

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΘΡΕΨΗ ΦΥΤΩΝ- ΓΟΝΙΜΟΤΗΤΑ ΕΔΑΦΩΝ

Εαρινό Εξάμηνο

ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ ΙΙΙ – ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ- ΑΣΚΗΣΕΙΣ
- ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ



Εισηγητές: Βασίλειος Τζανακάκης & Φοιτητές ΕΛΜΕΠΑ



Απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία

- ✓ Τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία κατηγοριοποιούνται σε μακρο-θρεπτικά και μικρο-θρεπτικά ανάλογα με την συγκέντρωσή τους στους φυτικούς ιστούς.

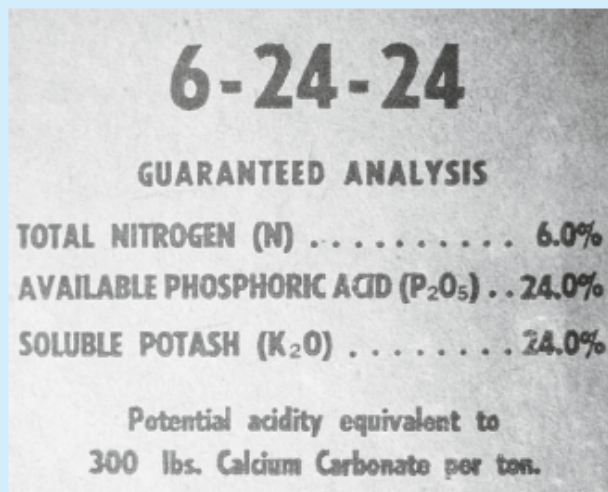
ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 Στοιχεία που είναι Απαραίτητα για την Ανάπτυξη των Φυτών και οι Πηγές τους^α

Οι χημικές μορφές που συνήθως προσλαμβάνονται από τα φυτά δείχνονται σε παρένθεση, με το χημικό σύμβολο του στοιχείου να αναγράφεται με έντονη γραφή.

<i>Μακροθρεπτικά: Χρησιμοποιούνται σε σχετικά μεγάλα ποσά (> 0,1 % ξηρού φυτικού ιστού)</i>		<i>Μικροθρεπτικά: Χρησιμοποιούνται σε σχετικά μικρά ποσά (< 0,1 % ξηρού φυτικού ιστού)</i>
<i>Κυρίως από τον αέρα και το νερό</i>	<i>Κυρίως από τα στερεά του εδάφους</i>	<i>Από τα στερεά του εδάφους</i>
Άνθρακας (CO ₂) Υδρογόνο (H ₂ O) Οξυγόνο (O ₂ , H ₂ O)	Κατιόντα: Ασβέστιο (Ca ²⁺) Μαγνήσιο (Mg ²⁺) Άζωτο (NH ₄ ⁺) Κάλιο (K ⁺) Ανιόντα: Άζωτο (NO ₃ ⁻) Φώσφορος (H ₂ PO ₄ ⁻ , HPO ₄ ⁻²) Θείο (SO ₄ ⁻²) *Πυρίτιο (H ₄ SiO ₄ , H ₃ SiO ₄ ⁻) ^B	Κατιόντα: Χαλκός (Cu ²⁺) *Κοβάλτιο (Co ²⁺) ^B Σίδηρος (Fe ²⁺) Μαγγάνιο (Mn ²⁺) Νικέλιο (Ni ²⁺) *Νάτριο (Na ⁺) ^B Ψευδάργυρος (Zn ²⁺) Ανιόντα: Βόριο (H ₃ BO ₃ , H ₄ BO ₄ ⁻) Χλώριο (Cl ⁻) Μολυβδαίνιο (MoO ₄ ²⁻)

Περιεκτικότητα των λιπασμάτων σε θρεπτικά στοιχεία

ΠΛΑΙΣΙΟ 16.3 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΖΩΤΟΥ, ΦΩΣΦΟΡΟΥ ΚΑΙ ΚΑΛΙΟΥ ΠΟΥ ΠΕΡΙΕΧΕΤΑΙ ΣΕ ΕΝΑ ΣΑΚΙ ΛΙΠΑΣΜΑΤΟΣ ΜΕ ΣΗΜΑΝΣΗ 6-24-24;



