

► ΘΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ: Μέγεθος (δύναμις ή "τονάριά" μέγεθος)

↳ Χημεία: • Μέγεθος της τάξης ($kg, g, \dots$)

• Μέγεθος φυσικών τονάριων ύλης (ατόμων/μορίων/ιόντων)

αριθμός
μορίων $\swarrow$
mol $\searrow$

• Σχετική ατομική (A_r) ή Μοριακή (M_r) τάξη

• Πυκνότητα (%)

• Συγκέντρωση (mol/L)

4.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΧΗΜΙΚΟΥΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥΣ:

ΣΧ. ΑΤΟΜΙΚΗ & ΜΟΡΙΑΚΗ ΜΑΖΑ / mol / ΑΡ. ΑVOΓΑΔΡΟ / ΓΡΑΜ./ΚΩΣ ΟΒΟΛ

• ΑΤΟΜΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΜΑΖΑΣ
atomic mass unit (α.μ.μ.)

$$1 \text{ αμμ} = \frac{1}{12} M_{\text{ατόμου}}^{12\text{C}}$$

$$1 \text{ αμμ} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

ΑΤΟΜΟ ^{12}C : $6p^+, 6n^0, 6e^-$

• ΣΧΕΤΙΚΗ ΑΤΟΜΙΚΗ ΜΑΖΑ (A_r)
ή ΑΤΟΜΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (ΑΒ)

ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές μεγαλύτερη είναι η τάξη του ατόμου από το $1/12$ της τάξης του ατόμου ^{12}C .

Π.Χ. οξυγόνο: $A_{rO} = 16$
 $M_{\text{ατόμου}}^{O} = 16 \cdot \frac{1}{12} M_{\text{ατόμου}}^{12\text{C}}$

$$A_r = \frac{M_{\text{ατόμου}}}{\frac{1}{12} M_{\text{ατόμου}}^{12\text{C}}}$$

ΚΑΘΑΡΟΣ ΑΡΙΘΜΟΣ
(ΕΚΦΡΑΣΜΕΝΟΣ
ΣΕ αμμ)

$$M_{\text{ατόμου}}^{\text{οποιήσια}} = A_r \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

► ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΣΧΟΛΙΚΟΥ ΒΙΒΛΙΟΥ: 20, 21, 22, 23, 24, 32, 33, 34, 35, 43,

45, 47, 48, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 12, 14

Παράδειγμα 4.1/6η.128

Φυσικός Άνθρακας: 98,9% $^{12}_6\text{C}$ & 1,1% $^{13}_6\text{C}$. $A_r(^{12}_6\text{C}) = 12$ / $A_r(^{13}_6\text{C}) = 13$

$$A_r\text{C} = 98,9\% \cdot 12 + 1,1\% \cdot 13 = \frac{98,9}{100} \cdot 12 + \frac{1,1}{100} \cdot 13 = 12,011$$

Εφαρμογή / 6η.129

Φυσικός Χαλκός: 69,09% $^{63}_{29}\text{Cu}$ & 30,91% $^{65}_{29}\text{Cu}$. $A_r(^{63}_{29}\text{Cu}) = 63$ / $A_r(^{65}_{29}\text{Cu}) = 65$

$$A_r\text{Cu} = 30,91\% \cdot 65 + 69,09\% \cdot 63 = \frac{30,91}{100} \cdot 65 + \frac{69,09}{100} \cdot 63 = 63,62$$

Extra Εφαρμογή

Χλωρίο: 75% $^{35}_{17}\text{Cl}$ ($A_r = 35$) & 25% $^{37}_{17}\text{Cl}$ ($A_r = 37$)

$$A_r\text{Cl} = 75\% \cdot 35 + 25\% \cdot 37 = \frac{75}{100} \cdot 35 + \frac{25}{100} \cdot 37 = 35,5$$

Άζωτο	N	14
Άνθρακας	C	12
Αργίλιο	Al	27
Άργυρος	Ag	108
Ασβέστιο	Ca	40
Βάριο	Ba	137
Βρώμιο	Br	80
Θείο	S	32
Ιώδιο	I	127
Κάλιο	K	39
Κασσίτερος	Sn	119
Μαγγάνιο	Mn	55
Μαγνήσιο	Mg	24
Μόλυβδος	Pb	207
Νάτριο	Na	23
Νικέλιο	Ni	59
Οξυγόνο	O	16
Πυρίτιο	Si	28
Σίδηρος	Fe	56
Υδράργυρος	Hg	201
Υδρογόνο	H	1
Φθόριο	F	19
Φωσφόρος	P	31
Χαλκός	Cu	63,5
Χλώριο	Cl	35,5
Χρώμιο	Cr	52
Ψευδάργυρος	Zn	65

↑
οι δεκαδικές τιμές οφείλονται στα ισοτόπια

ΣΧΕΤΙΚΗ ΜΟΡΙΑΚΗ ΜΑΖΑ (M_r) ή Μοριακό Βάρος (MB)

Ο αριθμός που δίνεται πόδες φορές τη μάζα ενός
ατόμου ενός μορίου (ατομικού ή
μοριακού βάρους) από το $\frac{1}{12}$ του
μάζας του ατόμου $^{12}_6\text{C}$.

