

To mol . ¹

Αριθμός Avogadro N_A .

Είναι ο αριθμός $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$.

Εκφράζει τον αριθμό των ατόμων ^{12}C , που περιέχονται σε $12 \text{ g } ^{12}\text{C}$.

Mole

1 mole σωματιδίων = N_A (ή $6,02 \cdot 10^{23}$) το πλήθος σωματίδια.

- ✓ 1 mole μορίων ² χημικής ουσίας = N_A (ή $6,02 \cdot 10^{23}$) τον αριθμό μόρια χημικής ουσίας.
- ✓ 1 mole ατόμων ³ Στοιχείου = N_A (ή $6,02 \cdot 10^{23}$) το πλήθος ατόμων Στοιχείου .
- ✓ 1 mole ιόντων ⁴ = N_A (ή $6,02 \cdot 10^{23}$) το πλήθος ιόντα .
- ✓ 1 mole ηλεκτρονίων = N_A (ή $6,02 \cdot 10^{23}$) το πλήθος ηλεκτρόνια.
- ✓ 1 mole φωτονίων = N_A (ή $6,02 \cdot 10^{23}$) το πλήθος φωτόνια.

$n = \frac{N}{N_A}$	n = αριθμός των moles N = το πλήθος των σωματιδίων (μορίων, ατόμων, ανάλογα με την περίπτωση) $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{σωματίδια}}{\text{mol}}$
---------------------	--

1. Εφαρμογή

α) Πόσα μόρια H_2O περιέχονται σε ποσότητα 4 mol H_2O

β) Πόσα άτομα H και πόσα mol ατόμων H περιέχει η παραπάνω ποσότητα μορίων H_2O .

γ) Πόσα mol ιόντων είναι τα $4N_A$ ιόντα H_3O^+ ;

Απάντηση.

α)

$$n = \frac{N}{N_A} \quad \left| \begin{array}{l} n = 4 \text{ mol μορίων } \text{H}_2\text{O} \\ N = ? \text{ μόρια } \text{H}_2\text{O} \\ N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{μόρια}}{\text{mol}} \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A \Rightarrow N = 4 \cdot N_A \text{ μόρια } \text{H}_2\text{O} \quad ^5$$

β)

Η σχέση μορίων – ατόμων δίνεται από τον Μοριακό Τύπο.

¹ Το mole, τα moles, συντομογραφία mol.

² Στα τέλη του προηγούμενου αιώνα λεγόταν γραμμόμorio και στα μισά του προηγούμενου αιώνα μοριόγραμμα.

³ Γραμμοάτομο στα τέλη του προηγούμενου αιώνα.

⁴ Γραμμοϊόν παλαιότερα.

⁵ $4N_A$ μόρια H_2O ή $4 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 24,08 \cdot 10^{23}$ μόρια H_2O

1 μόριο H_2O	περιέχει	2 άτομα H
$4 \cdot N_A$ μόρια H_2O		x ?

$$x = 2 \cdot 4 N_A \text{ άτομα H} \Rightarrow x = 8 \cdot N_A \text{ άτομα H}$$

$$n = \frac{N}{N_A} \left| \begin{array}{l} n = ? \text{ mol ατόμων H} \\ N = 8 N_A \text{ άτομα H} \\ 6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{άτομα}}{\text{mol}} \end{array} \right.$$

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow n = \frac{8 N_A}{N_A} = 8 \text{ mol ατόμων H.}$$

$$\gamma) \quad n = \frac{N}{N_A} \left| \begin{array}{l} n = ? \text{ mol ιόντα } \text{H}_3\text{O}^+ \\ N = 4 \cdot N_A \text{ ιόντα } \text{H}_3\text{O}^+ \\ N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{μόρια}}{\text{mol}} \end{array} \right.$$

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow n = \frac{4 N_A}{N_A} = 4 \text{ mol ιόντων } \text{H}_3\text{O}^+.$$

Η μάζα του ατόμου σε u.

1 u είναι η μονάδα μέτρησης ατόμων και μορίων.

$$1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g και αντιστοιχεί στο } \frac{1}{N_A} \text{ g} = \frac{1}{12} \text{ της μάζας του ατόμου του } {}^{12}\text{C} \quad ^6$$

Επίσης είναι 1 u είναι περίπου ίσο με την μάζα ενός πρωτονίου (p^+) και περίπου ίσο με την μάζα ενός νετρονίου (n^0).⁷

Και μπροστά τους η μάζα των ηλεκτρονίων θεωρείται αμελητέα.

Συνοψίζοντας:

$$1 \text{ u} = \frac{1}{N_A} \text{ g} \simeq m_{p^+} \simeq m_{n^0} \gg m_e$$

2. Εφαρμογή

α) Τι ονομάζουμε Ατομικό, τι Μαζικό Αριθμό και ποιά η βασική σημασία του καθενός.

Τι ονομάζουμε ισότοπα άτομα.

β) Πόσα πρωτόνια και πόσα νετρόνια περιέχει το άτομο ${}^{12}_6\text{C}$;

γ) Ποιά η μάζα του σε u

δ) Ποιά η μάζα του σε g

Απάντηση.

(α)

Z Ατομικός Αριθμός = αριθ. p^+ του πυρήνα (του ατόμου του στοιχείου)	Καθορίζει: ✓ το είδος (και το σύμβολο) του στοιχείου, ✓ αλλά και το φορτίο του πυρήνα του.
A Μαζικός Αριθμός = αριθ. p^+ και αριθ. n^0 του πυρήνα.	Καθορίζει τη μάζα του Ατόμου (αφού κάθε p^+ ή n^0 συνεισφέρει κατά 1 u και η μάζα των e^- θεωρείται αμελητέα).
Ισότοπα Ατομα = Ατομα του ίδιου Z (ανήκουν στο ίδιο στοιχείο), αλλά διαφέρουν στον αριθμό των n^0 τους (άρα και στο Μαζικό Αριθμό τους A, άρα και στη μάζα τους) πχ. τα 3 ισότοπα του C είναι τα: ${}^{12}_6\text{C}$, ${}^{13}_6\text{C}$, ${}^{14}_6\text{C}$	

(β) Για ${}^{12}_6\text{C}$ έχουμε Z = 6 p^+

A = 12 και

αριθ. n^0 = A – Z = 12 – 6 = 6 n^0

(γ - δ)

1 p^+ συνεισφέρει στη μάζα του ατόμου κατά 1 u (όσο και 1 n^0).

