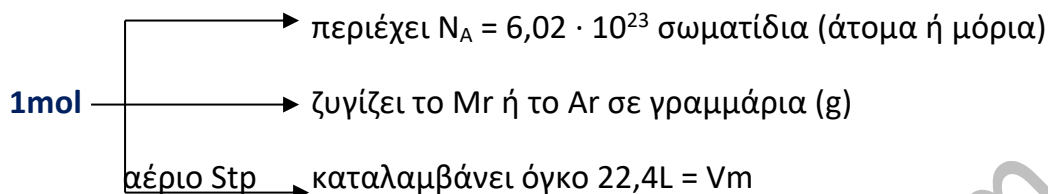


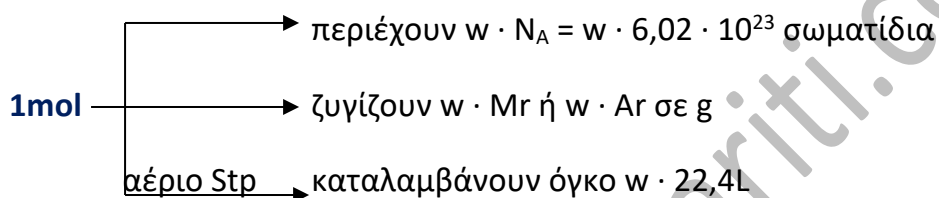
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΕΦ. 4°

ΧΗΜΕΙΑ Α' ΛΥΚΕΙΟΥ

Θυμάμαι πάντα ότι:

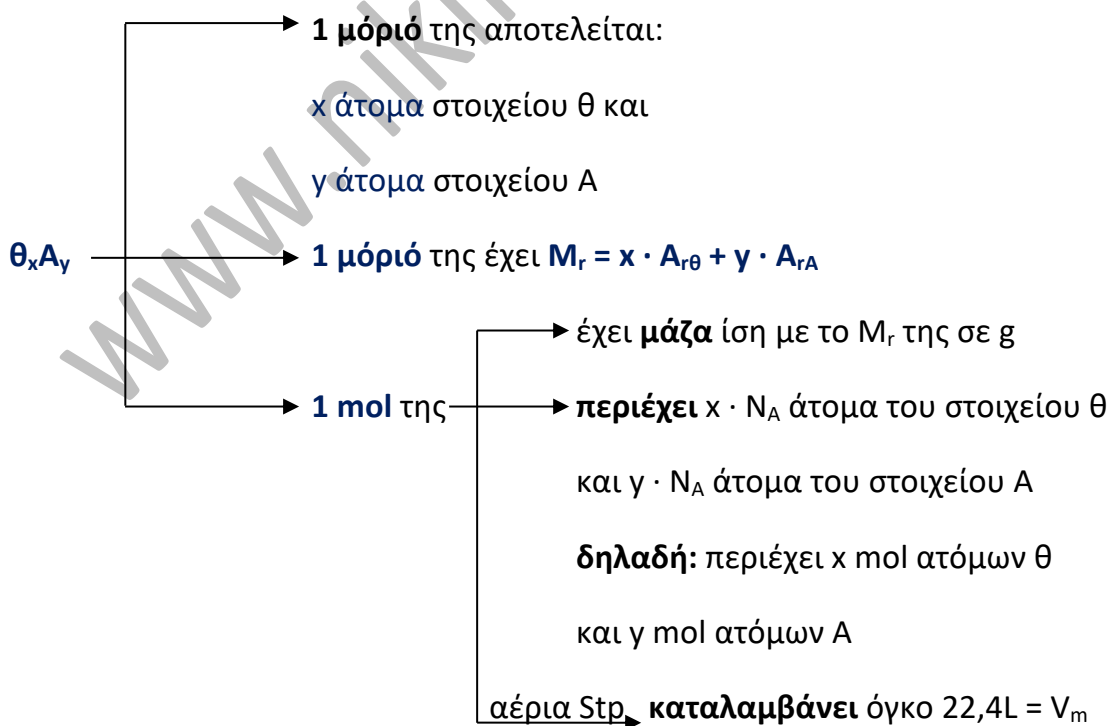


Οπότε τα w mol έχουν:



Έτσι έστω μία **χημική ένωση** $\theta_x A_y$ ($\theta^{+y} + A^{-x} \rightarrow \theta_x A_y$).

Από τον μοριακό τύπο (Μ.Τ.) της ένωσης $\theta_x A_y$ έχουμε:



Οπότε προκύπτουν οι εξής τύποι που αφορούν **mol** μίας χημικής ένωσης.
(**Προσοχή!** Δεν αφορούν μίγμα ενώσεων)

$$n = \frac{x}{N_A} \quad (1) \rightarrow \text{Υπολογίζω mol ένωσης από το πλήθος των μορίων της και αντιστρόφως.}$$

$$n = \frac{m(g)}{Mr\left(\frac{g}{mol}\right)} \quad (2) \rightarrow \text{Υπολογίζω mol ένωσης από την μάζα της ένωσης και αντιστρόφως.}$$

$$n = \frac{V(L)}{V_m(L)} \quad (3) \rightarrow \text{Υπολογίζω mol της ένωσης (αν είναι αέρια σε Stp) από τον όγκο της και αντιστρόφως.}$$

(Sos! Η αναλογία όγκων = αναλογία mol)

Όπου:

n = πλήθος mol της χημικής ένωσης

x = πλήθος μορίων της ένωσης (που μου δίνεται ή που μου ζητείται)

N_A = αριθμός Avogadro = $6,02 \cdot 10^{23}$ μόρια της ένωσης/mol

m = η μάζα της ένωσης (που μου δίνεται ή που μου ζητείται)

M_r = η σχετική μοριακή μάζα της ένωσης

V = ο όγκος της ένωσης (που μου δίνεται ή που μου ζητείται)

V_m = 22,4L

Αν η ένωση είναι αέρια σε Stp

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΕΦ. 4° Α' ΛΥΚΕΙΟΥ

- Δίνεται η αναλογία ισοτόπων χημικών στοιχείων (στοιχεία με ίδιο ατομικό αριθμό και διαφορετικό μαζικό αριθμό) και ζητείται το A_r του χημικού στοιχείου.**

Σημείωση: Όταν δύο στοιχεία έχουν ίδιο ατομικό αριθμό, τότε είναι στοιχεία του ίδιου τύπου (θέσης) στον περιοδικό πίνακα, π.χ. $^{12}_6C$ και $^{13}_6C$

[Παράδειγμα]: Έστω το στοιχείο $^{A_1}_Z\Sigma$ και $^{A_2}_Z\Sigma$ με αναλογία 20% και 80% αντιστοίχως το καθένα. Το A_r του στοιχείου $^A_Z\Sigma$ είναι: $A_r = \frac{20}{100} A_1 + \frac{80}{100} A_2$.

