



Η έννοια του mole

6.1. α) Η ποσότητα που περιέχει $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ στοιχειώδεις οντότητες, β) Είναι ο αριθμός ατόμων που περιέχεται σε τόσα γραμμάρια ενός στοιχείου όσο είναι η A_r του. Με βάση αυτόν έχει οριστεί το mole. Η τιμή του είναι $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$.

6.2. α) $N = n \cdot N_A = 0,5 \cdot N_A$ άτομα C, β) $N = n \cdot N_A = 1,2 \cdot N_A$ μόρια SO_2 , γ) $n = N/N_A = 3,01 \times 10^{22}/6,02 \times 10^{23} = 0,05 \text{ mol Fe}$, δ) $N = n/N_A = 12,04 \times 10^{24}/6,02 \times 10^{23} = 20 \text{ mol } C_2H_6O$.

6.3. α) $n(H) = n_{\text{μορ}} \cdot \text{δείκτης} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ mol H}$, β) $n(O) = n_{\text{μορ}} \cdot \text{δείκτης} = 2 \cdot 4 = 8 \text{ mol O}$, γ) $n(P) = n_{\text{μορ}} \cdot \text{δείκτης} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ mol P}$, $N = n \cdot N_A = 2 \cdot N_A$ άτομα P, δ) $N = n \cdot N_A = 8 \cdot N_A$ άτομα O.

6.4. $n_{\text{ατ}} = n_{\text{μορ}} \cdot \text{δείκτης}$ επομένως $n(H) = 0,2 \cdot 24 = 4,8 \text{ mol H}$, $n(C) = 0,2 \cdot 20 = 4 \text{ mol C}$, $n(N) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ mol N}$, $n(O) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ mol O}$.

6.5. α) $n(O) = n_{\text{τυπ} \cdot \text{μον}} \cdot \text{δείκτης} = 3 \cdot 12 = 36 \text{ mol O}$, β) $n(Al^{3+}) = n_{\text{τυπ} \cdot \text{μον}} \cdot \text{δείκτης} = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ mol } Al^{3+}$, γ) $n(SO_4^{2-}) = n_{\text{τυπ} \cdot \text{μον}} \cdot \text{δείκτης} = 1,5 \cdot 3 = 4,5 \text{ mol } SO_4^{2-}$.

6.6. α) $M_r = 1 + 35,5 = 36,5$, $m = n \cdot M = 5 \cdot 36,5 = 182,5 \text{ g}$, β) $M_r = 2 \cdot 23 + 32 + 4 \cdot 16 = 142$, $m = n \cdot M = 5 \cdot 142 = 710 \text{ g}$, γ) $M_r = 2 \cdot 12 + 2 \cdot 1 = 26$, $m = n \cdot M = 5 \cdot 26 = 130 \text{ g}$, δ) $M_r = 27 + 3 \cdot 17 = 78$, $m = n \cdot M = 5 \cdot 78 = 390 \text{ g}$.

6.7. α) $n(CO_2) = m/M = 11/44 = 0,25 \text{ mol}$, $n(C) = n(CO_2) \cdot 1 = 0,25 \cdot 1 = 0,25 \text{ mol}$, $m(C) = n \cdot M = 0,25 \cdot 12 = 3 \text{ g}$, β) $n(C_3H_6) = m/M = 21/42 = 0,5 \text{ mol}$, $n(C) = n(C_3H_6) \cdot 3 = 0,5 \cdot 3 = 1,5 \text{ mol}$, $m(C) = n \cdot M = 1,5 \cdot 12 = 18 \text{ g}$, γ) $n(C_2H_6O) = m/M = 92/46 = 2 \text{ mol}$, $n(C) = n(C_2H_6O) \cdot 2 = 2 \cdot 2 = 4 \text{ mol}$, $m(C) = n \cdot M = 4 \cdot 12 = 48 \text{ g}$, δ) $n(C_8H_{16}O_2) = m/M = 14,4/144 = 0,1 \text{ mol}$, $n(C) = n(C_8H_{16}O_2) \cdot 8 = 0,1 \cdot 8 = 0,8 \text{ mol}$, $m(C) = n \cdot M = 0,8 \cdot 12 = 9,6 \text{ g}$.

Εναλλακτικά, μπορούμε να δουλέψουμε και με αναλογίες, π.χ. για το α):

Στα 44 g CO_2 περιέχονται 12 g C

Στα 11 g CO_2 $x = ?$ $x = 3 \text{ g C}$.

