

ΧΡΗΣΙΜΟΙ ΤΥΠΟΙ & ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΑΣ Α' ΤΑΞΗΣ ΓΕΝΙΚΟΥ ΛΥΚΕΙΟΥ**ΑΡΙΘΜΟΣ *mol* και ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ:**

$$n = \frac{m}{M_r} \text{ επίσης, } n = \frac{N}{N_A} \text{ και μόνον για ΑΕΡΙΑ σε STP συνθήκες } n = \frac{V}{V_m} \text{ \& }$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \text{ (για ΑΕΡΙΑ ή μίγματα αερίων σε οποιεσδήποτε συνθήκες)}$$

n: αριθμός mol

m: μάζα σε g & **M_r:** σχετική μοριακή μάζα [π.χ. $M_r: A_y B_x = y \cdot A_r(A) + x \cdot A_r(B)$]

N: αριθμός μορίων & **N_A:** αριθμός Avogadro = **6,02·10²³** οντότητες (πχ άτομα ανά mol ή μόρια ανά mol)

V: όγκος αερίου σε L & **V_m:** γραμμομοριακός όγκος = **22,4 L** ανά mol αερίου σε STP συνθήκες.

P: πίεση σε atm & **V:** όγκος σε L & **T:** απόλυτη θερμοκρασία σε K ($K = ^\circ C + 273$)

R= 0,082 atm·L·mol⁻¹·K⁻¹. Παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων.

ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ (% περιεκτικότητα & συγκέντρωση):**ΕΚΦΡΑΣΕΙΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ**

... % **w.w.** : Σε 100 g ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ περιέχονται ... g διαλυμένης ουσίας

... % **w.v.** : Σε 100 mL ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ περιέχονται ... g διαλυμένης ουσίας

... % **v.v.** : Σε 100 mL ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ περιέχονται ... mL διαλυμένης ουσίας

ΔΙΑΛΥΤΟΤΗΤΑ → η μέγιστη ποσότητα (συνήθως μάζα σε g) ουσίας που μπορεί να διαλυθεί σε συγκεκριμένη ποσότητα ΔΙΑΛΥΤΗ (συνήθως 100 g. Προσοχή: ΟΧΙ Διαλύματος, αλλά ΔΙΑΛΥΤΗ ! Άρα το διάλυμα θα είναι το άθροισμα της ουσίας και του διαλύτη)

ΕΚΦΡΑΣΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ, ΟΡΙΣΜΟΣ: $c = \frac{n}{V}$ Molarity (M), όπου: n ο αριθμός mol της διαλυμένης ουσίας και V ο όγκος σε L του διαλύματος.

ΑΡΑΙΩΣΗ ή ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ: $c \cdot V = c' \cdot V'$ όπου c' & V' είναι η συγκέντρωση και ο όγκος του αραιωμένου ή του συμπυκνωμένου διαλύματος.

Σημείωση ο V' είναι: ο αρχικός V συν (+) ο όγκος του νερού που προσθέσαμε στην αραιώση, ή ο αρχικός V μείον (-) ο όγκος του νερού που αφαιρέσαμε στην συμπύκνωση.

ΑΝΑΜΕΙΞΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ: $c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_{TEΛ} \cdot V_{TEΛ}$ όπου c₁, V₁ & c₂, V₂ είναι οι συγκεντρώσεις των διαλυμάτων που αναμειγνύουμε ώστε να προκύψει το νέο διάλυμα c_{TEΛ}·V_{TEΛ}. **Σημείωση:** n_{TEΛ} = n₁ + n₂ και V_{TEΛ} = V₁ + V₂

ΣΧΕΣΗ ΑΝΑΜΕΣΑ ΣΤΙΣ ΕΚΦΡΑΣΕΙΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ... % **w.w.** ΣΕ ... % **w.v.**

Θα πρέπει να γίνεται μέσα από τη σχέση της ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ του διαλύματος $\rho = \frac{m}{V}$. Δηλαδή η w.w. θα μετατραπεί σε w.v. ως εξής: ... % **w.w.** × $\rho_{\text{Διαλύματος}}$ = ... % **w.v.**

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ ... % **w.v.** ΣΕ c **δηλαδή** ΑΠΟ $\frac{\dots g}{0,1 L}$ ΣΕ mol/L → $\frac{\dots \% w.v. \times 10}{M_r} M$

ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ c ΣΕ ... % **w.v.** **δηλαδή** ΑΠΟ $\frac{mol}{L}$ ΣΕ $\frac{\dots g}{0,1 L}$ → $\frac{c \times M_r}{10} \% w.v.$

. . . ΑΚΟΛΟΥΘΟΥΝ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ και ΛΥΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ & ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΩΝ και ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ με βάση τους παραπάνω ΤΥΠΟΥΣ**ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ**

❖ Σε ένα κλειστό μεταλλικό δοχείο όγκου 4,1 L εισάγουμε ποσότητα αερίου διοξειδίου του θείου (SO₂) και θερμαίνουμε στους 127°C. Σε αυτή την θερμοκρασία η πίεση είναι 4 atm.