π.χ. θειικό οξύ H_2SO_4
 $M_r = 98$ άρα:
 $M_{\text{μορίου}}^{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98 \cdot \frac{1}{12} M_{\text{ατόμου}}^{^{12}_6\text{C}}$

$$M_r = \frac{M_{\text{μορίου}}}{\frac{1}{12} M_{\text{ατόμου}}^{^{12}_6\text{C}}}$$

(εφαρμογή σε αμω)

$$M_{\text{μορίου}} = M_r \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

50

Σχετικές Ατομικές Μάζες Βαθμικών
Στοιχείων.
ΘΑ ΔΙΝΕΤΑΙ.

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ M_r ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ ή ΧΗΜ. ΕΝΩΣΗΣ

Το M_r ΥΠΟΛΟΓΙΖΕΤΑΙ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΝ ΜΟΡΙΑΚΟ ΤΥΠΟ

ΓΙΑ ΧΗΜΙΚΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ

$$M_r = \text{Ατομικόζυγα} \times A_r$$

π.χ. $M_{r_{H_2}} = 2 \cdot A_{r_H} = 2 \cdot 1 = 2$
 $M_{r_{O_2}} = 2 \cdot A_{r_O} = 2 \cdot 16 = 32$

ΓΙΑ ΧΗΜΙΚΗ ΕΝΩΣΗ

$$A_x B_y: M_r = x \cdot A_{r_A} + y \cdot A_{r_B}$$

π.χ. $M_{r_{H_2S}} = 2 \cdot A_{r_H} + 1 \cdot A_{r_S} =$
 $= 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 = 34$
 $M_{r_{H_2SO_4}} = 2 \cdot A_{r_H} + 1 \cdot A_{r_S} + 4 \cdot A_{r_O} =$
 $= 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 =$
 $= 2 + 32 + 64 = 98$

Παράδειγμα 4.2/6η.129

$$M_{r_{P_4}} = 4 \cdot A_{r_P} = 4 \cdot 31 = 124$$

$$M_{r_{Al_2(SO_4)_3}} = 2 \cdot A_{r_{Al}} + [1 \cdot A_{r_S} + 4 \cdot A_{r_O}] \cdot 3 =$$

 $= 2 \cdot 27 + [1 \cdot 32 + 4 \cdot 16] \cdot 3 =$
 $= 54 + [32 + 64] \cdot 3 = 54 + 96 \cdot 3 =$
 $= 54 + 288 = 342$

Εφαρμογή/6η.130

α. $M_{r_{Ce_2}} = 2 \cdot A_{r_{Ce}} = 2 \cdot 35,5 = 71$

β. $M_{r_{O_3}} = 3 \cdot A_{r_O} = 3 \cdot 16 = 48$

γ. $M_{r_{CO_2}} = 1 \cdot A_{r_C} + 2 \cdot A_{r_O} = 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 12 + 32 = 44$

δ. $M_{r_{HNO_3}} = 1 \cdot A_{r_H} + 1 \cdot A_{r_N} + 3 \cdot A_{r_O} = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 14 + 3 \cdot 16 = 1 + 14 + 48 = 63$

ε. $M_{r_{Ca_3(PO_4)_2}} = 3 \cdot A_{r_{Ca}} + [1 \cdot A_{r_P} + 4 \cdot A_{r_O}] \cdot 2 = 3 \cdot 40 + [1 \cdot 31 + 4 \cdot 16] \cdot 2 =$
 $= 120 + [31 + 64] \cdot 2 = 120 + 95 \cdot 2 =$
 $= 120 + 190 = 310$

x.A'1
K4

Σχετικές Μοριακές Μάζες Διαφόρων Χημικών Ενώσεων				
AgCl [143,5]	NH ₄ Cl [53,5]	CH ₄ [16]	Al(OH) ₃ [78]	H ₂ O [18]
CuSO ₄ [159,5]	SO ₃ [80]	C ₂ H ₅ OH [46]	Al ₂ (SO ₄) ₃ [342]	CO [28]
NaHSO ₄ [120]	NO [30]	NaCl [58,5]	AlPO ₄ [122]	CO ₂ [44]
PbO [223]	NO ₂ [46]	Na ₂ SO ₄ [142]	NH ₃ [17]	HCl [36,5]
K ₂ O [94]	H ₂ SO ₃ [82]	PbS [239]	H ₂ O ₂ [34]	H ₃ PO ₄ [98]
CaCO ₃ [100]	HClO ₂ [68,5]	Pb(NO ₃) ₂ [331]	HF [20]	H ₂ SO ₄ [98]
H ₂ CO ₃ [62]	C ₂ H ₂ [26]	Fe ₂ O ₃ [160]	HCN [27]	HNO ₃ [63]
Ca(HCO ₃) ₂ [162]	AgNO ₃ [170]	FeO [72]	Ca(OH) ₂ [74]	NaOH [40]

1 mol

ΜΟΝΑΔΑ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΟΥΣΙΑΣ στο S.I.

η) η χημική ποσότητα μιας ουσίας στο S.I.

1 mol = η ποσότητα μιας ουσίας που περιέχει τόσες στοιχειώδεις οντότητες, όσες είναι ο αριθμός των ατόμων σε 12g του ¹²C.