ΕΙΚΟΝΑ 16.25 Τυπική εμπορική σήμανση (ετικέτα) λιπάσματος. Πρέπει να γίνει υπολογισμός για να προσδιοριστεί το ποσοστό του P και K στο λίπασμα διότι η περιεκτικότητα εκφράζεται σαν να ήταν τα θρεπτικά σε μορφή P_2O_5 και K_2O . Θα πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι μετά την αλληλεπίδραση με τα φυτά και το έδαφος, τα υλικά αυτά θα προκαλέσουν αύξηση της εδαφικής οξύτητας που θα εξουδετερωθεί από 300 μονάδες $CaCO_3$ ανά 2000 μονάδες (1 τόνος= 2000 lbs) λιπάσματος.

Η τυπική σήμανση στην ετικέτα των λιπασμάτων αναφέρει το ποσοστό N, P_2O_5 , και K_2O . Συνεπώς μια συσκευασία λιπάσματος (Εικόνα 16.25) με σήμανση στην ετικέτα της 6-24-24 (6% άζωτο, 24% P_2O_5 , 24% K_2O) περιέχει 6% N, 10,5% P και 19,9% K (βλέπε υπολογισμούς στη συνέχεια).

Για τον προσδιορισμό της ποσότητας λιπάσματος που απαιτείται για μια δεδομένη ποσότητα του συγκεκριμένου στοιχείου, πρώτα μετατρέπεται το ποσοστό του P_2O_5 και του K_2O σε ποσοστά P και K, με τη μετατροπή του P σε P_2O_5 και του K σε K_2O . Χρησιμοποιούνται οι ακόλουθοι υπολογισμοί:

Τα μοριακά βάρη του P, K και O είναι 31, 39 και 16 g/mol αντίστοιχα:

Μοριακό Βάρος του $P_2O_5 = 2(31) + 5(16) = 142$ g/mol

$$\text{Αναλογία P στο } P_2O_5 = \frac{2P}{P_2O_5} = \frac{2(31)}{2(31) + 5(16)} = 0,44$$

Μετατροπή $P_2O_5 \rightarrow P$, πολλαπλασιάζεται το ποσοστό του P_2O_5 με 0,44

Μοριακό Βάρος $K_2O = 2(39) + 16 = 94$

$$\text{Αναλογία K στο } K_2O = \frac{2K}{K_2O} = \frac{2(39)}{2(39) + 16} = 0,83$$

Μετατροπή $K_2O \rightarrow K$, πολλαπλασιάζεται το ποσοστό του K_2O με 0,83

Έτσι, εάν η συσκευασία λιπάσματος της Εικόνας 16,25 περιέχει 25 kg λιπάσματος 6-24-24, θα δώσει 1,5 kg N ($0,06 \times 25$), 2,6 kg P ($0,24 \times 0,44 \times 25$), και 5 kg K ($0,24 \times 0,83 \times 25$).



Επεξήγηση τύπου ανοργάνου λιπάσματος

Τύπος λιπάσματος (11-15-15)	11 (%N)	15 (%P ₂ O ₅)	15 (%K ₂ O)
	11 λιπαντικές μονάδες (λ.μ.) N	15 λιπαντικές μονάδες (λ.μ.) P	11 λιπαντικές μονάδες (λ.μ.) K
Σε 100 κιλά λιπάσματος περιέχονται			
Σε 100 κιλά λιπάσματος περιέχονται	11 κιλά N	15 κιλά P ₂ O ₅	15 κιλά K ₂ O
Σε 100 κιλά λιπάσματος περιέχονται	11 κιλά N	15*0,43 =6,45 κιλά P	15*0,83 =12,45 κιλά P

Υπολογισμός μετατροπής P_2O_5 σε P και K_2O σε K

■ Συντελεστής P

P_2O_5	Στα 142 kg P_2O_5	έχω 62kg P		$x=0,43\text{kg P}$
$AB_P=31$	1kg	x		
$AB_O=16$	Στα 142 kg P_2O_5	έχω 62kg P		$x=2,3\text{kg } P_2O_5$
	x	1kg		

$$MB_{P_2O_5} = 2 * 31 + 5 * 16 = 142$$

■ Συντελεστής K

K_2O	Στα 94kg K_2O	έχω 78kg K		$x=0,83\text{kg K}$
$AB_K=39$	1kg	x		
$AB_O=16$	Στα 94kg K_2O	έχω 78kg K		$x=1,2\text{kg } K_2O$
$MB_{K_2O}=94$	x	1kg		



Χημεία-Συγκεντρώσεις διαλυμάτων

6.1 Περιεκτικότητα % κατά βάρος, (% W/W)

Εκφράζει την ποσότητα σε g της διαλυμένης ουσίας ανά 100 g διαλύματος.