2. Δίνεται το A_r ενός στοιχείου (ως μέσος όρος των A_r όλων των ισοτόπων αυτού του στοιχείου) και ζητείται η % αναλογία του κάθε ισοτόπου του στη διαμόρφωση του A_r του στοιχείου.

[Παράδειγμα]: Έστω το στοιχείο ${}_Z^A\Sigma$ έχει δύο ισότοπα, τα ${}_Z^{A_1}\Sigma$ και ${}_Z^{A_2}\Sigma$ με άγνωστη αναλογία μεταξύ τους, έστω $x\%$ για το ${}_Z^{A_1}\Sigma$ και $y\%$ για το ${}_Z^{A_2}\Sigma$.

Να βρεθεί το A_r του κάθε ισοτόπου.

$$\text{Επειδή } x\% + y\% = 100\% \Rightarrow y\% = (100-x)\%$$

$$\text{Άρα: } A_r = \frac{x}{100} A_1 + \frac{(100-x)}{100} A_2.$$

3. Δίνεται το M_r μίας χημικής ένωσης (προσοχή! όχι μίγμα) και ζητείται ο μοριακός τύπος (Μ.Τ.) της ένωσης ή αντιστρόφως δίνεται ο Μ.Τ. της ένωσης και ζητείται το M_r της ένωσης.

[Παράδειγμα]: Έστω η χημική ένωση CO_x που έχει $M_r = 44$.

Να βρεθεί ο Μ.Τ. της ένωσης.

$$\text{Αφού } M_r = A_{rC} + x \cdot A_{rO} \text{ έχουμε: } 44 = 12 + x \cdot 16 \Rightarrow \frac{44-12}{16} = x$$

Άρα: $x = 2$. Συνεπώς ο Μ.Τ. της ένωσης είναι: CO_2 .

4. Δίνεται η περιεκτικότητα % της χημικής ένωσης σε ένα στοιχείο της (ή περισσότερα) και ζητείται ο Μ.Τ. της και αντιστρόφως.

[Παράδειγμα]: Έχουμε την χημική ένωση M_2O_3 με 47%Ο.

Να βρεθεί ο Μ.Τ. της ένωσης.

Αφού η ένωση M_2O_3 αποτελείται από 2 άτομα Μ και 3 άτομα Ο, τότε το 1 mol της ένωσης θα αποτελείται από 2 mol ατόμων Μ και 3 mol ατόμων Ο. Αφού η ένωση αποτελείται από 47%Ο τότε έχουμε:

$$100\text{g } \text{M}_2\text{O}_3 \text{ έχουν } 47\text{g O}$$

$$M_r \text{ ένωσης έχει } 3 \cdot A_{rO} \text{ g}$$

$$\text{Άρα: } M_r = \frac{(3 \cdot 16) \cdot 100}{47} = 102$$

5. Προσδιορισμός της σύστασης ενός μίγματος χημικών ενώσεων

Προσοχή! Δεν γνωρίζουμε την συμμετοχή κάθε χημικής ένωσης που μετέχει στο μίγμα στην ολική ποσότητα του μίγματος, δηλαδή δεν ξέρω από την ολική μάζα του μίγματος που (πιθανόν) μας δίνεται πόση από αυτή είναι μάζα που προέρχεται από κάθε συστατικό του μίγματος, το ίδιο και για τον όγκο του μίγματος, το ίδιο και για κάθε ολική τιμή ενός μεγέθους του μίγματος, οπότε πρέπει κάθε συστατικό του μίγματος να το μελετήσω ξεχωριστά!

Βασική στρατηγική:

- i. Θέτω έστω ότι το μίγμα μου αποτελείται από α mol του ενός συστατικού του (μίας χημικής ένωσης) και αποτελείται το μίγμα μου και από β mol της άλλης χημικής ουσίας που σύμφωνα με την εκφώνηση της άσκησης είναι συστατικό του μίγματος.
- ii. Από την εκφώνηση της άσκησης παρατηρώ ποια ολικά μεγέθη του μίγματος μου δίνονται. [π.χ. μου δίνει τη μάζα του μίγματος σε g και τον όγκο του μίγματος σε cm^3 – το μίγμα είναι αέριο]
- iii. Μετατρέπω τα mol α και τα mol β του κάθε συστατικού του μίγματος σε g στην αρχή. Οπότε δημιουργώ μία σχέση:

$$\text{Μάζα μίγματος (γνωστή τιμή) } g = (\alpha \cdot M_{\text{ένωσης1}} + \beta \cdot M_{\text{ένωσης2}}) g$$

[Εξίσωση 1]

- iv. Ομοίως λειτουργώ και για την άλλη γνωστή ολική τιμή του μίγματος, εδώ ο όγκος του μίγματος που μου δίνεται από την εκφώνηση. Δηλαδή μετατρέπω τα mol α και τα mol β του κάθε συστατικού του μίγματος σε L. Οπότε δημιουργώ μία δεύτερη σχέση:

$$\text{Όγκος μίγματος (γνωστή τιμή) } L = (22,4 L \cdot \alpha + 22,4 L \cdot \beta) \text{ [Εξίσωση 2]}$$

- v. Τώρα έχω στη διάθεσή μου ένα σύστημα δύο εξισώσεων με δύο αγνώστους. Οι εξισώσεις αφορούν τα ολικά δεδομένα του μίγματος που μου είναι γνωστά από την εκφώνηση και οι άγνωστοί μου είναι τα mol α και τα mol β των συστατικών του μίγματος (τα οποία έθεσα στην αρχή).
- vi. Λύνω το σύστημα ως εξής: Λύνω τη μία εξίσωση ως προς α και την τιμή που βρίσκω και περιέχει μέσα τον άγνωστο β την αντικαθιστώ

στο αντίστοιχο α της 2^{ης} εξίσωσης. Οπότε λύνω τη 2^η εξίσωση ως προς β και μετά επιστρέφω με την αριθμητική τιμή του β στην πρώτη εξίσωση και υπολογίζω και την τιμή α .