Και τα 12 συνολικά πυρηνικά σωματίδια συνεισφέρουν 12 u.

Ενώ η μάζα των ηλεκτρονίων θεωρείται αμελητέα.

⁶ Το 1 u (παλαιότερα 1 a.m.u) ορίστηκε για πρώτη φορά σαν τη μάζα ενός ατόμου ${}^1\text{H}$ (το οποίο αποτελείται από 1 p^+ και 1 e^-) και ο αριθμός Avogadro προέκυψε σαν το αποτέλεσμα της διαίρεσης (1 g / μάζα ατόμου H σε g). Με διαδοχικές διορθώσεις τόσο στον ορισμό της μονάδας, όσο και στον προσδιορισμό του N_A , ορίστηκε τελικά σαν 1 u το 1/12 της μάζας του ατόμου του ${}^{12}\text{C}$.

⁷ $m_{p^+} = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

$m_{n^0} = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$

$m_{e^-} = 0,9 \cdot 10^{-30} \text{ Kg}$

Επίσης ένα μικρό μέρος της μάζας των πρωτονίων και των νετρονίων του πυρήνα μετατρέπεται σε Ενέργεια Σύνδεσης των πυρηνικών σωματιδίων

Οπότε για το άτομο του $^{12}_6\text{C}$: $m = 12 \text{ u} = 12 \frac{1}{N_A} g$

Ar – Σχετική Ατομική Μάζα

Ar Σχετική Ατομική Μάζα = αριθμός που δίνει τη μάζα του ατόμου σε u.

Ετσι για τον $^{12}_6\text{C}$ έχουμε $Ar = 12$ και η μάζα του ατόμου του είναι 12 u.

■ Για κάθε ισότοπο ισχύει:

$$Ar = A$$

(Σχετική Ατομική Μάζα) = (Μαζικός Αριθμός)

■ Στους πίνακες Ar: τα Ar είναι οι μέσες τιμές των Ar των ισοτόπων, με τα οποία ισότοπα βρίσκονται τα στοιχεία στη φύση (και γι' αυτό είναι συνήθως δεκαδικοί αριθμοί).

πχ. για τον C που βρίσκεται στη φύση σε μίγμα ισοτόπων:

98,9% $^{12}_6\text{C}$ με $Ar = A = 12$ και	η μέση τιμή τους είναι $\frac{98,9}{100} 12 + \frac{1,1}{100} 13 = 12,011$ (και αυτή θα εμφανίζεται στον πίνακα των Ar)
1,1% $^{13}_6\text{C}$ με $Ar = A = 13$	

Με το φασματόμετρο μάζας προσδιορίζεται η σύσταση των ισοτόπων σ' ένα στοιχείο στη φύση, καθώς και τα Ar τους.

3. Εφαρμογή

Το Cl στη φύση βρίσκεται σε αναλογία 75 % $^{35}_{17}\text{Cl}$ και 25% $^{37}_{17}\text{Cl}$.

α) Ποιό το Ar του κάθε ισοτόπου του, ποιά η ατομική του μάζα.

β) Και ποιό το Ar του Cl που θα εμφανίζεται στους πίνακες.

Απάντηση.

α) Για το $^{35}_{17}\text{Cl}$ $Ar = A = 35$, ενώ η μάζα του θα είναι $35 \text{ u} = 35 \frac{1}{N_A} g$

Για το $^{37}_{17}\text{Cl}$ $Ar = A = 37$, ενώ η μάζα του θα είναι $37 \text{ u} = 37 \frac{1}{N_A} g$

β) Στους πίνακες θα εμφανίζεται η μέση τιμή τους:

$$\overline{Ar} = \frac{75}{100} 35 + \frac{25}{100} 37 = \frac{3}{4} 35 + \frac{1}{4} 37 = 35,5$$

Η μάζα ενός mol ατόμων(δηλαδή $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ τον αριθμό ατόμων).

1 άτομο $^{12}_6\text{C}$ έχει $Ar = A = 12$, και η μάζα του ατόμου του είναι $12 \text{ u} = 12 \frac{1}{N_A} g$

1 mol ατόμων $^{12}_6\text{C}$ (ή $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ άτομα $^{12}_6\text{C}$)

έχουν μάζα συνολικά $N_A \cdot 12 \frac{1}{N_A} g = 12 \text{ g}$

Και γενικότερα:

$$1 \text{ mol ατόμων} \Leftrightarrow N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ άτομα} \Leftrightarrow \text{έχει μάζα (Ar) g.}$$

πχ. για το $^{16}_8\text{O}$ με $Ar = A = 16$ έχουμε:

1 mol ατόμων $^{16}_8\text{O}$ είναι $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ άτομα $^{16}_8\text{O}$ και έχει μάζα 16 g/mol⁸.

Ενώ για το 1 mol ατόμων $^1_1\text{H} \Leftrightarrow N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ άτομα $^1_1\text{H} \Leftrightarrow$ έχει μάζα 1 g/mol.

Αναλογικά προκύπτουν οι σχέσεις:

$n = \frac{m}{Ar} = \frac{N}{N_A}$	n = αριθ. moles ατόμων
	m = μάζα σε g Ar (σε g/mol)
	N = αριθμός ατόμων $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ άτομα /mol

4. Εφαρμογή

Για το Οξυγόνο δίνεται ότι $Ar = 16$.

Πόσα g και πόσα moles είναι τα $0,1 \cdot N_A$ άτομα O;

Απάντηση.

$$n = \frac{N}{N_A} \quad \left| \begin{array}{l} n = ? \text{ mol ατόμων O} \\ N = 0,1 \cdot N_A \text{ άτομα O} \\ 6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{άτομα}}{\text{mol}} \end{array} \right.$$

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{0,1 N_A}{N_A} \Rightarrow n = 0,1 \text{ mol ατόμων O.}$$

$$n = \frac{m}{Ar} \quad \left| \begin{array}{l} m = ? \text{ g O} \\ n = 0,1 \text{ mol ατόμων O.} \\ Ar_O = 16 \text{ (g/mol)} \end{array} \right.$$

$$n = \frac{m}{Ar} \Rightarrow m = n \cdot Ar \Rightarrow m = 0,1 \cdot 16 = 1,6 \text{ g O}$$

Προσοχή:

1 άτομο O	έχει μάζα	16 u (γιατί $Ar = 16$)
1 mol ατόμων O (N_A άτομα O)	έχουν μάζα	16 g

⁸ Στην πραγματικότητα πρόκειται για 3 διαφορετικά μεγέθη με την ίδια αριθμητική τιμή.