6.8. α) $m = n \cdot M = 1,5 \cdot 44 = 66 \text{ g}$, β) $n = m/M = 22/44 = 0,5 \text{ mol}$, γ) $n(N) = n(N_2O) \cdot \text{δείκτης} = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ mol}$, $m = n \cdot M = 1 \cdot 14 = 14 \text{ g}$.

6.9. Επειδή οι δύο ενώσεις περιέχουν ίδιο αριθμό ατόμων H, θα περιέχουν και ίδιο αριθμό mol H. Θα ακολουθήσουμε την πορεία $m(NH_3) \Rightarrow n(NH_3) \Rightarrow n(H) \Rightarrow n(H_2S) \Rightarrow n(H_2S)$.

NH_3 : $n = m/M = 17/17 = 1 \text{ mol}$, $n(H) = n(NH_3) \cdot \text{δείκτης} = 1 \cdot 3 = 3 \text{ mol H}$.

H_2S : $n(H_2S) = n(H)/\text{δείκτης} = 3/2 = 1,5 \text{ mol}$, $N = n \cdot N_A = 1,5 \cdot N_A$ μόρια H_2S .

Στοιχειομετρικοί υπολογισμοί I

6.10. α) Τα 2 mol H_2 αντιδρούν με 1 mol O_2

Τα 2,6 mol $x = ;$ $x = 2,6/2 = 1,3 \text{ mol } O_2$.

β) Το 1 mol O_2 παράγει 2 mol H_2O

Τα 2,5 mol $\omega = ;$ $\omega = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ mol } H_2O$.

6.11. α) $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$.

β) Το 1 mol CH_4 παράγει 1 mol CO και 3 mol H_2

Τα 4 mol παράγουν $x = ;$ $y = ;$ $x = 4 \text{ mol CO}$, $y = 12 \text{ mol } H_2$.

6.12.

FeS	O ₂	FeO	SO ₂
2 mol	3 mol	2 mol	2 mol
4,6 mol	6,9 mol	4,6 mol	4,6 mol

6.13. α) Τα 2 mol Na αντιδρούν με 2 mol H_2O

Τα 3 mol $x = ;$ $x = 3 \text{ mol } H_2O$.

β) Τα 2 mol Na παράγουν με 1 mol H_2

Τα 0,3 mol $y = ;$ $y = 0,3/2 = 0,15 \text{ mol } H_2$.

γ) Το 2 mol H_2O παράγουν 1 mol H_2

Τα 3,6 mol $\omega = ;$ $\omega = 3,6/2 = 1,8 \text{ mol } H_2$.

δ) Τα 2 mol Na παράγουν 2 mol NaOH

Τα 3 mol $\kappa = ;$ $\kappa = 3 \text{ mol NaOH}$.

$m = n \cdot M = 3 \cdot 40 = 120 \text{ g NaOH}$.

ε) Τα 2 mol Na αντιδρούν με 2 mol H_2O

Τα 0,2 mol $\mu = ;$ $\mu = 0,2 \text{ mol } H_2O$.

$m = n \cdot M = 0,2 \cdot 18 = 3,6 \text{ g } H_2O$.

6.14. NH_3 : $n = m/M = 34/17 = 2 \text{ mol}$

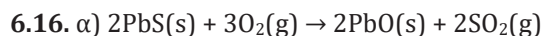
Τα 4 mol NH_3 παράγουν 6 mol H_2O

Τα 2 mol $\omega = ;$ $\omega = 3 \text{ mol } H_2O$.

H_2O : $m = n \cdot M = 3 \cdot 18 = 54 \text{ g } H_2O$.

6.15. $NH_4NO_3(s) \rightarrow N_2O(g) + 2H_2O(g)$

0,3 mol 0,6 mol



β) $\text{PbS: } n = m/M = 95,6/239 = 0,4 \text{ mol}$

Τα 2 mol PbS παράγουν 2 mol SO_2

Τα 0,4 mol $y = ; \quad y = 0,4 \text{ mol SO}_2$.

$\text{SO}_2: m = n \cdot M = 0,4 \cdot 64 = 25,6 \text{ g N}_2$.

Συγκέντρωση διαλύματος

6.17. α) $c = n/V = 3/1,5 = 2 \text{ M}$, β) $c = n/V = 0,44/0,88 = 0,5 \text{ M}$, γ) $\text{NaCl: } n = m/M = 5,85/58,5 = 0,1 \text{ mol}$, $c = n/V = 0,1/0,4 = 0,25 \text{ M}$, δ) $\text{NaHCO}_3: n = m/M = 16,8/84 = 0,2 \text{ mol}$, $c = n/V = 0,2/0,5 = 0,4 \text{ M}$.