Καταστατική εξίσωση των ιδανικών αερίων

Όταν οι συνθήκες που μας δίνονται για ένα αέριο δεν είναι stp τότε χρησιμοποιώ την $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$, $R = 0,082 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Οπότε όταν δίνονται οι συνδυασμοί:

- P και V και T βρίσκω n
- P και V και n βρίσκω T
- P και T και n βρίσκω V
- V και n και T βρίσκω P

κ.ο.κ.

Επίσης επειδή ισχύουν οι τύποι:

- $n = \frac{m}{M_r}$ η εξίσωση γίνεται: $P \cdot V = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T$

και ο τύπος της πυκνότητας

- $\rho = \frac{m}{V}$ η εξίσωση γίνεται: $P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow P \cdot V = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T \Rightarrow$

$$M_r \cdot P \cdot V = m \cdot R \cdot T \Rightarrow M_r \cdot P = \frac{m}{V} \cdot R \cdot T \Rightarrow M_r = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{P} \text{ ή } \rho = \frac{P \cdot M_r}{R \cdot T}$$

Προσοχή!

Ο V στην καταστατική εξίσωση πρέπει να είναι **πάντα σε L**. Οπότε κάνω μετατροπές:

$$1\text{L} = 10^3\text{mL} \text{ ή } \text{cm}^3 \text{ και } 1\text{L} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

Η P στην καταστατική εξίσωση πρέπει να είναι **πάντα σε atm**. Οπότε κάνω μετατροπές:

$$1\text{atm} = 760 \text{ mmHg} \text{ και } 1\text{atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$1\text{Pa} = 1 \text{ Newton(N)}/\text{m}^2$$

Αυτά συμβαίνουν επειδή το R είναι εκφρασμένο σε L και atm. Αν δεν υπάρχει η σταθερά R τότε μπορώ να χρησιμοποιώ όποιες μονάδες θέλω για V και P και το ζητούμενο μέγεθος να υπολογίζεται σε αυτές τις μονάδες.

Επειδή η καταστατική εξίσωση $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ ως προς n δίνει: $n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T}$ τότε όταν γνωρίζουμε ότι τα mol (n) ενός αερίου παραμένουν σταθερά σε δύο διαφορετικές συνθήκες, ισχύει:

$$n = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{P_2 \cdot V_2}{T_2} = n$$

Από τον παραπάνω συνδυαστικό νόμο γίνεται φανερό ότι **αν n και V είναι σταθερά για ένα αέριο**, τότε:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2},$$

όπου P_1, T_1 = συνθήκες₁ και P_2, T_2 = συνθήκες₂ του ίδιου αερίου

Αν **n και P παραμένουν σταθερά**, τότε:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Αν **n και T παραμένουν σταθερά**, τότε:

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Συγκέντρωση διαλύματος ή μοριακότητα κατ' όγκο διαλύματος

$$C = \frac{n}{V}$$

όπου:

C = συγκέντρωση της διαλυμένης ουσίας σε **1L διαλύματος**

n = mol της διαλυμένης ουσίας (δ.ο.)

V = όγκος διαλύματος (L)

π.χ. διάλυμα ζάχαρης 0,2M σημαίνει: Σε 1L διαλύματος υπάρχουν 0,2mol ζάχαρης

Πάντα έχω κατά νου τους τύπους:

$$1. \quad n = \frac{m}{M_r}, \text{ οπότε: } C = \frac{n}{V} \text{ ή } C = \frac{\frac{m}{M_r}}{\frac{V}{1}} \text{ ή } C = \frac{m}{M_r \cdot V}$$

$$2. \quad n (\text{αέριο}) = \frac{V}{V_m}, \text{ οπότε: } C = \frac{n}{V} \text{ ή } C = \frac{\frac{V}{V_m}}{\frac{1}{V}} \text{ ή } C = \frac{n \cdot V_m}{V}$$

όπου V_m είτε σε str (22,4 L) είτε, σε άλλες συνθήκες όπως προκύπτει από την καταστατική εξίσωση

$$3. \rho = \frac{m}{V}, \text{ οπότε: } C = \frac{n}{V} \text{ ή } C = \frac{\frac{n}{m}}{\frac{1}{\rho}} \text{ ή } C = \frac{n \cdot \rho}{m}$$

και όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί τους.

Όταν δίνεται μία έκφραση περιεκτικότητας ενός διαλύματος (π.χ. σε %w/w ή %w/v ή %v/v) και ζητείται μία άλλη έκφραση περιεκτικότητας του διαλύματος π.χ. C. Τότε τα βήματα είναι:

α. Ανάλυση της γνωστής έκφρασης περιεκτικότητας (π.χ. έχω ως γνωστή α% w/v)

οπότε:

Σε 100mL διαλύματος υπάρχουν α g δ.ο.

β. Προσαρμογή της παραπάνω έκφρασης στα γνωστά από την εκφώνηση (είτε v είτε g δ.ο.)

π.χ.

Σε 100mL διαλύματος υπάρχουν α g δ.ο.

Σε 500mL (είναι γνωστό από την εκφώνηση) >> >> x;

$$500 \cdot \alpha = 100 \cdot x \Rightarrow x = \frac{500 \cdot \alpha}{100} \Rightarrow x = 5\alpha \text{ g δ.ο.}$$

γ. Μετατροπή των g της δ.ο. σε mol από τον τύπο $n = \frac{m}{M_r}$ ως εξής:

1mol της ένωσης ζυγίζει M_r g

y mol; >> >> 5α g

$$M_r \cdot y = 5\alpha \Rightarrow y = \frac{5\alpha}{M_r} \text{ mol} = n$$

δ. Αναγωγή στο 1L ως εξής:

500mL διαλύματος έχουν $\frac{5\alpha}{M_r} = n \text{ mol Δ.Ο.}$

1000mL >> >> z;

$$500z = \frac{5\alpha}{M_r} \cdot 1000 \Rightarrow z = 10 \alpha / M_r$$

Πάντα έχω κατά νου:

1. $n = \frac{m}{M_r}$
2. $n = \frac{V}{V_m}$ (αέριο)
3. $C = \frac{n}{V}$
4. $\rho = \frac{m}{V}$

π.χ. Ποια είναι η συγκέντρωση ενός διαλύματος NaOH με $V = 500 \text{ mL}$ και περιεκτικότητα 8% w/w; Δίνεται η πυκνότητα του διαλύματος $\rho = 1,07 \text{ g/mL}$.

α. Ανάλυση γνωστής περιεκτικότητας: Σε 100 g διαλύματος έχω 8 g NaOH.

