03cc \u03c3\u03ba\u03b5\u03c5\u03cc\u03c2 \u03b5\u03c9\u03c2 100 mL

ΤΡΟΠΟΙ ΕΚΦΡΑΣΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ ΚΑΙ ΦΥΤΙΚΟΥ ΙΣΤΟΥ

Οι συνηθέστεροι τρόποι έκφρασης της περιεκτικότητας ενός συστατικού εδάφους ή φυτικού ιστού, είναι οι:

- ▶ % βάρος κατά βάρος (% w/w): Είναι τα g συστατικού σε 100 g εδάφους ή φυτικού ιστού. Χρησιμοποιείται για να εκφραστεί η περιεκτικότητα εδάφους ή φυτικού ιστού σε ολικά ποσά μακροστοιχείων και μπορεί να αναφερθεί και απλά ως %.

► Μέρη ανά εκατομμύριο ppm: Εκφράζει τα μέρη βάρους συστατικού σε 10^6 μέρη βάρους εδάφους ή φυτικού ιστού.

❖ (mg συστατικού) / (1 Kg εδάφους ή φυτικού ιστού) – mg/Kg

❖ (μg συστατικού) / (σε 1 g εδάφους ή φυτικού ιστού) – μg/g

Στην περίπτωση που χρησιμοποιηθεί η έκφραση ppm είτε για εδάφη είτε για φυτικούς ιστούς, αυτή αντικαθίσταται άμεσα με mg/Kg ή μg/g.

- ▶ meq/100g εδάφους: Είναι τα meq συστατικού σε 100 g εδάφους. Χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο για να εκφράσει την περιεκτικότητα του εδάφους σε ανταλλάξιμα ιόντα και για την έκφραση της τιμής της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων. Έχει πλέον αντικατασταθεί από $\text{cmol}_c / \text{Kg} \equiv \text{meq} / 100 \text{ g}$

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΕΔΑΦΟΥΣ - ΛΗΨΗ ΕΔΑΦΟΥΣ ΜΕ
ΔΑΚΤΥΛΙΟ ΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗ ΦΑΙΝΟΜΕΝΙΚΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ-
ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΔΑΦΙΚΟΥ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ

Α. Αντιδραστήρια-Σκεύη- Όργανα

- ▶ Δειγματολήπτης εδάφους
- ▶ Φτυάρι
- ▶ Χάρακας
- ▶ Εύλινη σανίδα
- ▶ Σφυρί
- ▶ Πλαστικές σακούλες
- ▶ Ετικέτες
- ▶ Μολύβι
- ▶ Διηθητικό χαρτί
- ▶ Κόσκινο οπών <2mm
- ▶ Πορσελάνινο γουδί
- ▶ Πυριαντήριο

Β. Πειραματική Πορεία

Δειγματοληψία



- ▶ Αναγνωρίζεται η περιοχή της δειγματοληψίας και περιγράφεται. (ανάγλυφο, κλίση κ.λ.π.)
- ▶ Καθαρίζεται αρχικά το σημείο της δειγματοληψίας από χόρτα ή άλλα φυτά.

Δειγματοληψία

- ▶ Θα ληφθούν δείγματα με το δειγματολήπτη σε βάθη (0,20, 0,30 cm).
- ▶ Με τη βοήθεια χάρακα θα βρούμε ως ποιο σημείο θα πρέπει να εισχωρήσει ο δειγματολήπτης στο έδαφος.

- ▶ Στηρίζεται κάθετα στο έδαφος ο δειγματολήπτης και πιέζεται με δύναμη προς τα κάτω.
- ▶ Στη συνέχεια περιστρέφεται προς τα δεξιά.



- ▶ Τοποθετείται ο δειγματολήπτης στη σακούλα συλλογής και ελευθερώνεται το δείγμα.
- ▶ Σε κάθε σακούλα τοποθετείται ετικέτα με αριθμό και στοιχεία της τοποθεσίας, του βάθους και της ημερομηνίας δειγματοληψίας.
- ▶ Οι σακούλες μεταφέρονται στο εργαστήριο.



Λήψη δείγματος εδάφους για μέτρηση πυκνότητας εδάφους

Πιέζεται ο δακτύλιος σε
χώμα που έχει
καθαριστεί πρώτα από
φυτά ή χόρτα.

Με τη βοήθεια της
ξύλινης σανίδας και του
σφυριού πιέζεται μέχρι
κάτω όπως φαίνεται στις
διπλανές εικόνες.