6.18. α) $n = c \cdot V = 0,25 \cdot 0,2 = 0,05 \text{ mol}$, $m = n \cdot M = 0,05 \cdot 40 = 2 \text{ g}$, β) $n = c \cdot V = 2 \cdot 0,05 = 0,1 \text{ mol}$, $m = n \cdot M = 0,1 \cdot 63 = 6,3 \text{ g}$, γ) $n = c \cdot V = 3 \cdot 2,5 = 7,5 \text{ mol}$, $m = n \cdot M = 7,5 \cdot 36,5 = 273,75 \text{ g}$.

6.19. $n = c \cdot V = 0,1 \cdot 2 = 0,2 \text{ mol HCl}$, $m = n \cdot M = 0,2 \cdot 36,5 = 7,3 \text{ g HCl}$.

6.20. $n = c \cdot V = 1,1 \cdot 0,4 = 0,44 \text{ mol NaNO}_3$, $m = n \cdot M = 0,44 \cdot 85 = 37,4 \text{ g NaNO}_3$.

6.21. α) Η αναπαράσταση Β. Θα έχουμε τα ίδια σωματίδια διαλυμένης ουσίας σε μεγαλύτερο όγκο διαλύματος. β) Πιο πυκνό το Γ και πιο αραιό το Α. Το Β είναι πυκνότερο από το Α, αφού έχουν ίδιο όγκο αλλά το Β έχει περισσότερα μόρια διαλυμένης ουσίας. Το Γ είναι πυκνότερο από το Β, διότι το Β έχει διπλάσιο όγκο, αλλά τα σωματίδια της διαλυμένης ουσίας στο Β είναι λιγότερο από διπλάσια σε σχέση με το Γ.

6.22. α) Αύξηση συγκέντρωσης: Ποσότητα διαλυμένης ουσίας, β) Ελάττωση συγκέντρωσης, Αραίωση: ποσότητα διαλύτη, γ) Ελάττωση συγκέντρωσης, Αραίωση: ποσότητα διαλύτη.

6.23. α) Θα είναι η μισή σε σχέση με το διάλυμα Α, δηλαδή 0,05 M αφού, όπως φαίνεται, στον ίδιο όγκο διαλύματος στο Β υπάρχουν τα μισά ιόντα σε σχέση με το Α. β) $c_1V_1 = c_2V_2 \Rightarrow V_2 = c_1V_1/c_2 = 0,1 \cdot 0,05/0,05 = 0,1 \text{ L} = 100 \text{ mL}$, άρα προστέθηκαν $V_2 - V_1 = 100 - 50 = 50 \text{ mL}$ νερού.

6.24. α) $c_1V_1 = c_2V_2 \Rightarrow V_1 = c_2V_2/c_1 = 1 \cdot 0,025/2,5 = 0,01 \text{ L} = 10 \text{ mL}$.

6.25. $c_1V_1 = c_2V_2 \Rightarrow V_2 = c_1V_1/c_2 = 12 \cdot 0,05/0,1 = 6 \text{ L}$.

6.26. α) $\text{NaCl } n = m/M = 35,1/58,5 = 0,6 \text{ mol}$, $c = n/V = 0,6/0,3 = 2 \text{ M}$, β) $V_B = V_A - V_{\text{νερού εξαιμ}} = 300 - 100$

$= 200 \text{ mL}$, $c_AV_A = c_BV_B \Rightarrow c_B = c_AV_A/V_B = 2 \cdot 0,3/0,2 = 3 \text{ M}$.

6.27. $c_1V_1 = c_2V_2 \Rightarrow V_2 = c_1V_1/c_2 = 0,25 \cdot 0,2/0,4 = 0,125 \text{ L} = 125 \text{ mL}$, άρα πρέπει να εξαιμίστουν $V_1 - V_2 = 200 - 125 = 75 \text{ mL}$ νερού.

6.28. $n_1 + n_{\text{προσθ}} = n_2 \Rightarrow c_1V_1 + n_{\text{προσθ}} = c_2V_2 \Rightarrow c_2 = (c_1V_1 + n_{\text{προσθ}})/V_2$ (1)

$n_{\text{προσθ}} = m/M = 0,85/85 = 0,01 \text{ mol}$ και $V_1 = V_2 = 200 \text{ mL} = 0,2 \text{ L}$, άρα η (1) γίνεται:

$c_2 = (0,01 \cdot 0,2 + 0,1)/0,2 = 0,03/0,2 = 0,15 \text{ M}$.