β. Προσαρμογή στα γνωστά της εκφώνησης: Επειδή η συγκέντρωση ενός διαλύματος είναι ανά (L) διαλύματος πρέπει να μετατρέψω τα g διαλύματος σε mL ή L και επειδή η συγκέντρωση του διαλύματος είναι εκφρασμένη σε mol Δ.Ο. πρέπει να μετατρέψω τα g Δ.Ο. σε mol Δ.Ο.

i) Μετατροπή g διαλύματος σε mL διαλύματος: πυκνότητα διαλύματος

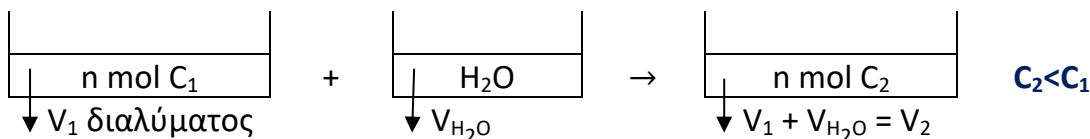
$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} \text{ ή } V = \frac{100\text{g}}{1,07\text{g/mL}} = 93,5 \text{ mL ή } 0,0935 \text{ L}$$

ii) Μετατροπή g Δ.Ο. (NaOH) σε mol Δ.Ο.: $M_r \text{ Δ.Ο.}$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{8\text{g NaOH}}{40\text{g/mol NaOH}} \text{ ή } n = 0,2 \text{ mol NaOH}$$

γ. Υπολογίζω τη ζητούμενη συγκέντρωση:

$$C = \frac{n}{V} \text{ ή } C = \frac{0,2 \text{ mol}}{0,0935 \text{ L}} = 2,14 \text{ mol/L} = 2,14 \text{ M}$$

Αραίωση διαλύματος**Ισχύει:**

1. Για την δ.ο.: Στο αρχικό διάλυμα όγκου V₁ είχα n mol δ.ο.
Στο τελικό διάλυμα όγκου V₂ έχω πάλι n mol δ.ο.

2. Για το διάλυμα: $V_2 > V_1$ αφού $V_1 + V_{H_2O} = V_2$

3. Για τη συγκέντρωση: Στο αρχικό διάλυμα όγκου V_1 είχα $C_1 = \frac{n}{V_1}$
 Στο τελικό διάλυμα όγκου V_2 είχα $C_2 = \frac{n}{V_2}$

Όμως αφού $V_1 < V_2$ και n το ίδιο σημαίνει ότι $C_2 < C_1$ και φυσικά: $n = C_1 \cdot V_1$
 και $n = C_2 \cdot V_2$ **άρα $[C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2]$.**

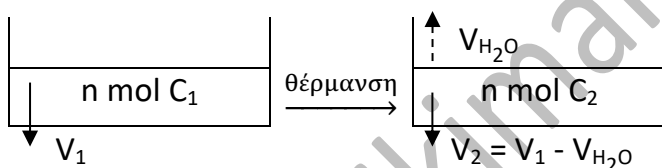
Όταν δίνονται τα 3 από τα 4 συστατικά του τύπου της αραιώσης $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$ υπολογίζω το ζητούμενο κατευθείαν από τον τύπο αυτό.

Διαφορετικά κάνω όλες τις μετατροπές δεδομένων που έχω σε 3 από τα 4 στοιχεία του τύπου και κατόπιν λύνω ως προς το ζητούμενο.

Για τις μετατροπές έχω πάντα κατά νου:

$$n = \frac{m}{M_r}, n = \frac{V}{V_m}, C = \frac{n}{V}, \rho = \frac{m}{V}$$

Συμπύκνωση διαλύματος: Με αφαίρεση διαλύτη



Ισχύει:

1. Για την δ.ο.: Στο αρχικό διάλυμα όγκου V_1 είχα n mol δ.ο.
 Στο τελικό διάλυμα όγκου V_2 έχω n mol δ.ο.

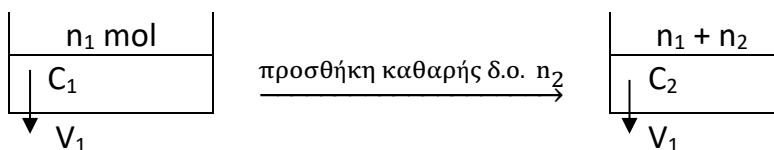
2. Για το διάλυμα: $V_2 < V_1$ αφού $V_2 = V_1 - V_{H_2O}$

3. Για τη συγκέντρωση: Στο αρχικό διάλυμα όγκου V_1 είχα $C_1 = \frac{n}{V_1}$
 Στο τελικό διάλυμα όγκου V_2 είχα $C_2 = \frac{n}{V_2}$

Όμως αφού $V_2 < V_1$ και n το ίδιο, σημαίνει ότι $C_2 > C_1$ και φυσικά: $n = C_1 \cdot V_1$
 και $n = C_2 \cdot V_2$ **άρα $[C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2]$.**

Οπότε ισχύουν οι στρατηγικές λύσης μίας άσκησης που αναφέρθηκαν πριν (στην αραιώση).

Συμπύκνωση διαλύματος: Με προσθήκη δ.ο. χωρίς μεταβολή του όγκου του διαλύματος



Ισχύει:

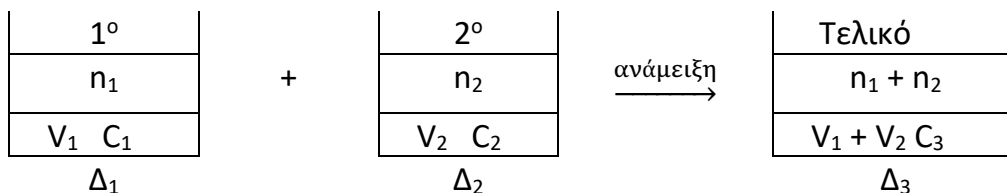
1. Για την δ.ο.: Στο αρχικό διάλυμα όγκου V_1 είχα $n_1 \text{ mol}$ Δ.Ο.
Στο τελικό διάλυμα όγκου V_2 είχα $n_1 + n_2 \text{ mol}$ Δ.Ο.
2. Για το διάλυμα: V_1 (αρχικό διάλυμα) = V_1 (τελικό διάλυμα) (εκτός και αν ρητώς στην άσκηση αναφέρεται κάτι διαφορετικό).
3. Για τη συγκέντρωση: Στο αρχικό διάλυμα όγκου V_1 είχα $C_1 = \frac{n_1}{V_1}$
Στο τελικό διάλυμα όγκου V_1 έχω $C_2 = \frac{n_1 + n_2}{V_1}$