→ άτομα/μόρια/ιόντα

Αριθμός του ΑΒΟΓΑΔΡΟ

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$



Amedeo Avogadro

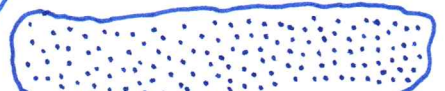
ο αριθμός των ατόμων που περιέχονται σε 12g ¹²C

ένα κάρβουνο 12g περιέχει 6,02 · 10²³ άτομα άνθρακα

1 mol = η ποσότητα μιας ουσίας που περιέχει N_A οντότητες

- 1 mol ατόμων περιέχει N_A άτομα
- 1 mol μορίων περιέχει N_A μόρια
- 1 mol ιόντων περιέχει N_A ιόντα

Μια διήθηση: 14 διέ. χρόνο = 1,4 · 10¹⁰ χρόνια



124 χρονίς σε 30 sec.
Αν ήθελα να γεμίσω
N_A = 6,02 · 10²³ χρονίς να
χρησιμοποιώ:

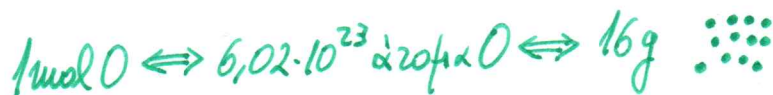
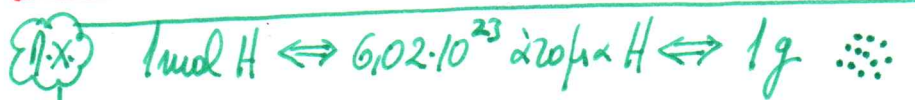
$$\begin{aligned} 124 &\rightarrow 30 \text{ sec} \\ 6,02 \cdot 10^{23} &\rightarrow x; \end{aligned} \Rightarrow x = 1,456 \cdot 10^{23}$$

1 έτος = 365 · 86400 sec άρα:
x = 4,168 · 10¹⁵ χρόνια

X.A'1
K4

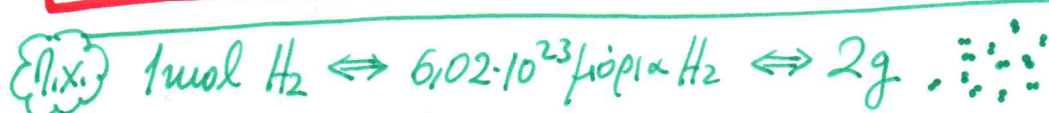
► Ο αριθμός του Avogadro εκφράζει τον αριθμό των ατόμων οποιουδήποτε στοιχείου που περιέχονται σε μία μόλη στοιχείου όσο είναι η σχετική ατομική μάζα (Ar)

$$1 \text{ mol ατόμων} \Leftrightarrow N_A \text{ άτομα} \Leftrightarrow A_r \text{ g}$$



► Ο αριθμός του Avogadro εκφράζει τον αριθμό των μορίων οποιουδήποτε χημικού ενώσεως που περιέχονται σε μία μόλη μόριου όσο είναι η σχετική μοριακή μάζα (Mr)

$$1 \text{ mol μορίων} \Leftrightarrow N_A \text{ μόρια} \Leftrightarrow M_r \text{ g}$$



Παράδειγμα 4.3/6η.131

Πόσο ζυγίζει 1 άτομο H;

$$1 \text{ mol H} \rightarrow N_A \text{ άτομα} \Leftrightarrow 1 \text{ g}$$

$$1 \text{ άτομο} \Leftrightarrow m;$$

$$N_A \cdot m = 1 \cdot 1 \Rightarrow m = \frac{1}{N_A} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = \frac{1}{6,02 \cdot 10^{23}} = 1,66 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Εφαρμογή 1/6η.132

Πόσο ζυγίζει 1 άτομο Hg;

$$1 \text{ mol Hg} \rightarrow N_A \text{ άτομα} \Leftrightarrow 200 \text{ g}$$

$$1 \text{ άτομο} \Leftrightarrow m;$$

$$N_A \cdot m = 1 \cdot 200 \Rightarrow m = \frac{200}{N_A} =$$

$$= \frac{200}{6,02 \cdot 10^{23}} = 33,22 \cdot 10^{-23} = 3,322 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

Πρόβλημα 4.4/6η.132

Πόσο ζυγίζει 1 μόριο H_2SO_4 ;

$$1 \text{ mol} \rightarrow N_A \text{ μόρια} \Leftrightarrow 98 \text{ g} \leftarrow M_r$$
$$1 \text{ μόριο} \Leftrightarrow m;$$

$$m \cdot N_A = 1 \cdot 98 \Rightarrow m = \frac{98}{N_A} = \frac{98}{6,02 \cdot 10^{23}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = 16,28 \cdot 10^{-23} = 1,628 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

Εφαρμογή 2/6η.132

Πόσο ζυγίζει 1 μόριο $C_{12}H_{22}O_{11}$;

$$1 \text{ mol} \rightarrow N_A \text{ μόρια} \Leftrightarrow 342 \text{ g} \leftarrow M_r$$
$$1 \text{ μόριο} \Leftrightarrow m;$$

$$m \cdot N_A = 1 \cdot 342 \Rightarrow m = \frac{342}{N_A} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m = \frac{342}{6,02 \cdot 10^{23}} = 56,81 \cdot 10^{-23} = 5,681 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

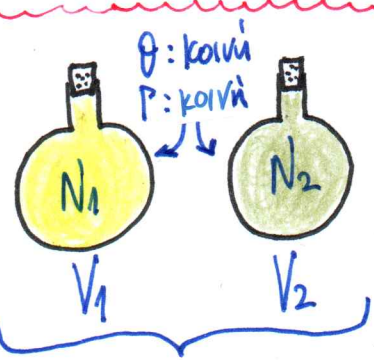
> ΥΠΟΘΕΣΗ AVOGADRO

Όσοι όγκοι αερίων (ή αερίων) που είναι συνδεδεμένοι με τους ίδιους συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων

και το αντίστροφο

Όσοι αριθμοί μορίων (ή αερίων) που βρίσκονται στους ίδιους συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο.