6.29. $n_1 + n_{\text{προσθ}} = n_2 \Rightarrow c_1V_1 + n_{\text{προσθ}} = c_2V_2 \Rightarrow n_{\text{προσθ}} = c_2V_2 - c_1V_1$, αλλά $V_1 - V_2 = V$, οπότε $n_{\text{προσθ}} = (c_2 - c_1)V = (0,8 - 0,3)0,6 = 0,3 \text{ mol NH}_3$, οπότε $m = n \cdot M = 0,3 \cdot 17 = 5,1 \text{ g NH}_3$.

6.30. $n_1 + n_2 = n_3 \Rightarrow c_1V_1 + c_2V_2 = c_3(V_1 + V_2) \Rightarrow c_3 = (c_1V_1 + c_2V_2)/(V_1 + V_2) = c_3 = (0,1 \cdot 3 + 0,6 \cdot 2)/3 + 2 \Rightarrow c_3 = 1,5/5 \Rightarrow c_3 = 0,3 \text{ M}$.

6.31. Έστω ότι αναμειγνύουμε $V_1 \text{ L}$ από το Δ_1 και $V_2 \text{ L}$ από το Δ_2 .

$n_1 + n_2 = n_3 \Rightarrow c_1V_1 + c_2V_2 = c_3(V_1 + V_2) \Rightarrow 3 \cdot V_1 + 1 \cdot V_2 = 1,5(V_1 + V_2) \Rightarrow 1,5V_1 = 0,5V_2 \Rightarrow V_1/V_2 = 0,5/1,5 \Rightarrow V_1/V_2 = 1/3$.



6.33. α) $\text{NaOH} + \text{HBr} \rightarrow \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$. Στο σημείο πλήρους εξουδετέρωσης και επειδή η αναλογία των συντελεστών είναι 1:1, τα mol των δύο αντιδρώντων που έχουν αντιδράσει θα είναι ίσα: $n_1 = n_2 \Rightarrow c_1V_1 = c_2V_2 \Rightarrow c_1 = c_2V_2/V_1 = 0,75 \cdot 0,04/0,06 = 0,5 \text{ M}$. β) Τα mol του HBr που αντέδρασαν είναι $n = c \cdot V = 0,75 \cdot 0,04 = 0,03 \text{ mol}$.

Το 1 mol HBr παράγει 1 mol NaBr

Τα 0,03 mol παράγουν $x = ; \quad x = 0,03 \text{ mol NaBr}$.

Ο όγκος του τελικού διαλύματος είναι $V_1 + V_2 = 60 + 40 = 100 \text{ mL}$, οπότε $c_{\text{άλατος}} = n/V = 0,03/0,1 = 0,3 \text{ M}$.

Σημείωση: Τα mol του άλατος μπορούν να υπολογιστούν και από τα mol του NaOH, αφού και αυτό αντιδρά πλήρως.

Γενικά προβλήματα

6.34. $n_1 = n_2 \Rightarrow c_1V_1 = c_2V_2 \Rightarrow V_2 = c_1V_1/c_2 = 12 \cdot 0,025/5 = 0,06 \text{ L} = 60 \text{ mL}$, επομένως πρέπει να προσθέσουμε $V = V_2 - V_1 = 60 - 25 = 35 \text{ mL}$ νερού.

6.35. $n_1 = n_2 \Rightarrow c_1 V_1 = c_2 V_2 \Rightarrow c_1 V_1 = c_2 \cdot 5 V_1 \Rightarrow c_1 = 5 c_2 \Rightarrow c_2 = c_1 / 5 = 2 / 5 = 0,4 \text{ M}$.

6.36. $n_1 + n_2 = n_3 \Rightarrow c_1 V_1 + c_2 V_2 = c_3 V_3 \Rightarrow 0,5 V_1 + 0,1 V_2 = 0,2 (V_1 + V_2) \Rightarrow 0,3 V_1 = 0,1 V_2 \Rightarrow V_2 = 3 V_1$. Επίσης $V_1 + V_2 = 2 \text{ L}$, οπότε $V_1 + 3 V_1 = 2 \Rightarrow V_1 = 0,5 \text{ L}$ και $V_2 = 1,5 \text{ L}$.

6.37. Η αντίδραση εξουδετέρωσης είναι $\text{H}_3\text{PO}_4(\text{aq}) + 3\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{Na}_3\text{PO}_4(\text{aq})$

NaOH : $n = c \cdot V = 0,1 \cdot 0,015 = 0,0015 \text{ mol}$.

Το $1 \text{ mol H}_3\text{PO}_4$ αντιδρά με 3 mol NaOH

Τα $x =$; αντιδρούν με $0,0015 \text{ mol } x = 0,0005 \text{ mol H}_3\text{PO}_4$.