Η Μάζα του ατόμου του O είναι 16 u.

Η Σχετική Ατομική Μάζα του είναι 16 (καθαρός αριθμός).

Και η Γραμμο-ατομική Μάζα του (= η μάζα συνολικά 1 mol ατόμων του) είναι 16 g/mol.

Μοριακή Μάζα, Mr & Μάζα ενός mol μορίων ⁹.

Η μάζα ενός Μορίου ή ενός Μοριακού Τύπου.

Για να βρούμε την μάζα του Μοριακού Τύπου, αθροίζουμε τις μάζες όλων των ατόμων που τον απολούν.

πχ. για το H₂O και γνωρίζοντας ότι Ar_H = 1, Ar_O = 16

Ar_H = 1 ⇒ Η μάζα του ατόμου του H είναι 1 u

Ar_O = 16 ⇒ Η μάζα του ατόμου του O είναι 16 u.

Το μόριο του H₂O απολείται από 2 άτομα H και 1 άτομο O, και θα έχει μάζα

$$(1 \text{ u}) \cdot 2 + (16 \text{ u}) = 18 \text{ u} = 18 \frac{1}{N_A} g$$

Mr – Σχετική “Μοριακή” Μάζα.

Mr Σχετική Μοριακή Μάζα = αριθμός που δίνει τη μάζα του Μοριακού Τύπου σε u.

Για να την βρούμε προσθέτουμε τα Ar όλων των ατόμων, που απολούν τον Μοριακό Τύπο.

5. Εφαρμογή

α) Να υπολογιστεί το Mr του CO₂

β) το Mr της ιοντικής ένωσης Ca(OH)₂.

γ) Το Mr του ιόντος OH⁻.

Δίνονται Ar_C = 12, Ar_{Ca} = 40, Ar_O = 16, Ar_H = 1.

Απάντηση.

α) CO₂ με Mr = Ar_C + Ar_O · 2 = 12 + 16 · 2 = 44

β) Ca(OH)₂ με Mr = Ar_{Ca} + (Ar_O + Ar_H) · 2 = 40 + (16 + 1) · 2 = 74

β) OH⁻ με Mr = Ar_O + Ar_H = 16 + 1 = 17

Η μάζα σε g ενός mol μορίων, Μοριακών Τύπων.....

Προηγούμενα υπολογίστηκε η Μοριακή Μάζα του H₂O σε 18 u = $18 \frac{1}{N_A} g$.

Το 1 mol μορίων H₂O (N_A μόρια H₂O) έχουν συνολική μάζα N_A · 18 u = N_A · $18 \frac{1}{N_A} g = 18 g$

Και γενικότερα:

$$1 \text{ mol μορίων} \Leftrightarrow N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ μόρια} \Leftrightarrow \text{έχει μάζα (Mr) g.}$$

$$\text{ενώ 1 μόριο} \quad \quad \quad \text{έχει μάζα (Mr) u.}$$

⁹ Αν ο Μοριακός Τύπος παριστάνει μόριο (πχ. H₂O) έχουμε 1 mol μορίων.

Αν παριστάνει αναλογία ιόντων σε ιοντική ένωση (πχ. Na⁺Cl⁻) έχουμε 1 mol Μοριακών Τύπων.

Αν παριστάνει ιόν (πχ. H₃O⁺) έχουμε 1 mol ιόντων.

Αναλογικά προκύπτουν οι σχέσεις:

$n = \frac{m}{Mr} = \frac{N}{N_A}$	n = αριθ.moles μορίων (ή Μοριακών Τύπων) m = μάζα σε g Mr (σε g/mol) N = αριθμός μορίων $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ μόρια /mol
------------------------------------	---

6. Εφαρμογή

Δίνεται $Ar_C = 12$, $Ar_O = 16$.

α) Πόσα μόρια και πόσα moles είναι τα 4,4 g CO_2

β) Πόσα άτομα, moles ατόμων και πόσα g O περιέχουν;

Απάντηση.

α) Για το CO_2 : $Mr = Ar_C + Ar_O \cdot 2 = 12 + 16 \cdot 2 = 44$

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{4,4 \text{ g}}{44 \text{ (g/mol)}} = 0,1 \text{ mol } CO_2$$

Αυτά αντιστοιχούν σε $n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A = 0,1 \cdot N_A$ μόρια CO_2 .

β) 1 μόριο CO_2 περιέχει	2 άτομα O
$0,1 \cdot N_A$ μόρια CO_2	x?

$$x = 2 \cdot 0,1 \cdot N_A = 0,2 \cdot N_A \text{ άτομα O.}$$

$$\text{Αυτά είναι } n = \frac{N}{N_A} = \frac{0,2 N_A}{N_A} = 0,2 \text{ mol ατόμων O}$$

και επειδή το Ar του O είναι 16, αυτά έχουν μάζα:

$$n = \frac{m}{Ar} \Rightarrow m = n \cdot Ar = 0,2 \cdot 16 = 3,2 \text{ g O}$$

ΑΕΡΙΑ.

Νόμος (Υπόθεση) Avogadro.	Ισοι αριθμοί μορίων (άρα και moles κατ' επέκταση) οποιωνδήποτε αερίων, στις ίδιες συνθήκες P (πίεσης) και T (θερμοκρασίας) καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο. Και αντίστροφα.
----------------------------------	---

Άρα και 1 mol (N_A μόρια) οποιουδήποτε αερίου, στις ίδιες συνθήκες T (θερμοκρασίας) και P (πίεσης) καταλαμβάνει τον ίδιο όγκο.

$V_{mol} = 22,4 \text{ L/mol}$ σε stp συνθήκες.

Ο όγκος 1 mol λέγεται V_{mol} (γραμμομοριακός όγκος), και για τα αέρια εξαρτάται αποκλειστικά από τις συνθήκες P, T ενώ είναι ανεξάρτητος από το ποιο είναι το αέριο (O_2 , H_2 , CO_2 ... κλπ).

Σε STP συνθήκες (Standard Temperature Pressure) θερμοκρασία $\theta = 0^\circ C$ και πίεση 1 atm	$\Rightarrow V_{mol} = 22,4 \text{ (L / mol)}$
--	--

Σε άλλες συνθήκες T, P έχει άλλη τιμή (που μπορούμε να την υπολογίσουμε παρακάτω).