→ Άρα 1 mol οποιαδήποτε αερίων καταλαμβάνει πάντα τον ίδιο όγκο



$$\left. \begin{matrix} P_1 = P_2 \\ \theta_1 = \theta_2 \\ V_1 = V_2 \end{matrix} \right\} \Leftrightarrow N_1 = N_2$$

ΥΠΟΘΕΣΗ AVOGADRO

$$V_m = 22,4 \text{ L}$$

66 stp

ΓΡΑΜΜΟΜΟΡΙΑΚΟΣ ΟΓΚΟΣ V_m

αντίστοιχο ο όγκος που καταλαμβάνει 1 mol ενός αερίου σε ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας

*οποιαδήποτε

ΚΣ (κανονικές συνθήκες)

ή stp (Standard Temperature Pressure)

→ πρότυπες συνθήκες

0 °C (ή 273 K) ή 1 atm

(1 atm $\xrightarrow{\text{S.I.}}$ 1,013 · 10⁵ Pa)

$$1 \text{ mol μορίων} \Leftrightarrow N_A \text{ μόρια} \Leftrightarrow M_r \text{ g} \Leftrightarrow 22,4 \text{ L (stp)}$$



από την έκφραση:

$$1 \text{ mol} \text{ μόρια} \Leftrightarrow N_A \text{ μόρια} \Leftrightarrow M_r \text{ g} \Leftrightarrow 22,4 \text{ L (stp)}$$

Προκύπτουν και οι زیری:

αριθμός
ζήτων
για άτομα:

$$n = \frac{m}{A_r}$$

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

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$n = \frac{V(\text{stp})}{V_m(\text{stp})} = \frac{V(\text{stp})}{22,4}$$

n : αριθμός mol

m : μάζα (σε g)

M_r : οξ. αριθμομοριακή μάζα (σε g)

N : αριθμός μορίων (σωμα)

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ (αριθμός Avogadro)

$V(\text{stp})$: όγκος (σε L) 6ε stp (6ε L)

$V_m(\text{stp}) = 22,4 \text{ L}$: μολομοριακός όγκος.

Π.Χ.

1 μόριο H_2SO_4 → 2 άτομα H
→ 1 άτομο S
→ 4 άτομα O

ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ

1 mol H_2SO_4 → $2N_A$ άτομα H (2 mol H)
→ N_A άτομα S (1 mol S)
→ $4N_A$ άτομα O (4 mol O)

Παράδειγμα 4.5/64.134

$\text{H}_2\text{S} \rightarrow 170 \text{ g}$ α) n ; mol H_2S
β) V ; (stp)
γ) N ?

$$M_r = 2 \cdot A_r \text{H} + 1 \cdot A_r \text{S} = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 = 34$$

$$\alpha) n = \frac{m}{M_r} = \frac{170}{34} = 5 \text{ mol}$$

$$\beta) n = \frac{V}{V_m} \Rightarrow V = n \cdot V_m = 5 \cdot 22,4 = 112 \text{ L}$$

$$\gamma) n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A = 5 N_A = 5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 30,1 \cdot 10^{23} \text{ μόρια}$$

Εφαρμογή 4.6/64.135

$\text{NH}_3 \rightarrow 1,12 \text{ L (stp)}$ α) N ?

β) m ?

$$N' = 1,8066 \cdot 10^{24}$$

$$M_r = 1 \cdot 14 + 3 \cdot 1 = 17$$

$$\alpha) n = \frac{V}{V_m} \Rightarrow n = \frac{1,12}{22,4} = \frac{1}{20} \text{ mol}$$

$$n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A = \frac{1}{20} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \Rightarrow N = 0,301 \cdot 10^{23} \text{ μόρια}$$

$$\beta) n = \frac{m}{M_r} = \frac{N'}{N_A} \Rightarrow m' = \frac{N'}{N_A} \cdot M_r \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m' = \frac{1,8066 \cdot 10^{24}}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot 17 = 51,017 \text{ g}$$

Χημεία
Α1
κ4

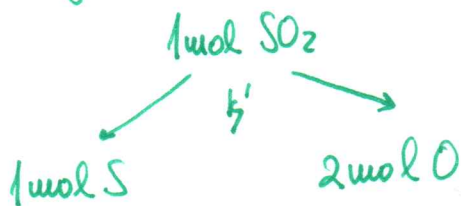
Παράδειγμα 4.6 / 6η.135

$$m_0 = ? \rightarrow 16g SO_2$$

$$M_r(SO_2) = 1 \cdot 32 + 2 \cdot 16 = 64$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{16}{64} = \frac{1}{4} \text{ mol } SO_2$$

Πόση του στοιχείου είναι SO_2 :



$$\text{άρα: } \frac{1}{4} \text{ mol } SO_2 \rightarrow 2 \cdot \frac{1}{4} \text{ mol } O = \frac{1}{2} \text{ mol } O$$

$$n' = \frac{m'}{A_r} \Rightarrow m' = n' \cdot A_r = \frac{1}{2} \cdot 16 \Rightarrow \boxed{m' = 8g O}$$