1. Να υπολογίσετε την ποσότητα του αερίου διοξειδίου του θείου (SO₂), που εισάγαμε στο δοχείο (τον αριθμό των mol και τη μάζα σε g) και την πυκνότητα ρ σε αυτές τις συνθήκες.

2. Θερμαίνουμε το δοχείο ώστε η θερμοκρασία του αυξάνεται κατά 100°C. Εκεί την διατηρούμε σταθερή. Παρατηρούμε τότε την πίεση στο δοχείο να αλλάζει.

i) Να εξηγήσετε αν η πίεση στο δοχείο αυξάνεται ή μειώνεται καθώς και τον λόγο που αυτό γίνεται.

ii) Να υπολογίσετε την πίεση στη νέα αυξημένη θερμοκρασία.

3. Πόσα mol αερίου διοξειδίου του θείου (SO₂) πρέπει να αφαιρέσουμε από το δοχείο – διατηρώντας την θερμοκρασία του σταθερή στους 227°C – για να επανέλθει η ένδειξη του μανομέτρου στην αρχική πίεση των 4 atm.;

Δίνονται τα εξής:

Οι Σχετικές Ατομικές Μάζες: $A_r(S) = 32$, $A_r(O) = 16$, η παγκόσμια σταθερά των ιδανικών αερίων: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ και η μετατροπή θερμοκρασίας: $K = ^\circ\text{C} + 273$.

➔ 1. Για να βρούμε τον αριθμό mol θα χρησιμοποιήσουμε την $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ διότι το αέριο δεν είναι σε STP συνθήκες.

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \Leftrightarrow n = \frac{4 \text{ atm} \cdot 4,1 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (127 + 273) \text{ K}} = \frac{4 \cdot 4,1}{0,082 \cdot 400} \text{ mol} = \frac{4 \cdot 4,1}{8,2 \cdot 4} \text{ mol} = \frac{4,1}{8,2} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\text{Για να βρούμε την μάζα σε g χρησιμοποιούμε τη σχέση } n = \frac{m}{M_r} \Leftrightarrow m = n \cdot M_r = 0,5 \text{ mol} \cdot (1 \cdot 32 + 2 \cdot 16) \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} =$$

$$0,5 \cdot 64 = 32 \text{ g. Και η πυκνότητα δίνεται από τον τύπο } \rho = \frac{m}{V} = \frac{32 \text{ g}}{4,1 \text{ L}} = 7,8 \text{ g/L}$$

➔ 2. Νέα θερμοκρασία: $127 + 100 = 227^\circ\text{C}$ ή $227 + 273 = 500 \text{ K}$. με την καταστατική εξίσωση $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ αντιλαμβανόμαστε ότι η πίεση P και η θερμοκρασία T είναι ανάλογα ποσά για σταθερό όγκο και αριθμό mol του αερίου. Επομένως, αφού η θερμοκρασία ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ και η πίεση θα ΑΥΞΗΘΕΙ!

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \Leftrightarrow P_2 = P_1 \times \frac{T_2}{T_1} \Leftrightarrow P_2 = 4 \text{ atm} \times \frac{500 \text{ K}}{400 \text{ K}} = 5 \text{ atm}$$

➔ 3. Με την καταστατική εξίσωση $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ πάλι, θα επιλύσουμε για τα mol που πρέπει να περιέχει το δοχείο στις συνθήκες που μας δίνονται. Έπειτα, θα τα αφαιρέσουμε από τα αρχικά mol που είχαμε υπολογίσει στο 1^ο ερώτημα για να απαντήσουμε στο ερώτημα «Πόσα mol αερίου διοξειδίου του θείου (SO₂) πρέπει να αφαιρέσουμε από το δοχείο?».

$$n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \Leftrightarrow n = \frac{4 \text{ atm} \cdot 4,1 \text{ L}}{0,082 \text{ atm} \cdot \text{L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot (227 + 273) \text{ K}} = \frac{4 \cdot 4,1}{0,082 \cdot 500} \text{ mol} = \frac{4 \cdot 4,1}{8,2 \cdot 5} \text{ mol} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ mol}$$

Αυτά τα mol πρέπει να υπάρχουν στο δοχείο, άρα πρέπει να αφαιρέσουμε $0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ mol SO}_2$.