6.2 Περιεκτικότητα % κατά όγκο, (% V/V)

Εκφράζει την ποσότητα σε mL της διαλυμένης ουσίας ανά 100 mL διαλύματος.

6.3 Περιεκτικότητα % βάρος προς όγκο, (% W/V)

Εκφράζει την ποσότητα σε g της διαλυμένης ουσίας ανά 100 mL διαλύματος.

6.4 Μοριακή κατά όγκο συγκέντρωση ή μοριακότητα ή Molarity

Συμβολίζεται M και εκφράζει την ποσότητα των mol της διαλυμένης ουσίας ανά 1 L διαλύματος.

Π.χ. Μοριακό χαρακτηρίζεται το διάλυμα που περιέχει 1 mol διαλυμένης ουσίας ανά 1 L διαλύματος.

6.5 Μοριακή κατά βάρος συγκέντρωση ή γραμμομοριακότητα ή Molality

Συμβολίζεται m και εκφράζει την ποσότητα των mol της διαλυμένης ουσίας ανά 1 kg διαλύτη.

6.6 Κανονικότητα (N) Γραμμοισοδύναμα σε 1 L διαλύτη.



Γραμμομόριο(mole)-Ατομικό βάρος-Μοριακό βάρος

4. Η έννοια του mol (γραμμομόριο)

Οι χημικές αντιδράσεις γίνονται μεταξύ μεγάλων αριθμών σωματιδίων, που μπορεί να είναι άτομα, ιόντα ή μόρια. Προέκυψε λοιπόν η ανάγκη καθιέρωσης μιας βασικής ανεξάρτητης μονάδας για την ποσότητα της ύλης, η οποία είναι το mol.

Είναι δηλαδή το mol η ποσότητα της ύλης που περιέχει τον ίδιο αριθμό στοιχειωδών σωματιδίων ($N_A = 6,023 \times 10^{23} =$ αριθμός Avogadro) με όσα στοιχειώδη σωματίδια υπάρχουν σε 12 g της μάζας του ισότοπου του άνθρακα 12 (^{12}C), που είναι και το ισότοπο που χρησιμοποιείται ως πρότυπο στους υπολογισμούς ατομικών μαζών.

Η έννοια του mol εφαρμόζεται στα άτομα (g-at = γραμμοάτομο), στα ιόντα (g-ion = γραμμοϊόν), στα μόρια (mol = γραμμομόριο).

Για τον υπολογισμό του mol απαιτείται η γνώση των Ατομικών Βαρών ή Ατομικών Μαζών των ατόμων των στοιχείων, που αποτελούν την ένωση.

4.1 Ατομικό βάρος (AB) είναι ένας αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι βαρύτερο το άτομο ενός στοιχείου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C .

Τα ατομικά βάρη των ατόμων των στοιχείων και τα μοριακά βάρη των ενώσεων δίδονται σε Πίνακα στο τέλος του παραρτήματος του βιβλίου.

Γραμμοάτομο (g-at) ενός στοιχείου είναι η μάζα του στοιχείου σε g ίση με το AB του. Το γραμμοάτομο οποιουδήποτε στοιχείου περιέχει N_A άτομα.

4.2 Μοριακό βάρος (MB) ή μοριακή μάζα ενός στοιχείου ή μιας χημικής ένωσης είναι ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα ενός μορίου του στοιχείου ή της ένωσης από το 1/12 της μάζας του ατόμου του ^{12}C .

Το MB ενός στοιχείου είναι ίσο με το γινόμενο του AB του επί τον αριθμό των ατόμων που συγκροτούν το μόριο (ατομικότητα).

Π.χ.

$$\text{MB H}_2 = 2 \times \text{AB}_\text{H} = 2 \times 1,0 = 2,0$$

$$\text{MB N}_2 = 2 \times \text{AB}_\text{N} = 2 \times 14 = 28$$

Χημικό ισοδύναμο

5.2 Γραμμομόριο φορτίου στοιχείου είναι το πηλίκο του AB του στοιχείου δια του σθένους του.