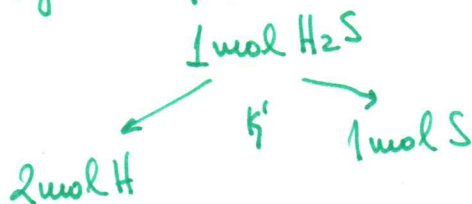
Εφαρμογή-2 / 6η.135

$$N_H = ? \rightarrow 68g H_2S$$

$$M_r(H_2S) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 = 34$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{68}{34} = 2 \text{ mol } H_2S$$

Πόση του στοιχείου είναι H_2S :



$$\text{άρα } 2 \times 2 \text{ mol } H_2S \text{ περιέχουν: } 2 \cdot 2 = 4 \text{ mol } H$$

$$n' = \frac{m'}{A_r} \rightarrow m' = n' \cdot A_r = 4 \cdot 1 \Rightarrow \boxed{m' = 4g H}$$

$$n' = \frac{N_H}{N_A} \Rightarrow N_H = n' \cdot N_A \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{N_H = 4 \cdot N_A} \approx 4 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 24,08 \cdot 10^{23} \text{ } \approx 2,4 \cdot 10^{24} \text{ } \approx 2,4 \text{ } \cdot 10^{24} \text{ } \approx 2,4 \text{ } \cdot 10^{24}$$

Παράδειγμα 4.7 / 6η.136



Μίγμα CO_2 και SO_2 : 7,6g / 3,36 L (stp)

$$n_1 = ? \quad n_2 = ? \quad m_1 = ? \quad m_2 = ?$$

$$M_{r1} = 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 44$$

$$M_{r2} = 1 \cdot 32 + 2 \cdot 16 = 64$$

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = \frac{m_1}{M_{r1}} \Rightarrow m_1 = n_1 \cdot M_{r1} \Rightarrow m_1 = n_1 \cdot 44 \\ n_2 = \frac{m_2}{M_{r2}} \Rightarrow m_2 = n_2 \cdot M_{r2} \Rightarrow m_2 = n_2 \cdot 64 \end{array} \right\} m_1 + m_2 = 7,6 \Rightarrow \boxed{44n_1 + 64n_2 = 7,6} \quad (1)$$

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = \frac{V_1}{V_m} \Rightarrow V_1 = n_1 \cdot V_m \Rightarrow V_1 = n_1 \cdot 22,4 \\ n_2 = \frac{V_2}{V_m} \Rightarrow V_2 = n_2 \cdot V_m \Rightarrow V_2 = n_2 \cdot 22,4 \end{array} \right\} V_1 + V_2 = 3,36 \Rightarrow n_1 \cdot 22,4 + n_2 \cdot 22,4 = 3,36 \Rightarrow \Rightarrow \boxed{n_1 + n_2 = 0,15} \quad (2)$$

$$(1)/(2) \dots \Rightarrow \boxed{n_1 = 0,1 \text{ mol } CO_2}$$

$$\boxed{n_2 = 0,05 \text{ mol } SO_2}$$

$$\begin{array}{l} m_1 = n_1 \cdot 44 \Rightarrow \boxed{m_1 = 4,4g CO_2} \\ m_2 = n_2 \cdot 64 \Rightarrow \boxed{m_2 = 3,2g SO_2} \end{array}$$

Εφαρμογή/6η.136

Μίγμα: $\text{SO}_2^{(1)}$ & $\text{H}_2\text{S}^{(2)}$: 13,2g / 6,72L (stp) $n_1 = ?$ $n_2 = ?$ $m_1 = ?$ $m_2 = ?$

$$M_{r1} = 1 \cdot 32 + 2 \cdot 16 = 64$$

$$M_{r2} = 1 \cdot 2 + 1 \cdot 32 = 34$$

$$\left. \begin{aligned} n_1 &= \frac{m_1}{M_{r1}} \Rightarrow m_1 = n_1 \cdot 64 \\ n_2 &= \frac{m_2}{M_{r2}} \Rightarrow m_2 = n_2 \cdot 34 \end{aligned} \right\} m_1 + m_2 = 13,2 \Rightarrow \boxed{n_1 \cdot 64 + n_2 \cdot 34 = 13,2} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} n_1 &= \frac{V_1}{V_m} \Rightarrow V_1 = n_1 \cdot 22,4 \\ n_2 &= \frac{V_2}{V_m} \Rightarrow V_2 = n_2 \cdot 22,4 \end{aligned} \right\} V_1 + V_2 = 6,72 \Rightarrow n_1 \cdot 22,4 + n_2 \cdot 22,4 = 6,72 \Rightarrow$$

$$\xrightarrow{\div 22,4} \boxed{n_1 + n_2 = 0,3} \quad (2)$$

$$(2): n_1 = 0,3 - n_2 \xrightarrow{(1)} (0,3 - n_2) \cdot 64 + n_2 \cdot 34 = 13,2 \Rightarrow 19,2 - 64 \cdot n_2 + 34 \cdot n_2 = 13,2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -30 n_2 = -6 \Rightarrow \boxed{n_2 = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ mol H}_2\text{S}}$$

$$\hookrightarrow n_1 = 0,3 - 0,2 \Rightarrow \boxed{n_1 = 0,1 \text{ mol SO}_2}$$

$$\left. \begin{aligned} m_1 &= n_1 \cdot 64 = 0,1 \cdot 64 \Rightarrow \boxed{m_1 = 6,4 \text{ g SO}_2} \\ m_2 &= n_2 \cdot 34 = 0,2 \cdot 34 \Rightarrow \boxed{m_2 = 6,8 \text{ g H}_2\text{S}} \end{aligned} \right\} \text{check: } m_1 + m_2 = 13,2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 6,4 + 6,8 = 13,2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 13,2 = 13,2 \quad \text{☺}$$