Όμως αφού $n_1 + n_2 > n_1$ και $V_1 = V_1$ αυτό σημαίνει ότι $C_2 > C_1$. Εδώ ισχύει: $n_1 = C_1 \cdot V_1$ και $n_1 + n_2 = C_2 \cdot V_1$ όμως $n_1 \neq n_1 + n_2$ **άρα $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_1$.**

Από κει και πέρα κάθε άσκηση λύνεται με βάση τη στρατηγική: (εξαρτάται από τα δεδομένα που έχω)

- α. Μετατρέπω ό,τι μου δίνει η εκφώνηση σε $\text{mol } n_1$ και $\text{mol } n_2$
- β. Μετατρέπω ό,τι μου δίνει η εκφώνηση σε C_1 ή/και C_2
- γ. Μετατρέπω ό,τι μου δίνει η εκφώνηση σε V_1 και χρησιμοποιώ κατόπιν τους τύπους $C_1 = \frac{n_1}{V_1}$ ή/και $C_2 = \frac{n_1 + n_2}{V_1}$

Συγκέντρωση διαλύματος από ανάμειξη δύο διαφορετικών διαλυμάτων της ίδιας δ.ο.



Ισχύει:

- Για την διαλυμένη ουσία: Στο 1^ο διάλυμα: n_1 mol
Στο 2^ο διάλυμα: n_2 mol
Στο τελικό διάλυμα: $(n_1 + n_2)$ mol
- Για τον όγκο του διαλύματος: 1^ο διάλυμα: V_1 (L)
2^ο διάλυμα: V_2 (L)
Τελικό διάλυμα: $(V_1 + V_2)$ (L).
- Για τη συγκέντρωση του διαλύματος: 1^ο διάλυμα: $C_1 = \frac{n_1}{V_1}$
2^ο διάλυμα: $C_2 = \frac{n_2}{V_2}$

Τελικό διάλυμα: $\frac{n_1+n_2}{V_1+V_2}$ ή $\frac{C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2}{V_1 \cdot V_2} = C_3$

Συγκέντρωση διαλύματος που προκύπτει από ανάμειξη δύο διαφορετικών διαλυμάτων, δύο διαφορετικών δ.ο. που δεν αντιδρούν μεταξύ τους.

1 ^ο	+	2 ^ο	→ ανάμειξη →	Τελικό
n_A		n_B		$n_A + n_B$
$V_1 \quad C_A$		$V_2 \quad C_B$		$V_1 + V_2$
Δ_1		Δ_2		$\Delta_{\text{τελικό}}$

Ισχύει:

- Για την δ.ο. σε κάθε διάλυμα: 1^ο περιέχει: $n_A \text{ mol} = C_A \cdot V_1$
2^ο περιέχει: $n_B \text{ mol} = C_B \cdot V_2$
Τελικό διάλυμα: $C_{A'} = \frac{n_A}{V_1+V_2}$
 $C_{B'} = \frac{n_B}{V_1+V_2}$
- Για το διάλυμα κάθε φορά: 1^ο έχει όγκο: V_1 (L)
2^ο έχει όγκο: V_2 (L)
Τελικό έχει όγκο: $(V_1 + V_2)$ (L).
- Για τη συγκέντρωση κάθε φορά: 1^ο έχει συγκέντρωση της δ.ο.Α: $C_A = \frac{n_A}{V_1}$
2^ο έχει συγκέντρωση της δ.ο.Β: $C_B = \frac{n_B}{V_2}$
Τελικό έχει συγκέντρωση ως προς την δ.ο.Α: $C_{A'} = \frac{n_A}{V_1+V_2}$

Ως προς την δ.ο._B έχει συγκέντρωση:

$$C_{B'} = \frac{n_B}{V_1 + V_2}$$

Όμως $n_A = C_A \cdot V_1$ άρα $C_{A'} = \frac{C_A \cdot V_1}{V_1 + V_2}$ και

$$n_B = C_B \cdot V_2 \text{ άρα } C_{B'} = \frac{C_B \cdot V_2}{V_1 + V_2}$$

Πάντα έχω κατά νου:

$$n \text{ (αέριο)} = \frac{V}{V_m},$$

$$C = \frac{n_{\Delta.ο.}}{V_{\delta/\tau\omicron\varsigma}},$$

$$n_{\Delta.ο.} = \frac{m}{Mr},$$

$$\rho_{\delta/\tau\omicron\varsigma} = \frac{m_{\delta/\tau\omicron\varsigma}}{V_{\delta/\tau\omicron\varsigma}},$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \text{ (αέρια)},$$

$$V_m \text{ (stp)} = 22,4 \text{ L}$$

ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ: ΒΑΣΙΚΑ ΒΗΜΑΤΑ

1. Μετατροπή των δεδομένων (m, $V_{(\alphaερίων)}$, %περιεκτικότητα δ/τος) σε mol
2. Χημική αντίδραση: και ισοστάθμισή της

SOS: Αν τα αντιδρώντα και τα προϊόντα είναι αέρια τότε ισχύει πάντα:
αναλογία όγκων είναι και αναλογία mol.

π.χ.

	$H_2SO_{4(g)}$	+	$2NaOH_{(g)}$	→	$Na_2SO_{4(g)}$	+	$2H_2O_{(g)}$
Στοιχ. mol	1mol		2mol		1mol		2mol
Στοιχ. V	1VL		2VL		1VL		2VL

Μπορώ να εργαστώ είτε μόνο με mol είτε μόνο με (L).

3. Τοποθετούμε πάνω στην αντίδραση τα δεδομένα μας (σε mol (αέριο) ή L) και βρίσκουμε όλα τα υπόλοιπα συστατικά της αντίδρασης χάρη στους στοιχειομετρικούς συντελεστές της αντίδρασης.

Παράδειγμα: Εφαρμογή σχολικού σελ. 149

SOS

Έστω η αντίδραση: $S + O_2 \rightarrow SO_2$

Στοιχειομ:	1mol	1mol	1mol
Αντιδ./παρ.	0,5mol*	x	y
Τελικά	-	-	0,5mol

*Είναι τα mol του S που υπολόγισα από τα δεδομένα (εδώ $16g=m_S$)

Δηλαδή: 1mol S απαιτεί 1mol O_2 για να αντιδράσει και θα παραχθούν 0,5mol SO_2 , από την αντίδραση αυτή, αφού φυσικά καταναλωθούν πλήρως τα 0,5mol S και 0,5mol O_2 που αποτελούν τα αντιδρώντα.

$$\text{Αλλιώς: } \frac{1\text{mol S}}{0,5\text{mol S}} = \frac{1\text{mol } O_2}{x \text{ mol } O_2} = \frac{1\text{mol } SO_2}{y \text{ mol } SO_2}$$

Δηλαδή η στοιχειομετρία κάθε αντίδρασης μπορεί να εκφραστεί ως αναλογία.

ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΜΕΙΓΜΑΤΑ

Βήματα:

- α. Έστω x, y, z, ... άγνωστοι (σε mol) κάθε συστατικό του μείγματος (όπως αυτό περιγράφεται στην εκφώνηση).

– Αν δίνεται η μάζα του μείγματος τότε έχουμε:

$$m_{\text{μείγματος}} = m_A + m_B + m_{\Gamma} + \dots + \boxed{n_A \cdot Mr_A} + \boxed{n_B \cdot Mr_B} + \dots +$$

$$m = n \cdot Mr \quad m = n \cdot Mr$$

Συστατικά A, B ... του μείγματος → (A) (B)

- Αν το μείγμα αποτελείται μόνο από αέρια συστατικά τότε:

$$V_{\text{μείγματος}} = V_A + V_B + V_{\Gamma} + \dots = n_A V_m + n_B V_m + n_{\Gamma} V_m + \dots = V_m (n_A + n_B + n_{\Gamma} + \dots),$$

όπου $V_m = 22,4\text{L (str)}$ αλλιώς προκύπτει

$$\text{από: } P \cdot V = n \cdot R \cdot T \text{ όπου } V_{\mu} = \frac{n_{\mu} \cdot R \cdot T}{P}$$

$$V_{\mu} = V_{\text{μείγματος}}$$

β. Εξετάζουμε κάθε συστατικό του μείγματος ξεχωριστά αν αυτό αντιδρά. (Δεν είναι απαραίτητο να αντιδρούν πάντα όλα τα συστατικά του μείγματος)

- Δηλαδή για κάθε συστατικό του μείγματος ξεχωριστά γράφουμε την αντίδραση και την στοιχειομετρία του, και την ανάγουμε στα άγνωστα mol του.

γ. Από κάθε αντίδραση ξεχωριστά υπολογίζουμε τον συνολικό αριθμό mol των κοινών αντιδρώντων. Ομοίως και για τα κοινά προϊόντα. Αυτά εξισώνονται με τα δεδομένα από την εκφώνησή μας.

δ. Δημιουργούμε το σύνολο των εξισώσεων (όσοι άγνωστοι τόσες εξισώσεις) και το επιλύουμε.

ΠΡΟΣΜΙΞΕΙΣ: Το/τα αντιδρών/ντα δεν είναι καθαρές ουσίες αλλά νοθευμένες.

ΚΑΘΑΡΟΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ: %περιεκτικότητα ενός δείγματος στην επιθυμητή ουσία.

π.χ. ένα δείγμα βωξίτη έχει καθαρότητα 65% σε Al_2O_3 . Δηλ. στα 100g του βωξίτη περιέχονται 65g Al_2O_3 .

Κατά κανόνα οι προσμίξεις δεν αντιδρούν, δηλ. είναι αδρανείς!

α) Δίνεται η καθαρότητα της ουσίας (%)

$m_{\text{δείγματος}} \rightarrow \% \text{καθαρότητα} \rightarrow m_{\text{καθ. ουσίας}} \rightarrow \text{mol}_{\text{καθ. ουσίας}} \rightarrow \text{στοιχειομετρία με mol καθ. ουσίας κ.ο.κ.}$

β) Ζητείται η καθαρότητα της ουσίας (%)

Έστω ότι στη δοθείσα μάζα_{δείγματος} υπάρχουν n mol της καθαρής ουσίας → στοιχειομετρία με το n (αν και άγνωστο του συμπεριφερόμαστε ως να είναι γνωστό) → υπολογισμός μάζας_{καθαρής ουσίας} → αναγωγή στα 100g του δείγματος.

Εφαρμογή σχολικό σελ. 150

Δεν ξεχνώ:

$(P \cdot V = n \cdot R \cdot T)$ για αέρια

$(n = \frac{m}{M_r})$ μάζα και $(n = \frac{V}{V_m})$ αέρια

$(C = \frac{n}{V})$ διαλύματα

$(\rho = \frac{m}{V})$ διαλύματος

stp: 0°C και 1atm

ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ: Το ένα από τα αντιδρώντα τουλάχιστον βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα από αυτή που ορίζεται από την στοιχειομετρική αναλογία της αντίδρασης (δηλ. βρίσκεται σε περίσσεια).

Προσοχή στις εκφράσεις της εκφώνησης:

α) Τα συστατικά βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία.

Δηλ. τα αντιδρώντα συστατικά αντιδρούν πλήρως μεταξύ τους χωρίς να περισσεύει στο τέλος τίποτα από κανένα διότι τα mol τους υπακούουν στην στοιχειομετρία της αντίδρασης.

π.χ. έστω η αντίδραση: $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$

Σύμφωνα με τα δεδομένα μας:

mol	N_2	+	$3H_2$	→	$2NH_3$
Στοιχ.	1mol		3mol		2mol
Αντιδρ.	-3mol*		-9mol*		
Παραγ.					+6mol
Τελικά	0mol		0mol		+6mol

*Τα αντιδρώντα βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία μεταξύ τους.

β) Τα αντιδρώντα είναι μεταξύ τους ισομοριακά.

Δηλ. τα αντιδρώντα έχουν μεταξύ τους τα ίδια ακριβώς mol.

Προσοχή! Σε αυτή την περίπτωση το αν τα αντιδρώντα βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία εξαρτάται από τους στοιχειομετρικούς συντελεστές της αντίδρασης.

- i) Αν τα αντιδρώντα στην στοιχειομετρία της αντίδρασης έχουν ίδιους συντελεστές τότε το ισομοριακό σημαίνει και σε στοιχειομετρική αναλογία.



mol	NaOH	+	HCl	→	NaCl	+	H ₂ O
Στοιχ.	1mol		1mol		1mol		1mol
Αντιδρ.	-5mol		-5mol		-		-
Παραγ.	-		-		+5mol		+5mol
Τελικά	-		-		5mol		5mol

- ii) Αν τα αντιδρώντα στην στοιχειομετρία της αντίδρασης έχουν διαφορετικούς συντελεστές τότε το ισομοριακό σημαίνει σε **μη** στοιχειομετρική αναλογία.