2^{ος} Τρόπος:

Αφού τα mol και η πίεση είναι ανάλογα όταν ο όγκος (4,1 L) και η θερμοκρασία (500 K) είναι σταθερά, ισχύει:

$$\frac{P}{P'} = \frac{n}{n'} \Leftrightarrow n' = n \times \frac{P'}{P}$$

Όπου, $n = 0,5 \text{ mol}$ και $P = 5 \text{ atm}$, και η n' είναι το ζητούμενο όταν η πίεση θα είναι $P' = 4 \text{ atm}$.

$$\rightarrow n' = 0,5 \times \frac{4}{5} \rightarrow n' = 0,4 \text{ mol. και άρα πρέπει να αφαιρέσουμε } 0,5 - 0,4 = 0,1 \text{ mol SO}_2.$$

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ mol, ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ, ΑΡΑΙΩΣΗ, ΑΝΑΜΕΙΞΗ και ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ

❖ Υπολογισμός της M_r του νιτρικού ασβεστίου $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ δεδομένων των A_r : $\text{Ca} = 40$, $\text{N} = 14$, $\text{O} = 16$

$$\rightarrow M_r = 1 \times 40 + (1 \times 14 + 3 \times 16) \times 2 = 164 \quad \text{Χρησιμότητα αυτού είναι ότι: } 164 \text{ g} = 1 \text{ mol.}$$

❖ Τα 0,5 mol νιτρικού ασβεστίου $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ πόσα g μάζας είναι ?

$$\text{Από τον τύπο } n = \frac{m}{M_r} \text{ υπολογίζουμε: } m = n \times M_r = 0,5 \text{ mol} \times 164 \text{ g/mol} = 82 \text{ g.}$$

❖ Τα 82 g του $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ αν διαλυθούν σε νερό μέχρι τελικού όγκου 2 L ποια θα είναι η συγκέντρωση του διαλύματος που θα προκύψει ?

$$\text{Από τον τύπο υπολογίζουμε τα mol: } n = \frac{82 \text{ g}}{164 \text{ g/mol}} = 0,5 \text{ mol} \quad \& \quad \text{από τον τύπο } C = \frac{n}{V} \rightarrow C = \frac{0,5 \text{ mol}}{2 \text{ L}} = 0,25 \text{ M}$$

❖ Υδατικό διάλυμα νιτρικού ασβεστίου $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2]$ όγκου 0,5 L και συγκέντρωσης 0,1 M αραιώνεται με την προσθήκη νερού όγκου 500 mL. Ποια θα είναι η νέα συγκέντρωση του αραιωμένου διαλύματος?

ΑΡΑΙΩΣΗ: $C \cdot V = C' \cdot V'$ όπου $C = 0,1 \text{ M}$, $V = 0,5 \text{ L}$ & $V' = V + V_{\text{NEPOY}} = 0,5 + 0,5 = 1 \text{ L}$.

$$C' = C \cdot \frac{V}{V'} = 0,1 \text{ M} \cdot \frac{0,5 \text{ L}}{1 \text{ L}} = 0,05 \text{ M}$$

❖ Διάλυμα Y1 νιτρικού ασβεστίου $(\text{Ca}(\text{NO}_3)_2)$ όγκου 0,5 L και συγκέντρωσης 0,2 M αναμειγνύεται με ένα άλλο διάλυμα νιτρικού ασβεστίου, το Y2, με περιεκτικότητα 16,4 % w.v. και όγκου 1500 mL. Ποια θα είναι η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος Y3 που θα προκύψει ?

$$\text{ΑΝΑΜΕΙΞΗ: } C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 = C_{\text{TEΛ}} \cdot V_{\text{TEΛ}}$$

Γνωρίζουμε τα εξής: $C_1 = 0,2 \text{ M}$, $V_1 = 0,5 \text{ L}$, $V_2 = 1,5 \text{ L}$ και $V_{\text{TEΛ}} = 0,5 + 1,5 = 2 \text{ L}$. Πρέπει να υπολογίσουμε την C_2 από την δεδομένη περιεκτικότητα 16,4 % w.v.

$$\text{ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΑΠΟ } \dots \% \text{ w.v. ΣΕ } C \text{ ή ΑΠΟ } \frac{\dots \% \text{ g}}{0,1 \text{ L}} \text{ ΣΕ mol/L} \rightarrow C_2 = \frac{16,4 \text{ g}}{0,1 \text{ L} \times M_r} = \frac{16,4 \times 10}{164} = 1 \text{ M}$$

$$C_{\text{TEΛ}} = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{0,2 \text{ M} \times 0,5 \text{ L} + 1 \text{ M} \times 1,5 \text{ L}}{0,5 \text{ L} + 1,5 \text{ L}} = \frac{0,1 + 1,5}{2} \text{ M} = 0,8 \text{ M.}$$

Σημείωση:

Η τελική συγκέντρωση του Y3 είναι ανάμεσα στις δύο συγκεντρώσεις των Y1 και Y2 ($C_1: 0,1 < C_{\text{TEΛ}}: 0,8 < C_2: 1$). Αυτό ισχύει πάντοτε για όλες τις αναμειξεις διαλυμάτων.