► Ασκήσεις: 32, 33, 34, 35 / 6η. 161

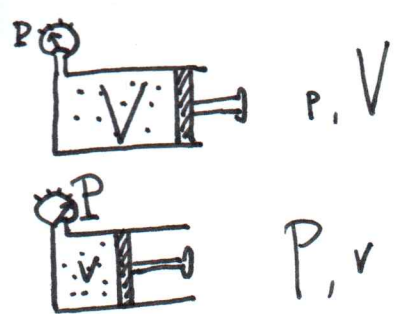
X.A'1
K4
4.2

ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΩΣΗ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

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

P: πίεση
V: όγκος
T: απόλυτη θερμοκρασία ($T = \theta + 273$)
n: αμ. mol

Νόμος του Boyle

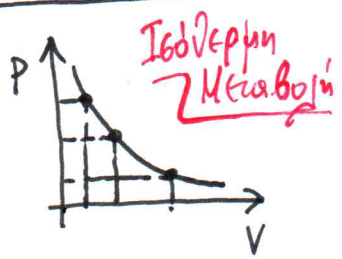


αλ: $T = \text{const.}$ ή $n = \text{const.}$

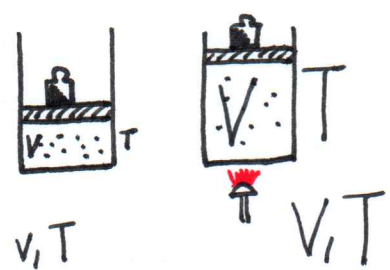
P, V : αντιστρόφως ανάλογα

$$P \sim \frac{1}{V} \quad \text{ή} \quad P \cdot V = \text{const.}$$

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



Νόμος του Charles

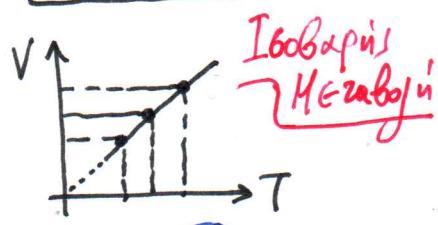


αλ: $P = \text{const.}$ ή $n = \text{const.}$

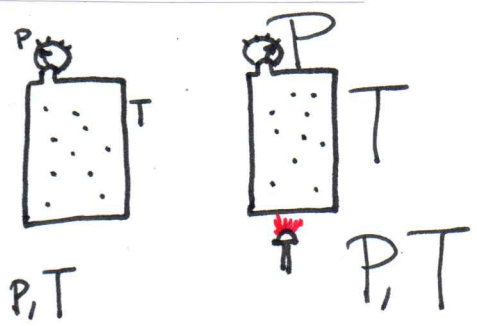
V, T : ανάλογα

$$V \sim T \quad \text{ή} \quad \frac{V}{T} = \text{const.}$$

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



Νόμος του Gay-Lussac

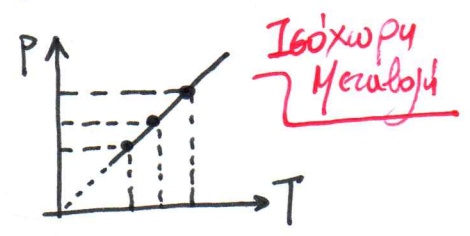


αλ: $V = \text{const.}$ ή $n = \text{const.}$

P, T : ανάλογα

$$P \sim T \quad \text{ή} \quad \frac{P}{T} = \text{const.}$$

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



X.A1

K4

Με συνδυασμό των νόμων:

...και των υποθέσεων

- Boyle: $V \sim \frac{1}{P}$

- Avogadro: $V \sim n$

- Charles: $V \sim T$

καταγράφεται στην εξίσωση: $V \sim \frac{1}{P} \cdot T \cdot n$

η οποία γίνεται εξίσωση ft με την προσθήκη
της (θεμελιώδους) σταθεράς: R

$$V = R \frac{1}{P} \cdot T \cdot n$$

ήτοι $R = \frac{P \cdot V}{n \cdot T}$

↓ stp

$$R = \frac{1 \text{ atm} \cdot 22,4 \text{ L}}{1 \text{ mol} \cdot 273 \text{ K}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = 9082 \text{ L} \cdot \text{atm} / \text{mol} \cdot \text{K}$$