Διάλυμα H_3PO_4 : $c = n/V = 0,0005/0,02 = 0,025 \text{ M}$.

6.38. α) Το 1 mol O_3 αντιδρά με 2 mol NaI

Τα $6 \times 10^{-6} \text{ mol}$ αντιδρούν με $x =$; $x = 12 \times 10^{-6} \text{ mol}$

NaI , β) O_3 : $n = m/M = 0,0024/48 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ mol O}_3$,

Το 1 mol O_3 αντιδρά με 2 mol NaI

Τα $5 \times 10^{-5} \text{ mol}$ αντιδρούν με $y =$; $y = 10^{-4} \text{ mol}$

NaI , $m = n \cdot M = 10^{-4} \cdot 150 = 0,015 \text{ g NaI}$.

6.39. α) HCl : $n = m/M = 73/36,5 = 2 \text{ mol}$, $c_A = n/V =$

$2/0,5 = 4 \text{ M}$, β) $c_A V_A = c_B V_B \Rightarrow c_B = c_A V_A / V_B = 4 \cdot 0,5/2$

$= 1 \text{ M}$, γ) $\text{Mg}(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{MgCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2(\text{g})$

Mg : $n = m/M = 1,2/24 = 0,05 \text{ mol Mg}$

Το 1 mol Mg παράγει 1 mol H_2

Τα $0,05 \text{ mol}$ παράγουν $x =$; $x = 0,05 \text{ mol H}_2$, $m = n$

$\cdot M = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ g H}_2$.

6.40. CaCl_2 : $n = c \cdot V = 0,05 \cdot 1,5 = 0,075 \text{ mol}$,

$\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$: $n = c \cdot V = 0,08 \cdot 1,5 = 0,12 \text{ mol}$.

$3\text{CaCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaCl}$

$0,075 \text{ mol } 0,05 \text{ mol}$

$3\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{Na}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaNO}_3$

$0,12 \text{ mol } 0,08 \text{ mol}$

Επομένως χρειάζονται $0,05 + 0,08 = 0,13 \text{ mol}$

Na_3PO_4 δηλαδή $m = n \cdot M = 0,13 \cdot 164 = 21,32 \text{ g}$

Na_3PO_4 .

6.41. α) ασπαρτάμη: $n = m/M = 0,1764/294 = 0,0006 \text{ mol}$.

Το 1 mol ασπαρτάμης παράγει $1 \text{ mol CH}_3\text{OH}$

Τα $0,0006 \text{ mol}$ παράγουν $x =$; $x = 0,0006 \text{ mol CH}_3\text{OH}$.

CH_3OH : $m = n \cdot M \Rightarrow m = 0,0006 \cdot 32 = 0,0192 \text{ g} =$

$19,2 \text{ mg CH}_3\text{OH}$.

β) $52 \text{ kg} \cdot 428 \text{ mg/kg} = 22256 \text{ mg}$ είναι η θανατηφόρα δόση, $22256/19,2 = 1159$ κουτιά αναψυκτικού.

6.42. α) $M = 74,5$,

β) $[\text{:}\ddot{\text{Cl}}-\ddot{\text{O}}\text{:}]^{\ominus}$

γ) $\text{Cl}_2(\text{g}) + 2\text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaClO}(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell)$, δ) $n = c \cdot V = 0,7 \cdot 0,5 = 0,35 \text{ mol NaClO}$

Τα 2 mol NaOH παράγουν 1 mol NaClO

$x =$; παράγουν $0,35 \text{ mol } x = 0,7 \text{ mol NaOH}$.

NaOH : $m = n \cdot M = 0,7 \cdot 40 = 28 \text{ g NaOH}$.

Δημιουργοί αντικειμένου: Κωνσταντίνος Μεθενίτης, Τμήμα Χημείας Ε.Κ.Π.Α., Χριστόδουλος Μακεδόνας, Ευαγγελική Σχολή Σμύρνης, Θεόδωρος Βαχλιώτης, 2ο ΓΕ.Λ Νέας Ιωνίας, **Υλοποίηση:** Μαρία Καψάλη, Μαρία Παπαευσταθίου, **Εικόνες:** Shutterstock, **Πλαίσιο Υλοποίησης:** Σχολικό βιβλίο Χημείας Α' Λυκείου, **Άδεια χρήσης αντικειμένου:** Μόνο για εκπαιδευτικούς σκοπούς στις σχολικές μονάδες με αναφορά του εκδότη, **Εκδόσεις UNIBOOKS**, Φεβρουάριος 2024

UNIBOOKS