Μόνο για ΑΕΡΙΑ σε stp ισχύει:
$$n = \frac{V(\text{L αερίου σε stp})}{22,4 \text{ (L/mol)}}$$

7. Εφαρμογή

- α) Πόσα μόρια περιέχονται σε stp συνθήκες σε 4,48 L αερίου CO_2
 β) Το προηγούμενο αποτέλεσμα ισχύει και για τα 4,48 L αερίου CO σε stp;
 γ) Το προηγούμενο αποτέλεσμα ισχύει και για τα 4,48 L H_2O σε stp;

Απάντηση.

(α)

$$n = \frac{V(\text{L αερίου σε stp})}{22,4 \text{ (L/mol)}} \Rightarrow n = \frac{4,48 \text{ (L αερίου σε stp)}}{22,4 \text{ (L/mol)}} = 0,2 \text{ moles}$$

Αυτά είναι: $n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A = 0,2 \cdot N_A$ μόρια αερίου.

β) Ναι ισχύει για όλα τα αέρια ανεξάρτητα από τη φύση τους.

γ) Όχι γιατί το H_2O σε stp ($0^\circ C$, 1 atm) δεν είναι αέριο.

8. Εφαρμογή

Να υπολογιστεί η πυκνότητα του CO_2 ($M_r = 44$) σε stp συνθήκες.

Απάντηση

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r$$

$$n = \frac{V(\text{Λαερίου σε stp})}{22,4(\text{L/mol})} \Rightarrow V = n \cdot 22,4$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot M_r}{n \cdot 22,4} = \frac{M_r}{22,4} = \frac{44}{22,4} \frac{\text{g}}{\text{L}} \text{ περίπου } 2 \text{ g / L}$$

9. Εφαρμογή

Ενα μίγμα αερίων CO_2 και CO έχει μάζα 7,2 g και όγκο σε stp 4,48 L.

Να βρεθεί η σύσταση του μίγματος.

Ar C = 12, Ar O = 16.

Απάντηση

Για το CO_2 $M_r = 12 + 16 \cdot 2 = 44$

Για το CO $M_r = 12 + 16 = 28$

Για το μίγμα $m_{\text{ολ}} = m_{\text{CO}_2} + m_{\text{CO}}$ (1)
αλλά και $V_{\text{ολ}} = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{CO}}$ (2)

Εστω x τα moles του CO_2 και y τα moles του CO .

Από $n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r$ έχουμε:

για το CO_2 $m_{\text{CO}_2} = 44x$

και για το CO $m_{\text{CO}} = 28y$

οπότε αντικαθιστώντας στην (1) $\Rightarrow 7,2 = 44x + 28y$ (3)

Από $n = \frac{V(\text{Λαερίου σε stp})}{22,4(\text{L/mol})} \Rightarrow V = n \cdot 22,4 \text{ L}$ έχουμε:

για το CO_2 $V_{\text{CO}_2} = 22,4x$

και για το CO $V_{\text{CO}} = 22,4y$

οπότε αντικαθιστώντας στην (2) $\Rightarrow 4,48 = 22,4x + 22,4y \Rightarrow$
 $\Rightarrow 4,48 = 22,4(x + y) \Rightarrow 0,2 = x + y$ (4)

Από το σύστημα των (3) και (4) προκύπτει $x = y = 0,1$ και άρα η σύσταση του μίγματος είναι 0,1 mol CO_2 και 0,1 mol CO .

Καταστατική Εξίσωση των Ιδανικών Αερίων.

T Απόλυτη Θερμοκρασία ή θερμοκρασία Kelvin.

$T = \theta + 273$	όπου θ είναι η θερμοκρασία σε βαθμούς $^{\circ}\text{C}$ ($\theta^{\circ}\text{C}$), και T η Απόλυτη θερμοκρασία σε βαθμούς Kelvin. πχ. οι 27°C αντιστοιχούν σε $T = \theta + 273 \Rightarrow T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$. Το 0 της κλίμακας Kelvin (απόλυτο μηδέν ή 0 K) αντιστοιχεί σε $T = \theta + 273 \Rightarrow 0 = \theta + 273 \Rightarrow \theta = -273^{\circ}\text{C}$ ⁽¹⁰⁾.
--------------------	--

Καταστατική Εξίσωση

$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$	R = παγκόσμια¹¹ σταθερά των αερίων¹². Όταν το $R = 0,082 \frac{\text{l} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{Kelvin}}$ τότε τα άλλα μεγέθη έχουν μονάδες: ▷ P πίεση σε atm ▷ V όγκος σε L ▷ n (η ποσότητα του αερίου) σε mol ▷ T Απόλυτη Θερμοκρασία ή θερμοκρασία Kelvin.
---------------------------------	---

Η κατάσταση ενός αερίου περιγράφεται από τις τιμές που έχουν και τα 4 μεγέθη: P , V , n , T . Η χρησιμότητα της καταστατικής εξίσωσης¹³ είναι, ότι γνωρίζοντας τα 3 οποιαδήποτε από αυτά μεγέθη, υπολογίζουμε το 4^ο.

10 Για περισσότερη ακρίβεια (που δεν επιθυμούμε εδώ) το Απόλυτο Μηδέν είναι $-273,15^{\circ}\text{C}$.

Και η σχέση βαθμών $^{\circ}\text{C}$ και Kelvin είναι $T = \theta + 273,15$.

Όπως και να έχει, είναι η μικρότερη δυνατή θερμοκρασία, που μπορεί να υπάρξει (θεωρητικά) στη φύση.

11 Το R έχει σταθερή τιμή ανεξάρτητα ποιο είναι το αέριο, ποιά είναι η ποσότητα του αερίου, σε ποιά θερμοκρασία και σε ποιά πίεση βρίσκεται. Και γι' αυτό ονομάζεται παγκόσμια σταθερά.

Ανάλογα με το σύστημα μονάδων έχει διαφορετική τιμή.

Ετσι στο S.I. είναι $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Τότε και τα υπόλοιπα μεγέθη πρέπει να εισαχθούν σε S.I. μονάδες (η P σε N/m^2 , ο V σε m^3).

12 Ιδανικά αέρια ορίζονται αυτά στα οποία ισχύει η καταστατική εξίσωση.

Στο μοντέλο αυτό δεν υπάρχουν έλξεις ανάμεσα στα μόρια του αερίου.