ή στο S.I.: $R = 8,314 \text{ Joule} / \text{mol} \cdot \text{K}$

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

Καταστατική Εξίσωση
των Ιδανικών αερίων

Παραφύλαξη νόμων με συνδυασμό - κατάταξη των αερίων

$$T = \text{const} \Rightarrow P \cdot V = \text{const} = nRT$$

v. Boyle

$$P = \text{const} \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{const} = \frac{nR}{P}$$

v. Charles

$$V = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{T} = \text{const} = \frac{nR}{V}$$

v. Gay-Lussac

$$P, T = \text{const} \Rightarrow \frac{n}{V} = \text{const} = \frac{P}{RT}$$

νόμος του Avogadro

Τα αέρια που υφίστανται
στην κατάσταση εξίσωσης
(στα const P,T) ονομάζονται
ΙΔΑΝΙΚΑ ή ΤΕΛΕΙΑ
ΑΕΡΙΑ

► ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗ ΕΞΙΣΟΤΗ ΓΙΑ ΜΙΓΜΑΤΑ ΙΔΑΝΙΚΩΝ ΑΕΡΙΩΝ:

$$P \cdot V = n_{\text{on}} \cdot R \cdot T$$

n_{on} : συνολικός αριθμός mol αερίων

V : όγκος αερίων

T : θερμοκρασία αερίων

P : ολική πίεση αερίων

Παράδειγμα 4.8 / 6η.139

$$\left. \begin{array}{l} V = 15 \text{ L} \\ \theta = 27^\circ \text{C} \\ n = 4 \text{ mol} \\ P = ? \end{array} \right\}$$

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

$$PV = nRT \Rightarrow P \cdot 15 = 4 \cdot 0,082 \cdot 300 \Rightarrow P = \frac{4 \cdot 0,082 \cdot 300}{15} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{P = 6,56 \text{ atm} \therefore}$$

Εφαρμογή-1 / 6η.140

$$\left. \begin{array}{l} V = 15 \text{ L} \\ \theta = 800^\circ \text{C} \\ N = 2N_A \\ P = ? \end{array} \right\}$$

$$T = \theta + 273 = 800 + 273 = 1073 \text{ K}$$

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{2N_A}{N_A} \Rightarrow n = 2 \text{ mol}$$

$$PV = nRT \Rightarrow P \cdot 15 = 2 \cdot 0,082 \cdot 1073 \Rightarrow \underline{P = 11,73 \text{ atm} \therefore}$$

Παράδειγμα 4.9 / 6η.140

$$\left. \begin{array}{l} P = ? \text{ (O}_2\text{)} \\ P = 8 \text{ atm} \\ \theta = 273^\circ \text{C} \end{array} \right\}$$

$$T = \theta + 273 = 273 + 273 = 546 \text{ K}$$

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r = n \cdot 32$$

$$PV = nRT \Rightarrow 8 \cdot V = n \cdot 0,082 \cdot 546 \Rightarrow V = n \cdot 5,59$$

$$P = \frac{m}{V} = \frac{n \cdot 32}{n \cdot 5,59} \Rightarrow \underline{P = 5,71 \text{ g/L} \therefore}$$

• ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΑΕΡΙΟΥ ΜΕΣΟ ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΞΙΣΟΛΗΣ

$$p \cdot V = n R \cdot T \xrightarrow{n = \frac{m}{M_r}} p \cdot V = \frac{m}{M_r} \cdot R \cdot T \Rightarrow p \cdot M_r = \frac{m}{V} R T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow p \cdot M_r = p \cdot R \cdot T \Rightarrow \boxed{p = \frac{p \cdot M_r}{R \cdot T}}$$

$$\boxed{p = \frac{m}{V}} \text{ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΑΕΡΙΟΥ}$$

Εφφγjn-2 / 6η.140

$$p = 2,28 \text{ g/L}$$

$$T = 546 \text{ K}$$

$$p = 6 \text{ atm}$$

$$M_r = ?$$

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

$$\Rightarrow M_r = \frac{p \cdot R T}{p} = \frac{2,28 \cdot 0,082 \cdot 546}{6} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{M_r = 17,013} \therefore$$

4.3 ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΟΣ / ΑΡΑΙΩΣΗ / ΑΝΑΜΕΙΞΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

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

$$(\text{mol/L})$$

$$\downarrow$$

$$\dot{n} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\dot{n} \text{ M}$$

ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ
 $\dot{n}$
 ΜΟΡΙΑΚΟΤΗΤΑ ΚΑΤ'ΟΓΚΟ
 $\dot{n}$
 MOLARITY

Εκφράζει τα mol διαλυμένου
 ουσιών που περιέχονται σε
 1L διαλύματος

Π.Χ. $\left. \begin{array}{l} n = 2 \text{ mol} \\ V = 4 \text{ L} \end{array} \right\} C = \frac{n}{V} = \frac{2}{4} = 0,5 \text{ mol/L} \dot{n} 0,5 \text{ M}$

Π.Χ. $\left. \begin{array}{l} m = 60 \text{ g NaOH} \\ V = 20 \text{ L} \end{array} \right\} M_r = 1 \cdot 23 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 1 = 40$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{60}{40} = 1,5 \text{ mol}$$

(61) $C = \frac{n}{V} = \frac{1,5}{20} = 0,075 \text{ mol/L} \dot{n} 0,075 \text{ M}$

Прибавка 4.10/64.141

$V = 300 \text{ mL}$ $\Delta \cdot \text{NaOH}$ $M_r = 40$

$$m = 6g \text{ NaOH}$$

$$J \quad n = \frac{m}{M_r} = \frac{6}{40} = 0,15 \text{ mol}$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,15}{0,3} = 0,5 \text{ mol/L}$$