Π.χ.

$$\text{mol φορτίου } S^{2-} = \frac{\text{g-at S}}{2} = \frac{32}{2} = 16 \text{ g}$$

5.3 Γραμμομόριο φορτίου ιόντος είναι το πηλίκο του AB του ιόντος δια της απόλυτης τιμής του φορτίου του.

Π.χ.

$$\text{mol φορτίου } Cl^{-} = \frac{\text{g-ion } Cl^{-}}{1} = \frac{35,5}{1} = 35,5 \text{ g}$$

$$\text{mol φορτίου } SO_4^{2-} = \frac{\text{g-ion } SO_4^{2-}}{2} = \frac{96}{2} = 48 \text{ g}$$

5.4 Γραμμομόριο φορτίου οξέος είναι η ποσότητα του οξέος σε g, που μπορεί να δώσει όταν διαλυθεί στο νερό ένα γραμμομόριο ιόντων υδρογόνου (H^{+}) και είναι ίσο με το πηλίκο του mol του οξέος δια του αριθμού των γραμμοϊόντων H^{+} που δίνει 1 mol του οξέος (δηλαδή, δια της βασικότητας του οξέος).

Π.χ.

$$\text{mol φορτίου } H_2SO_4 = \frac{\text{mol } H_2SO_4}{2} = \frac{98}{2} = 49 \text{ g}$$

$$\text{mol φορτίου } HCl = \frac{\text{mol } HCl}{1} = \frac{36,5}{1} = 36,5 \text{ g}$$

Χημικό ισοδύναμο

5.5 Γραμμομόριο φορτίου βάσης είναι η ποσότητα της βάσης σε g, που μπορεί να δώσει σε διάλυμα ή τήγμα ένα γραμμομόριο ιόντων υδροξυλίου (OH^-), που είναι ίσο με το πηλίκο του mol της βάσης δια του αριθμού των ιόντων OH^- , που δίνει ένα mol της βάσης (δηλαδή δια της οξύτητας της βάσης).

Π.χ.

$$\text{mol φορτίου NaOH} = \frac{\text{mol NaOH}}{1} = \frac{40}{1} = 40 \text{ g}$$

$$\text{mol φορτίου Ca(OH)}_2 = \frac{\text{mol Ca(OH)}_2}{2} = \frac{74}{2} = 37 \text{ g}$$

5.6. Γραμμομόριο φορτίου άλατος είναι η ποσότητα του άλατος σε g, ίση με το πηλίκο του μοριακού βάρους του άλατος, δια του αριθμού των υδρογόνων που απελευθερώθηκαν ή έλαβαν μέρος στην αντίδραση σύνθεσής του.

Π.χ.

$$\text{mol φορτίου NaCl} = \frac{\text{mol NaCl}}{1} = \frac{58,5}{1} = 58,5 \text{ g}$$

$$\text{mol φορτίου K}_2\text{SO}_4 = \frac{\text{mol K}_2\text{SO}_4}{2} = \frac{174}{2} = 87 \text{ g}$$

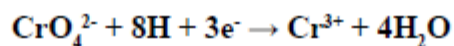
$$\text{mol φορτίου CuSO}_4 = \frac{\text{mol CuSO}_4}{2} = \frac{159,5}{2} = 79,75 \text{ g}$$



Χημικό ισοδύναμο

5.7 Γραμμομόριο φορτίου οξειδωτικής ή αναγωγικής χημικής ένωσης είναι το πηλίκο του mol της ουσίας δια της μεταβολής του αριθμού οξείδωσης του στοιχείου, που υφίσταται την οξειδοαναγωγική δράση.

Π.χ. Στην αντίδραση:



Το Cr^{6+} μεταπίπτει σε Cr^{3+} προσλαμβάνοντας, δηλαδή, 3 ηλεκτρόνια. Άρα, mol φορτίου CrO_4^{2-} είναι:

$$\frac{51,99 + 64}{3} = 38,66 \text{ g}$$



Ασκήσεις- Παραδείγματα Λιπασμάτων- διαλύματα (1)

Να παρασκευασθεί πυκνό διάλυμα NH_4NO_3 με περιεκτικότητα σε N 12.500 ppm.
MB $\text{NH}_4\text{NO}_3 = 80$
AB N = 14

$$12.500 \text{ ppm N} \longrightarrow 12.500 \text{ mg N/L} \longrightarrow 12,5 \text{ g N/L}$$