- Σε αυτή την περίπτωση κάποια αντιδρώντα βρίσκονται σε **περίσσεια** έναντι κάποιων άλλων που βρίσκονται σε **έλλειμμα**.
- Σε αυτή την περίπτωση η στοιχειομετρία της αντίδρασης αντανακλά την στοιχειομετρική αναλογία των αντιδρώντων με βάση **πάντα** το αντιδρών που είναι το πλέον ελλειμματικό! Αυτό το αντιδρών ορίζει σύμφωνα με την στοιχειομετρία της αντίδρασης τα mol των υπόλοιπων αντιδρώντων που καταναλώνονται κατά την αντίδραση και τα mol των προϊόντων που παράγονται από αυτήν.



mol	N ₂	+	3H ₂	→	2NH ₃
Στοιχ.	1mol		3mol		2mol
Αντιδρ.	6mol		9mol*		
Παραγ.	-3mol		-9mol		+6mol
Τελικά	3mol		-		6mol

*Το H_2 είναι το ελλειμματικό αντιδρών και το N_2 βρίσκεται σε περίσσεια όπως προκύπτει από την στοιχειομετρική αναλογία της αντίδρασης.

**Πώς καταλαβαίνω ποιο αντιδρών είναι σε έλλειμμα και ποιο σε περίσσεια.

Σύμφωνα με την αντίδραση που μας δίνεται, έχουμε:



mol	N_2	+	$3H_2$	→	$2NH_3$
Στοιχειομετρικά	-1mol		-3mol		2mol
Έχουμε:	6mol		9mol		-
Σύμφωνα με την	6mol ή		$\boxed{3} \cdot 6 =$		-
στοιχειομετρία θα	$\frac{9}{\boxed{3}} = 3mol$		18mol		-
έπρεπε να	ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ		9mol		-
έχουμε:			ΕΛΛΕΙΜΜΑ		
Η αντίδραση	$\left(-\frac{1}{3} \cdot 9\right) =$		-9mol		$+\left(\frac{2}{3} \cdot 9\right)mol =$
γίνεται με βάση	-3mol				+6mol
το ελλειμματικό					
αντιδρών το					
οποίο θα					
εξαντληθεί					
πλήρως					
Στο τέλος της	6-3 = 3mol		9-9 = 0mol		+6mol
αντίδρασης:	περίσσειαν		εξαντλήθηκε		παράχθηκαν

Αλλιώς πιο απλά:

mol	N_2	+	$3H_2$	→	$2NH_3$
Στοιχειομ.:	1mol		3mol		2mol
Αντιδρούν:	6mol		9mol		-
Παράγονται:	(6-3)mol		-9mol		+6mol
Τελικά	3mol		-		6mol

Προσοχή!

Όταν δεν δίνονται οι ποσότητες των αντιδρώντων εξ' αρχής στην εκφώνηση τότε δεν μπορούμε να βρούμε ποιο αντιδρών είναι το πλεόν ελλειμματικό από την στοιχειομετρία της αντίδρασης. Ωστόσο αν τα αντιδρώντα δεν είναι σε στοιχειομετρική αναλογία, τότε από τα δεδομένα της εκφώνησης θα προκύπτει έμμεσα.

Π.χ. αν στο τέλος μίας αντίδρασης εξουδετέρωσης το παραγόμενο διάλυμα έχει $\text{pH} < 7 \Rightarrow$ ότι έχει περισσέψει μέρος του αντιδρώντος που ήταν το οξύ, δηλ. το αντιδρών που ήταν βάση εξαντλήθηκε (δηλ. αυτό ήταν σε έλλειμμα).

Αντιθέτως, αν το τελικό διάλυμα είχε $\text{pH} > 7$ τότε περίσσεψε μέρος του αντιδρώντος που ήταν βασικό και εξαντλήθηκε πλήρως κατά την αντίδραση το όξινο αντιδρών (το οποίο ήταν και σε έλλειμμα προφανώς).

Π.χ. εφαρμογή σχολικού σελ. 151.

Τέλος, από τα δεδομένα της εκφώνησης δεν δίνονται καθόλου πληροφορίες για τα αντιδρώντα (τις ποσότητές τους), δίνονται όμως ποσότητες παραγόμενων προϊόντων. Τότε μέσω αυτών και της στοιχειομετρίας της αντίδρασης βρίσκω την στοιχειομετρική ποσότητα του κάθε αντιδρώντος που αντέδρασε.

Π.χ. σε 11,2g Fe επιδράσαμε με 500mL δ/τος HCl συγκέντρωσης cM. Παράγονται 3,36L ενός αερίου (stp).

Να υπολογιστούν:

α. Η συγκέντρωση cM του αντιδρώντος HCl.

β. Το % του Fe που αντέδρασε.

Απάντηση: Έχω την αντίδραση: $\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2 \uparrow \dots$

γ) Το αντιδρών σε περίσσεια (ό,τι απέμεινε από την 1^η αντίδραση) συμμετέχει πάλι ως αντιδρών σε επόμενη διαδοχική αντίδραση.

Βήματα:

- i. Πάντα ακολουθούμε την σειρά των διαδοχικών αντιδράσεων όπως αυτές ορίζονται στην εκφώνηση (δεδομένα).
- ii. Στο τέλος κάθε αντίδρασης υπολογίζουμε τα mol (ποσότητες) των αντιδρώντων που περίσσεψαν και των προϊόντων που παράχθηκαν, έστω και ως συνάρτηση άγνωστων mol του αρχικού αντιδρώντος που βρισκόταν σε περίσσεια.

Π.χ. εφαρμογή σχολικού σελ. 152 και εφαρμογή σχολικού σελ. 153.

- δ) Ομοίως με το αντιδρών που περίσσεψε είναι πιθανόν και το/τα παραγόμενο/α προϊόν/τα να αποτελεί/ούν αντιδρώντα μίας διαδοχικής αντίδρασης και μετά την παραγωγή τους.

Τα βήματα είναι όμοια με προηγουμένως.

Πολυπλοκότερες αντιδράσεις όπου ένα τουλάχιστον από τα αντιδρώντα μετασχηματίζεται σε περισσότερα από ένα προϊόντα. Δηλ. το ίδιο το αντιδρών συμμετέχει ταυτόχρονα σε δύο ή περισσότερες αντιδράσεις, έχοντας το ίδιο μία δεδομένη αρχική ποσότητα (mol).

Βήματα:

- α. Έστω ότι αρχικά αυτό το αντιδρών έχει n mol.