Σκάβεται το έδαφος γύρω από το δακτύλιο, ώστε να μπορέσει αυτός να αφαιρεθεί με προσοχή.





- ▶ Κλείνεται ο κύλινδρος και μεταφέρεται στο εργαστήριο για να ξηραθεί το περιεχόμενό του στους 105°C για 2 ώρες και στη συνέχεια να ζυγισθεί αφού αποκτήσει $T_{\text{δωματίου}}$



Φαινομενική πυκνότητα εδάφους =
Βάρος ξηρού εδάφους
V

Όπου $V = (\pi r^2) \text{ύψος}$
r : ακτίνα κυλίνδρου
ύψος : ύψος κυλίνδρου

Κατεργασία εδάφους στο Εργαστήριο



- ▶ Τοποθετείται εδαφικό δείγμα βάρους περίπου 1Kg επάνω σε διηθητικό χαρτί, ώστε αυτό να χάσει μέρος από την υγρασία του.
- ▶ Διατηρείται η καθαριότητα του εργαστηριακού χώρου ώστε να αποφευχθεί η είσοδος ξενόφερτων υλικών που πολύ πιθανά να δημιουργήσουν προβλήματα στις αναλύσεις.
- ▶ Απομακρύνονται τα χαλίκια.

- ▶ Ακολουθεί ελαφρύ κοπάνισμα σε γουδί πορσελάνης (εάν βέβαια κριθεί απαραίτητο). Αυτό απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, διότι θα πρέπει να αποφευχθεί το σπάσιμο των εδαφικών κόκκων που η παρουσία τους κρίνεται απαραίτητη, μια και είναι μέρος του πρωτογενούς εδαφικού πετρώματος.
- ▶ Στη συνέχεια περνιέται το δείγμα από κόσκινο οπών 2 mm.
- ▶ Επανατοποθετείται το εδαφικό δείγμα σε διηθητικό χαρτί στο οποίο θα πρέπει να παραμείνει συνήθως 2-3 ημέρες, ώστε η τελική υγρασία να μην είναι μεγαλύτερη από 4-5 %.

Το έδαφος που έχει ληφθεί από το στάδιο αυτό, χαρακτηρίζεται «λεπτή γη» και σ' αυτό θα πραγματοποιηθούν όλες οι εδαφικές αναλύσεις.

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΟΝΑΔΩΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΕΙΣ

- ▶ Ποια η κανονικότητα πυκνού διαλύματος H_3PO_4 συγκέντρωσης 85 % w/w και πυκνότητας 1,44 g/mL. Πόσα mL από το διάλυμα αυτό απαιτούνται για να παρασκευαστεί 1 L διαλύματος H_3PO_4 συγκέντρωσης 1 N; Δίνεται $\text{MB H}_3\text{PO}_4 = 98$
- ▶ Πόσα g NaOH απαιτούνται για την Παρασκευή 5 L διαλύματος NaOH 0,5 N;
- ▶ Ποια η περιεκτικότητα % W/V σε Ca^{2+} και Cl^- διαλύματος CaCl_2 1N; Δίνεται $\text{AB Ca}=40$, $\text{AB Cl}=35,5$
- ▶ Δείγμα 30 g εδάφους βρέθηκε να περιέχει 0,06mg καλίου (K). Εκφράστε την περιεκτικότητα αυτή σε mg/Kg εδάφους. Με πόσα ppm αντιστοιχεί το αποτέλεσμα που βρήκατε;

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ▶ 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
- ▶ Μπαρμπαγιάννης Νικόλαος, Παυλάτου-Βε Αθηνά, Κωστοπούλου Σοφία, Ματσή Θεοδώρα, Υψηλάντης Ιωάννης, Γασπαράτος Διονύσης, «Εργαστηριακές Σημειώσεις Εδαφολογίας», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης Τμήμα Γεωπονίας 2015
- ▶ Πασχαλίδης Χρήστος, «Εργαστηριακές Ασκήσεις - Εδαφολογία», Εκδόσεις Έμβρυο, 2005
- ▶ **Young Park , Moisture and Water Activity, Chapter 3**, November 2008,
- ▶ <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/AY/AY-368-w.pdf>
- ▶ https://www.canr.msu.edu/resources/farm_soil_sampling
- ▶ <https://www.soilquality.org.au/factsheets/bulk-density-measurement>