Στα πραγματικά αέρια δεν ισχύει η ισότητα $PV = nRT$ (και ανάμεσα στα μόρια τους εμφανίζονται διαμοριακές δυνάμεις).

Τα πραγματικά αέρια προσεγγίζουν την συμπεριφορά των ιδανικών σε ψηλές T και χαμηλές P (σε συνθήκες μακριά από το σημείο υγροποίησης τους).

Να σημειωθεί, ότι στα υγρά τα μόρια βρίσκονται πύ κοντά και εμφανίζονται διαμοριακές δυνάμεις.

Αυτές είναι μικρής εμβέλειας (πρέπει τα μόρια να βρίσκονται κοντά) και εξαρτώνται από τη χημική δομή του υλικού.

13 Η καταστατική εξίσωση προέκυψε συνδυάζοντας τρεις νόμους (που αποδεικνύονται πειραματικά).

Για δοσμένη ποσότητα αερίου (n moles) :

α) σε σταθερή θερμοκρασία T τα μεγέθη P και V είναι ανάλογα ή $PV = \text{σταθερό}$ (νόμος Boyle)

β) σε σταθερή P τα μεγέθη V , T είναι ανάλογα ή $V = \lambda T$ με λ σταθερό (νόμος Charles)

γ) σε σταθερό όγκο V τα μεγέθη P , T είναι ανάλογα ή $P = \kappa T$ με κ σταθερό (νόμος Gay-Lussac)

10. Εφαρμογή

Πόσα moles και πόσα μόρια ενός αερίου (όποιο και αν είναι αυτό), περιέχονται στους 27 °C και πίεση 0,82 atm σε μεταλλική οβίδα όγκου 0,1 m³.

$$\text{Δίνεται } R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{mol \cdot Kelvin}$$

Απάντηση.

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow \begin{array}{l} n = ? \\ P = 0,82 \text{ atm} \\ V = 0,1 \text{ m}^3 = 0,1 \cdot 1000 \text{ L} = 100 \text{ L} \\ R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{mol \cdot K} \text{ (K = Kelvin)} \\ \text{Και για τους } 27^\circ\text{C:} \\ T = \theta + 273 \Rightarrow T = 27 + 273 \Rightarrow T = 300 \text{ K} \end{array}$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow n = \frac{PV}{RT} \Rightarrow n = \frac{0,82 \cdot 100}{0,082 \cdot 300} = \frac{10}{3} \text{ mol ή } \frac{10}{3} \cdot N_A \text{ μόρια}$$

11. Εφαρμογή

Για ένα αέριο που βρίσκεται μέσα σε οβίδα σταθερού όγκου V, διπλασιάζεται η τιμή της Απόλυτης θερμοκρασίας. Πόσο θα μεταβληθεί η P του αερίου μέσα στο δοχείο.

Απάντηση.

Στη σχέση $P \cdot V = n \cdot R \cdot T$ εκτός από P και T όλα τα υπόλοιπα (n, V και η R) είναι σταθερά.

Αρα P και T είναι ανάλογα, οπότε όταν διπλασιάζεται η T θα διπλασιαστεί και η P.

ή

Αρχικά: $P_1 \cdot V = n \cdot R \cdot T_1$ (1) Διαιρώντας κατά μέλη τις (2) / (1) έχουμε:

2ικά: $P_2 \cdot V = n \cdot R \cdot T_2$ (2)

$$\text{και } T_2 = 2 \cdot T_1 \quad \frac{P_2 \cdot V}{P_1 \cdot V} = \frac{n \cdot R \cdot T_2}{n \cdot R \cdot T_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{2 \cdot T_1}{T_1} = 2 \Rightarrow P_2 = 2P_1$$

Βασικές Προτάσεις:

12. Εφαρμογή

Να δείξετε ότι:

α) Η αναλογία moles είναι και αναλογία μορίων.

β) Για αέρια στις ίδιες P, T η αναλογία όγκων είναι και αναλογία moles, αλλά και μορίων.

γ) Ο αέρας είναι 20% v/v σε O₂ και 80% v/v σε N₂. Σε ποιά αναλογία moles αλλά και μορίων βρίσκονται τα δύο συστατικά του.

Απάντηση.

$$\alpha) \text{ Για το αέριο (1) } n_1 = \frac{N_1}{N_A}$$

όπου n₁ τα moles του και N₁ ο αριθμός των μορίων του.

$$\text{Για το αέριο (2) } n_2 = \frac{N_2}{N_A}$$

όπου n₁ τα moles του και N₁ ο αριθμός των μορίων του.

Διαιρώντας κατά μέλη:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{\frac{N_1}{N_A}}{\frac{N_2}{N_A}} \Leftrightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

Και γενικότερα:

Για οποιαδήποτε ουσία (στερεά, υγρή ή αέρια) η σχέση (αναλογία, ισότητα, ανισότητα) moles είναι και σχέση μορίων και αντίστροφα.

β) Για το αέριο (1) $P \cdot V_1 = n_1 \cdot R \cdot T$
όπου n_1 τα moles του και V_1 ο όγκος του.

Για το αέριο (2) $P \cdot V_2 = n_2 \cdot R \cdot T$
όπου n_2 τα moles του και V_2 ο όγκος του.

Διαιρώντας κατά μέλη:

$$\frac{P \cdot V_2}{P \cdot V_1} = \frac{n_2 \cdot R \cdot T}{n_1 \cdot R \cdot T} \Leftrightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

Μόνο για Αέρια στις ίδιες συνθήκες P, T :

η σχέση (αναλογία, ισότητα, ανισότητα) όγκων είναι και σχέση moles και αντίστροφα.

γ) 20% v/v σε $O_2 \Rightarrow 20$ όγκοι O_2 σε κάθε 100 όγκους αέρα.
και 80% v/v σε $N_2 \Rightarrow 80$ όγκοι N_2 σε κάθε 100 όγκους αέρα.

$$\Rightarrow \frac{V_{O_2}}{V_{N_2}} = \frac{20}{80} = \frac{1}{4}$$

Επειδή για αέρια στις ίδιες συνθήκες (P, T) η αναλογία moles είναι και αναλογία όγκων έχουμε: $\frac{n_{O_2}}{n_{N_2}} = \frac{1}{4}$

Και επειδή η αναλογία moles είναι και αναλογία μορίων έχουμε: $\frac{\text{μόρια}_{O_2}}{\text{μόρια}_{N_2}} = \frac{1}{4}$

Υπολογισμός V_{mol} από την Καταστατική:

13. Εφαρμογή

Να υπολογιστεί ο γραμμομοριακός όγκος οποιουδήποτε αερίου:

α) σε πίεση 0,82 atm στους 127 °C.