Τα 80 gr NH_4NO_3 περιέχουν 28 g N

$$x \qquad \qquad \qquad 12,5$$

$$x = \frac{80 \times 12,5}{28} = 35,7 \text{ g } \text{NH}_4\text{NO}_3$$

Πρέπει να διαλυθούν 35,7 g NH_4NO_3 / L

Να παρασκευασθεί πυκνό διάλυμα KNO_3 με περιεκτικότητα σε K 25.000 ppm.
MB $\text{KNO}_3 = 102$
MB_K = 40

$$25.000 \text{ ppm K} \longrightarrow 25.000 \text{ mg K/L} \longrightarrow 25 \text{ g K/L}$$

$$1. \text{ Τα } 102 \text{ g } \text{KNO}_3 \quad \text{περιέχουν} \quad 40 \text{ g K} \\ x \qquad \qquad \qquad 25 \text{ g K} \quad \left| \quad x = 63,75 \text{ g } \text{KNO}_3 / \text{L} \right.$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{Στα } 102 \text{ gr } \text{KNO}_3 \quad \text{περιέχονται} \quad 14 \text{ g N} \\ 63,75 \qquad \qquad \qquad x \end{array} \right| \begin{array}{l} x = 8,75 \text{ g N ή} \\ 8.750 \text{ ppm} \end{array} \right.$$

Να παρασκευασθεί πυκνό διάλυμα $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (10% Mg) με περιεκτικότητα σε Mg 5000 ppm.

$$\begin{array}{l} 5000 \text{ ppm Mg} \\ \downarrow \\ 5000 \text{ mg / L} \\ \downarrow \\ 5 \text{ g / L} \end{array}$$

Στα 100g MgSO_4 περιέχονται 10g Mg

$$x \qquad \qquad \qquad 5$$

$$x = \frac{500}{10} = 50 \text{ g } \text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} / \text{L}$$

Ασκήσεις- Παραδείγματα Λιπασμάτων (3)

Μία δεξαμενή που χρησιμοποιείται για το πότισμα χρυσανθέμων έχει χωρητικότητα $8,5 \text{ m}^3$. Αν θέλαμε να λιπάνουμε την καλλιέργειά μας με 400 ppm N και 400 ppm K χρησιμοποιώντας τα λιπάσματα $20,5-0-0$ και $13-0-44$ πόση ποσότητα από το καθένα θα διαλύσουμε στη δεξαμενή.

$$\begin{aligned}
 &400 \text{ ppm N} \\
 &\downarrow \\
 &400 \text{ mg N/L} \\
 &\downarrow \\
 &0,4 \text{ g N/L} \\
 &\downarrow \quad * 1000 \\
 &400 \text{ g N / 1000L} \\
 &\downarrow \\
 &400 \text{ g N/ m}^3 \delta\text{-τος} \quad \left| \begin{array}{l} x \\ 8,5 \text{ m}^3 \end{array} \right. = 3400 \text{ g N} \\
 &\text{ή } 3,4 \text{ kg N / } 8,5 \text{ m}^3 \\
 &\text{άρα και } 3,4 \text{ kg K / } 8,5 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Τα } 100 \text{ kg (13-0-44)} & \text{περιέχουν} & 44 * 0,83 = 36,52 \text{ kg K} \\
 \underline{x} & & \underline{3,4}
 \end{array}$$

$$x = 9,309 \text{ kg (13-0-44)}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Τα } 100 \text{ kg (13-0-44)} & \text{περιέχουν} & 13 \text{ kg N} \\
 \underline{9,3} & & \underline{x}
 \end{array}$$

$$x = 1,2 \text{ kg N}$$

Οπότε θέλω ακόμα $3,4 - 1,2 = 2,2 \text{ kg N}$
το οποίο θα πάρω από το $(20,5-0-0)$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Τα } 100 \text{ kg (20,5-0-0)} & & 20,5 \text{ kg N} \\
 \underline{x} & & \underline{2,2}
 \end{array}$$

$$x = 10,7 \text{ kg (20,5-0-0)}$$

Επομένως θα διαλύσουμε $9,3 \text{ kg (13-0-44)}$ και $10,7 \text{ kg (20,5-0-0)}$.



Σας ευχαριστώ για την
προσοχή σας