Θεωρούμε ότι από αυτά τα n mol ένα μέρος τους (έστω n_1 mol) παίρνουν μέρος ως αντιδρών στη μία αντίδραση και τα υπόλοιπα ($n - n_1 = n_2$ mol) που απομένουν παίρνουν μέρος ως αντιδρών στην άλλη (παράλληλη) αντίδραση που συμβαίνει ταυτόχρονα με την πρώτη.

- β. Κάθε μία από τις αντιδράσεις γράφονται ξεχωριστά!

Πραγματοποιούμε στοιχειομετρικούς υπολογισμούς με βάση την στοιχειομετρία της κάθε μίας από τις αντιδράσεις αυτές και τους ανάγουμε στα δεδομένα της άσκησής μας.

Π.χ. 4,8g άνθρακα (C) καίγονται με 5,6L O₂ (g) (stp) οπότε σχηματίζονται CO₂ και CO. Να βρεθούν τα mol των αερίων προϊόντων που σχηματίζονται.

Απάντηση: Βήματα:

- α. Βρίσκω τα συνολικά mol C που έχω ως αντιδρών $n_C = \frac{m}{A_{rC}}$.

- β. Υποθέτω ότι: n_1 mol από τα n_C οδηγούν σε CO₂. n_2 mol από τα n_C οδηγούν σε CO.

$$\text{Ισχύει: } n_1 + n_2 = n_C \quad (1)$$

- γ. Γράφω τις παράλληλες αντιδράσεις:

i) mol	C	+	O ₂	→	CO ₂
Στοιχειομ.:	1mol		1mol		1mol
Αντιδρούν:	- n_1 mol		- n_1 mol		-
Παράγονται:	-		-		+ n_1 mol

ii) mol	2C	+	O ₂	→	2CO
Στοιχειομ.:	2mol		2mol		2mol
Αντιδρούν:	-n ₂		-n ₂ /2		-
Παράγονται:	-		-		+n ₂

δ. Από τα δεδομένα γνωρίζω ότι τα mol O₂ που απαιτήθηκαν και για τις δύο αντιδράσεις μαζί είναι:

$$n_{O_2} = \frac{V}{V_m} = \frac{5,6L}{22,4L/mol} = 0,25mol$$

ε. Από την στοιχειομετρία των δύο αντιδράσεων έχω: $n_1 + \frac{n_2}{2} = n_{O_2}$ (2)

στ. Λύνω το σύστημα (1) και (2).

Μία κλεφτή ματιά στο εγγύς μέλλον (γ' λυκείου)

Αντιδράσεις μερικής εξουδετέρωσης

α) Πολυπρωτικό οξύ + μονόξινη βάση → όξινο άλας + H₂O ή

β) Πολυόξινη βάση + μονοπρωτικό οξύ → βασικό άλας + H₂O

Μία περίπτωση διαδοχικών αντιδράσεων που το αντιδρών σε περίσσεια (αν υπάρχει αντιδρών σε περίσσεια) αντιδρά με το προϊόν που παράγεται.

Βήματα:

α. Πραγματοποιούμε την αντίδραση με βάση την στοιχειομετρία της και ελέγχουμε αν ο μονοπρωτικός ηλεκτρολύτης είναι σε έλλειμμα ή σε περίσσεια.

i) Αν βρίσκεται σε έλλειμμα:

- Πραγματοποιούμε την αντίδραση (μερική εξουδετέρωση) με την δεδομένη ποσότητά του.
- Διαπιστώνουμε ότι έχει περισσέψει από το άλλο αντιδρών (το οποίο όμως τώρα από πολυπρωτικό έχει μετατραπεί σε μονοπρωτικό, αφού έχει αντιδράσει όλο το «πολυ» με τον «μονο»-πρωτικό ηλεκτρολύτη).

- Αυτή η εναπομείνουσα ποσότητα του «μονο»-πρωτικού πλέον (πρώην «πολυ»-πρωτικού) ηλεκτρολύτη αντιδρά με το παραγόμενο άλας της αρχικής αντίδρασης. Η δεύτερη αυτή αντίδραση ελέγχεται στοιχειομετρικά κατά πόσο είναι πλήρης ή μερική.

Π.χ. αναμειγνύονται 5mol H_2SO_4 με 8mol KOH . Ποια είναι τα τελικά προϊόντα αυτής της ανάμειξης και σε ποιες ποσότητες το καθένα;

Απάντηση: Βήματα:

- Γράφουμε την αντίδραση που πραγματοποιείται αρχικά:

	«πολυ»		«μονο»				
mol	H_2SO_4	+	2KOH	$\rightarrow$	K_2SO_4	+	$2\text{H}_2\text{O}$
Στοιχειομετρία:	1mol		2mol		1mol		2mol
Αρχικά:	5mol		8mol		-		-
Αντιδρούν:	-?		-?				
Παράγονται:					+		+

- Από την στοιχειομετρία της διαπιστώνουμε ότι: 1mol H_2SO_4 απαιτεί 2mol KOH για να αντιδράσει πλήρως.
Άρα τα 5mol H_2SO_4 θα απαιτούν $2 \cdot 5 = 10\text{mol}$ KOH . Άρα το KOH είναι σε έλλειμμα και δεν επαρκεί για την πλήρη εξουδετέρωση του H_2SO_4 που είναι ο πολυπρωτικός ηλεκτρολύτης.

Συνεπώς: Θα συμβεί το εξής:

Στην αρχή:

	«πολυ»		«μονο»		μερική		
mol	H_2SO_4	+	KOH	$\rightarrow$	εξουδετέρωση		
Στοιχειομετρία:	1mol		1mol		KHSO_4	+	H_2O
Αρχικά:	5mol		8mol		-		-
Αντιδρούν:	-5mol		-5mol				
Παράγονται:	-		-		+5mol		+5mol
Τελικά:			3mol		5mol		5mol
			υπόλοιπο		άλας		
			βάσης				

αντιδρούν

Στη συνέχεια:

mol	«μονο» άλας KHSO_4	υπόλοιπο «μονο» KOH	$\rightarrow$	K_2SO_4	H_2O
Στοιχειομετρία:	1mol	1mol		1mol	1mol
«Αρχικά»:	5mol	3mol		-	-
Αντιδρούν:	-3mol	-3mol			
Παράγονται:	-	-		+3mol	+3mol
Τελικά:	2mol	-		3mol	3mol

δεν αντιδρούν

Άρα: Τελικά προϊόντα: 2mol KHSO_4

3mol K_2SO_4