β) σε stp

$$\text{Δίνεται } R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{mol \cdot K}$$

Απάντηση.

Ο V_{mol} είναι ο όγκος για $n = 1 \text{ mol}$.

Γενικά:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} \quad (1)$$

Για $n = 1 \text{ mol}$ έχουμε:

$$(1) \Rightarrow V_{mol} = \frac{RT}{P} \quad (2)$$

α) Αντικαθιστώντας στη σχέση (2):

$$R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{mol \cdot K}$$

$$T = \theta + 273 \Rightarrow T = 127 + 273 \Rightarrow T = 400 \text{ K}$$

$$P = 0,82 \text{ atm}$$

$$\text{Έχουμε: } V_{mol} = \frac{RT}{P} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{mol} = \frac{0,082 \cdot 400}{0,82} = \frac{82 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^2}{82 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 4 \cdot 10^{-3+2-(-2)} = 4 \cdot 10^1 = 40 \text{ L}$$

β) std συνθήκες ($\theta = 0^\circ \text{C}$ και $P = 1 \text{ atm}$)

β) Αντικαθιστώντας στη σχέση (2):

$$R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{mol \cdot K}$$

$$T = \theta + 273 \Rightarrow T = 0 + 273 \Rightarrow T = 273 \text{ K}$$

$$P = 1 \text{ atm}$$

$$\text{Έχουμε: } V_{mol} = \frac{RT}{P} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{mol} = \frac{0,082 \cdot 273}{1} = 22,4 \text{ L}$$

Υπολογισμός πυκνότητας Αερίου από την Καταστατική:

14. Εφαρμογή

Να υπολογιστεί η πυκνότητα του αερίου H_2 ($A_r \text{ H} = 1$) στους -73°C και πίεση $0,82 \text{ atm}$.

$$R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{mol \cdot K}$$

Απάντηση.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

$$n = \frac{m}{Mr} \Rightarrow m = n \cdot Mr \quad (2)$$

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \Rightarrow V = \frac{nRT}{P} \quad (3)$$

Αντικαθιστώντας στην (1):

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{n \cdot Mr}{\frac{nRT}{P}} = \frac{n \cdot Mr \cdot P}{nRT} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho = \frac{Mr \cdot P}{RT}$$

Για το H_2

$Mr = 1 \cdot 2 = 2$ και στη σχέση
θέτουμε 2 g/mol

$$P = 0,82 \text{ atm}$$

$$R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{mol \cdot K}$$

$$T = \theta + 273 \Rightarrow T = -73 + 273$$

$$\Rightarrow T = 200 \text{ K}$$

$$\rho = \frac{Mr \cdot P}{RT} \Rightarrow \rho = \frac{2 \cdot 0,82}{0,082 \cdot 200} = 0,1 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

Υπολογισμός M_r Αγνώστου Αερίου από την Καταστατική:**15. Εφαρμογή**

16 g άγνωστου αερίου στους 27 °C και πίεση 0,82 atm καταλαμβάνουν όγκο 30 L.

α) Να υπολογιστεί το M_r του άγνωστου αερίου

β) Αν ο Μοριακός Τύπος του αερίου έχει τη μορφή CH_x και $A_{rC} = 12$, $A_{rH} = 1$ να βρεθεί ο Μοριακός Τύπος.

$$\text{Δίνεται } R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{mol \cdot K}$$

Απάντηση.

α) Γενικά:

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

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (1)$$

$$n = \frac{m}{M_r} \quad (2)$$

Εδώ:

Θέτοντας $m = 16 \text{ g}$

$$R = 0,082 \frac{l \cdot atm}{mol \cdot K}$$

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$P = 0,82 \text{ atm}$$

$$V = 30 \text{ L}$$

$$M_r = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V} \Rightarrow M_r = \frac{16 \cdot 0,082 \cdot 300}{0,82 \cdot 30} \Rightarrow M_r = 16 \text{ g/mol}$$

$$\text{και } M_r = 16$$

β) CH_x με $M_r = A_{rC} + x \cdot A_{rH} = 12 + x \cdot 1 = 12 + x$

Ομως από το (α) το M_r είναι 16.

Οπότε $12 + x = 16 \Rightarrow x = 16 - 12 = 4$ και ο Μοριακός Τύπος είναι CH_4

Μίγμα Αερίων.

16. Εφαρμογή

Ισομοριακό Μίγμα 2 αερίων Α και Β σε $V = 300 \text{ L}$ έχει πίεση $0,82 \text{ atm}$ στους 27°C .

Να βρεθούν τα moles του κάθε συστατικού του. Δίνεται $R = 0,082 \frac{\text{l} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$

Απάντηση.

Ισομοριακό Μίγμα $\Rightarrow$ περιέχει ίσα μόρια από το κάθε συστατικό, άρα και ίσα moles.

Εστώ x τα moles του Α και επίσης x τα moles του Β συστατικού.

Οπότε το άθροισμα των moles των συστατικών του μίγματος είναι $n = x + x = 2x$.

Χημικό λάθος είναι η έκφραση “τα moles του μίγματος” γιατί το μίγμα δεν αποτελείται από ενός τύπου μόρια (δεν είναι χημική ουσία). πχ. δεν υπάρχουν μόρια αέρα, υπάρχουν αναμιγμένα μόρια O_2 και μόρια N_2 μέσα στον αέρα.

Η καταστατική εξίσωση θα ισχύει και για τα συνολικά moles των ουσιών μέσα στο μίγμα:

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

$$P = 0,82 \text{ atm}$$

$$V = 300 \text{ L}$$

$$R = 0,082 \frac{\text{l} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$$

$$T = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$\Rightarrow n = \frac{P \cdot V}{R \cdot T} \Rightarrow n = \frac{0,82 \cdot 300}{0,082 \cdot 300} \Rightarrow$$

$$n = \frac{0,82}{0,082} = \frac{82 \cdot 10^{-2}}{82 \cdot 10^{-3}} = 10^{-2-(-3)} = 10^1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = 10 \text{ mol (το άθροισμα των moles των συστατικών του).}$$

$$\text{Αρα } 2x = 10 \Rightarrow x = 5 \text{ mol από το κάθε συστατικό.}$$

Συγκέντρωση Διαλύματος (Molarity)

$$C = \frac{n \text{ (mol διαλυμένης ουσίας)}}{V \text{ (L διαλύματος)}}$$

C Συγκέντρωση (Molarity) δ/τος σε μονάδες M ή $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$ ¹⁴

17. Εφαρμογή

α) Σε ένα ποτήρι ζέσης διαλύουμε 4 g NaOH σε μικρή ποσότητα νερού και αραιώνουμε στη συνέχεια προσθέτοντας νερό, μέχρι να γίνει ο όγκος του δ/τος 100 ml.

Να υπολογιστεί η Molarity του δ/τος. Δίνεται Ar Na = 23, O = 16, H = 1

β) Αν από το ποτήρι πάρουμε σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα 10 ml από το προηγούμενο διάλυμα ποιά θα είναι η συγκέντρωση του δ/τος μέσα στο δοκιμαστικό σωλήνα;

Και πόσο NaOH θα περιέχεται μέσα στο δοκιμαστικό σωλήνα;

Απάντηση.

α)

$$C = \frac{n \text{ (mol διαλυμένης ουσίας)}}{V \text{ (L διαλύματος)}}$$

Για το NaOH:

$$Mr = Ar_{Na} + Ar_O + Ar_H = 23 + 16 + 1 = 40$$

$$\text{και } n = \frac{m}{Mr} = \frac{4}{40} = 0,1 \text{ mol}$$

Ο όγκος του δ/τος θα πρέπει να μετατραπεί σε L:

$$V = 100 \text{ ml} = 0,1 \text{ L}$$

οπότε:

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,1 \text{ mol}}{0,1 \text{ L}} \text{ ή } = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} = 1 \text{ M}$$

β) Η συγκέντρωση του δ/τος παραμένει η ίδια (1 M).

Γιατί τα διαλύματα (ομογενή μίγματα), σαν ομογενή σώματα έχουν σταθερή σύσταση (ποιοτική και ποσοτική) σε κάθε σημείο της μάζας τους.

Ποσοτική σύσταση είναι η αναλογία των συστατικών τους.

και τώρα :

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

$$C = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$V = 10 \text{ ml} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ L} = 10^{-2} \text{ L} = 0,01 \text{ L}$$

οπότε:

$$n = CV = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} 0,01 \text{ L} = 0,01 \text{ mol NaOH}$$

¹⁴ Σε αντίθεση με τις % w/w, % w/v, % v/v στην Molarity η αναλογία $\frac{\delta \cdot o}{\text{διάλυμα}}$ δίνεται σε $\frac{\text{mol}}{\text{L}}$.

18. Εφαρμογή

Δίνεται διάλυμα γλυκόζης ($M_r = 180$) $0,1\text{ M}$. Να βρεθεί η $\%$ w/v του δ/τος σε γλυκόζη.

Απάντηση.

Ζητείται η $x\text{ }\%$ w/v $\rightarrow \frac{x\text{ g δ.ο.}}{100\text{ ml δ/τος}} \rightarrow x\text{ g δ.ο. περιέχονται σε } 100\text{ ml δ/τος.}$

Δίνεται:

$$C = \frac{n}{V} = 0,1\text{ M ή } 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \Rightarrow \text{Εχουμε } 0,1\text{ mol δ.ο. σε } 1\text{ L δ/τος}$$

Ομως το $0,1\text{ mol δ.ο.}$ είναι $n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r \Rightarrow m = 0,1 \cdot 180 = 18\text{ g γλυκόζης}$

Και το $1\text{ L δ/τος} = 1000\text{ ml δ/τος.}$

Οπότε έχουμε:

$0,1\text{ mol δ.ο.}$ ή 18 g γλυκόζης $x\text{ ?}$	περιέχονται σε	1 L δ/τος ή 1000 ml δ/τος 100 ml
---	----------------	---

$x = 1,8$ και η περιεκτικότητα του είναι $1,8\text{ }\%$ w/v.

Αραίωση – Συμπύκνωση διαλύματος.

Αραίωση δ/τος = προσθήκη διαλύτη	V δ/τος ↑	Τα mol της δ.ο. παραμένουν τα ίδια	$C = \frac{n}{V \uparrow} \Rightarrow C \downarrow$
Συμπύκνωση δ/τος = αφαίρεση διαλύτη ¹⁵	V δ/τος ↓		$C = \frac{n}{V \downarrow} \Rightarrow C \uparrow$

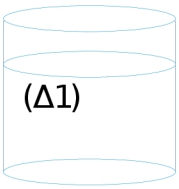
Η ποσότητα (n moles) της δ.ο. παραμένει σταθερή.

$$\text{Για το αρχικό διάλυμα } C_{\text{αρχ}} = \frac{n}{V_{\text{αρχ}}} \Rightarrow n = C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}}$$

$$\text{Για το τελικό διάλυμα } C_{\text{τελ}} = \frac{n}{V_{\text{τελ}}} \Rightarrow n = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$$

$$\Rightarrow n = C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}}$$

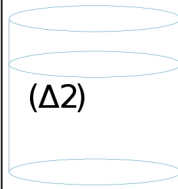
Ανάμιξη διαλυμάτων της ίδιας ουσίας.



(Δ1)

n_1 mol δ.ο.
 V_1 όγκος δ/τος
 C_1 Molarity

+



(Δ2)

n_2 mol δ.ο.
 V_2 όγκος δ/τος
 C_2 Molarity

⇒



(τελικό Διάλυμα)

$n_{\text{τελ}} = n_1 + n_2$
 $V_{\text{τελ}} = V_1 + V_2$
 $C_{\text{τελ}} = ?$

$C_1 = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow$
 $\Rightarrow n_1 = C_1 V_1 \quad (1)$

$C_2 = \frac{n_2}{V_2} \Rightarrow$
 $\Rightarrow n_2 = C_2 V_2 \quad (2)$

$C_{\text{τελ}} = \frac{n_{\text{τελ}}}{V_{\text{τελ}}} \Rightarrow$
 $\Rightarrow n_{\text{τελ}} = C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}} \quad (3)$

Στο τελικό διάλυμα:

Η ποσότητα της δ.ο. είναι $n_{\text{τελ}} = n_1 + n_2$

Αντικαθιστώντας τα moles από τις (1), (2), (3)

$$n_{\text{τελ}} = n_1 + n_2 \Rightarrow C_{\text{τελ}} V_{\text{τελ}} = C_1 V_1 + C_2 V_2 \quad (4)$$

Αν κατά την ανάμιξη ο όγκος διατηρείται έχουμε $V_2 = V_1 + V_2$ τότε η (4) γίνεται:

$$C_{\text{τελ}}(V_1 + V_2) = C_1 V_1 + C_2 V_2 \quad 16$$

¹⁵ Αυτό πχ. σε ένα διάλυμα αλατόνερου γίνεται βράζοντας το.

Ο διαλύτης (νερό) βράζει και απομακρύνεται ποσότητα του από το διάλυμα, το αλάτι όμως δεν εξαερώνεται, παραμένει στο διάλυμα. Και φυσικά το διάλυμα γίνεται όλο και πιο αλμυρό.

¹⁶ Από την ίδια σχέση προκύπτει και η σχέση της αραίωσης αν στο (2) δοχείο δεν υπάρχει διαλυμένη ουσία ($C_2 = 0$)

19. Εφαρμογή

Δίνεται υδατικό διάλυμα (Δ1) όγκου 500 ml περιέχει HCl σε συγκέντρωση 0,3 M και HBr σε συγκέντρωση 0,1 M.

Και υδατικό διάλυμα (Δ2) όγκου 1500 ml περιέχει HCl σε συγκέντρωση 0,1 M και καθόλου HBr.

Αναμιγνύονται και προκύπτει διάλυμα (Δτελικό).

Η ανάμειξη συμβαίνει με διατήρηση του όγκου.

Να βρεθεί η συγκέντρωση του τελικού διαλύματος τόσο σε HCl, όσο και σε HBr.

Απάντηση.

Ως προς HCl (υπάρχει τόσο στο Δ1, όσο και στο Δ2) συμβαίνει ανάμειξη.

Οπότε:

$$\begin{array}{l|l}
 C_{\text{τελ}}(V_1 + V_2) = C_1V_1 + C_2V_2 & C_{\text{τελ}} = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{V_1 + V_2} \Rightarrow \\
 C_{\text{τελ}} = ? & \\
 V_1 = 500 \text{ ml} = 0,5 \text{ L} & \Rightarrow C_{\text{τελ}} = \frac{0,3 \cdot 0,5 + 0,1 \cdot 1,5}{0,5 + 1,5} = \frac{0,15 + 0,15}{2} = \frac{0,3}{2} \Rightarrow \\
 V_2 = 1500 \text{ ml} = 1,5 \text{ L} & \\
 C_1 = 0,3 \text{ M} & \Rightarrow C_{\text{τελ}} = 0,15 \text{ M} \\
 C_2 = 0,1 \text{ M} &
 \end{array}$$

Ως προς HBr (υπάρχει μόνο στο Δ1) συμβαίνει αραίωση:

$$\begin{array}{l|l}
 C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}} = C_{\text{τελ}} \cdot V_{\text{τελ}} & \Rightarrow C_{\text{τελ}} = \frac{C_{\text{αρχ}} \cdot V_{\text{αρχ}}}{V_{\text{τελ}}} \Rightarrow \\
 C_{\text{αρχ}} = 0,1 \text{ M (στο διάλυμα Δ1)} & \\
 V_{\text{αρχ}} = 0,5 \text{ L (διάλυμα Δ1)} & \Rightarrow C_{\text{τελ}} = \frac{0,1 \cdot 0,5}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ M} \\
 C_{\text{τελ}} = ? & \\
 V_{\text{τελ}} = 0,5 \text{ L} + 1,5 \text{ L} = 2 \text{ L (Δτελικό)}. &
 \end{array}$$

Τυπολόγιο:

1 mol σωματιδίων είναι N_A σωματίδια.

Ατομα – Ar – mol ατόμων.		Μόρια – Mr – mol μορίων	
1 άτομο O	έχει μάζα 16 u (γιατί Ar = 16)	1 μόριο H ₂ O	έχει μάζα 18 u (γιατί Mr = 18)
1 mol ατόμων O (N _A άτομα O)	έχει μάζα 16 g	1 mol μορίων H ₂ O (N _A άτομα O)	έχει μάζα 18 g
$n = \frac{m}{Ar} = \frac{N}{N_A}$ n = αριθ. mol ατόμων m = μάζα σε g N = αριθ. ατόμων		$n = \frac{m}{Mr} = \frac{N}{N_A}$ n = αριθ. mol μορίων m = μάζα σε g N = αριθ. μορίων	
$1 \text{ u} = \frac{1}{N_A} \text{ g}$ N _A = αρ. Avogadro		ΑΕΡΙΑ ΜΟΝΟ:	σε stp (0 °C, 1 atm) : $n = \frac{V (L \text{ αερίου σε stp})}{22,4 (L/mol)}$
Από τα Μόρια στα Ατομα: 1) Διαβάζοντας τον Μοριακό Τύπο: πχ. 1 μόριο H ₂ O περιέχει 2 άτομα H 2) Υπολογισμός Mr από τα Ar: πχ. Mr _{H₂O} = Ar _H 2 + Ar _O			σε οποιαδήποτε P, T: P·V = n·R·T (T = θ + 273)
		ΔΙΑΛΥΜΑΤΑ ΜΟΝΟ:	$C = \frac{n}{V} \frac{(mol \delta.o.)}{(L \delta/τος)}$
		Αραίωση – Συμπύκνωση	$C_{αρχ} \cdot V_{αρχ} = C_{τελ} \cdot V_{τελ}$
		Ανάμιξη	$C_{τελ}(V_1 + V_2) = C_1V_1 + C_2V_2$

- ♦ $x \% \text{ w/w} \rightarrow \frac{x \text{ g } \delta.o.}{100 \text{ g } \delta/τος} \rightarrow x \text{ g } \delta.o. \text{ περιέχονται σε κάθε } 100 \text{ g } \delta/τος$
- ♦ $x \% \text{ w/v} \rightarrow \frac{x \text{ g } \delta.o.}{100 \text{ ml } \delta/τος} \rightarrow x \text{ g } \delta.o. \text{ περιέχονται σε κάθε } 100 \text{ ml } \delta/τος$
- ♦ $x \% \text{ v/v} \rightarrow \frac{x \text{ όγκοι } \delta.o.}{100 \text{ όγκους } \delta/τος} \rightarrow x \text{ όγκοι } \delta.o. \text{ περιέχονται σε κάθε } 100 \text{ όγκους } \delta/τος$