Εφαρμογή / βλ. 142

$$M = ? \text{ (HNO}_3\text{)}$$

$$V = 400 \text{ mL A. HNO}_3$$

$$C = 2M$$

$$C = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C \cdot V = 2 \cdot 0,4 \Rightarrow n = 0,8 \text{ mol}$$

$$M_r = 1 \cdot 1 + 1 \cdot 14 + 3 \cdot 16 = 63$$

$$n = \frac{m}{M_r} \Rightarrow m = n \cdot M_r = 0,863 \Rightarrow \underline{\underline{m = 50,4 \text{ g}}}$$

Решение 4.11/62.142

; % w/w Δ . HCl, $c = 0.2 \text{ M}$, $\rho = 1.05 \text{ g/mL}$, $m = 14.6 \text{ g HCl}$

$$C = \frac{m}{V} \Rightarrow C = \frac{\frac{m}{Mr}}{V} \Rightarrow C = \frac{m}{V \cdot Mr} \Rightarrow$$

$$M_r = 1.1 + 1.35,5 = 36,5$$

$$\Rightarrow V = \frac{m}{C \cdot M_r} = \frac{14,6}{0,2 \cdot 36,5} \Rightarrow \underline{\underline{V = 2L}}$$

$$\left(n = \frac{m}{M_r} = \frac{14,6}{36,5} = 0,4 \text{ mol} \right)$$

$$\rho = \frac{m_{\Delta}}{V} \Rightarrow m_{\Delta} = \rho \cdot V = 1,05 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 2 \text{ L} = 1,05 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 2000 \text{ mL} \Rightarrow \underline{m_{\Delta} = 2100 \text{ g}}$$

Σε 2100 g Δ. ηρεσιμονία 14,6 g Σουβ
Στα 100 x;

$$2100 \cdot x = 100 \cdot 14,6 \Rightarrow x = \frac{14,6}{21} \Rightarrow \underline{x = 0,695 \text{ g r. ox.}}$$

► zpr.: u. %w/w napřekukování za stagnace

Given: 0,695% w/w

Εφαρμογή 6η.143

$C = ? \Delta. NaOH / V = 500 \text{ mL} / 8\% \text{ w/w} / \rho = 1.07 \text{ g/mL}$

$$\rho = \frac{m_{\Delta}}{V} \Rightarrow m_{\Delta} = \rho \cdot V = 1,07 \cdot 500 \Rightarrow \underline{m_{\Delta} = 535 \text{ g } \Delta.NaOH}$$

If 100 g A. corresponds 8 g NaOH.
 If 535 g A. " " m ;
 $100 \cdot m = 8 \cdot 535 \Rightarrow \underline{m = 42,8 \text{ g NaOH}}$

$$M_r = 1 \cdot 23 + 1 \cdot 16 + 1 \cdot 1 = 40$$

$$n = \frac{m}{M_r} = \frac{42,8}{40} \Rightarrow \underline{n = 1,07 \text{ mol NaOH}}$$

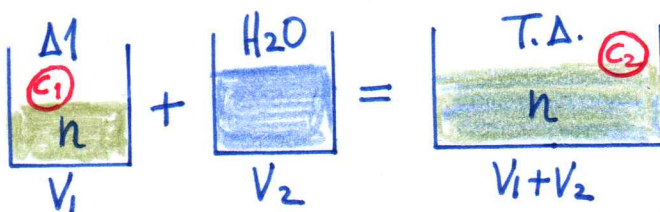
$$C = \frac{n}{V} = \frac{1,07}{0,5} \Rightarrow \boxed{C = 2,14 \text{ mol/L} \approx 2,14 \text{ M}}$$

► Απαιτούμενο Διαγνώματος: η πρόβλεψη νεφρά στο διαγνώμα.

- Αφού η ποσότητα (22 mol) των διαλυμένων ουσιών δεν αλλάζουν, αλλά αλλάζει μόνο ο όγκος του διαλύματος, αλλάζει και η συγκέντρωσή του:

$$\left. \begin{array}{l} \text{npiv: } C_1 = \frac{u}{V_1} \rightarrow u = C_1 \cdot V_1 \\ \text{piv: } C_2 = \frac{u}{V_2} \rightarrow u = C_2 \cdot V_2 \end{array} \right\} \rightarrow \boxed{C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2}$$

! odgov: $V_2 = V_1 + V_{H_2O}$



Το ιδιοσυφθαίνε και κατά την
βυθίσκωσι (αφαιρέσει H_2O)

$$Q \cdot V_1 = Q_2 \cdot V_2 \quad \underline{V_2 = V_1 - V_{H_2O}}$$

63

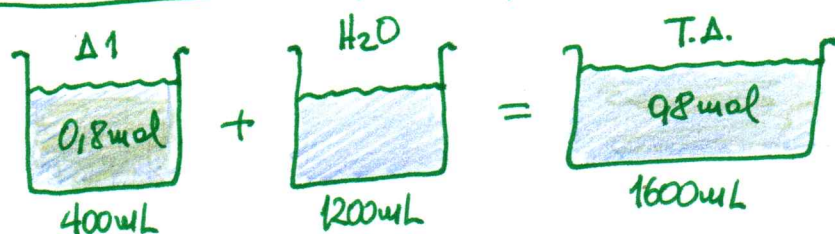
► Zur APATICH Herstellung u. Wirkungsweise
von Surjektas (150 mg 66 Hg (140 V))

Συνδυάζοντας (ίστη μολ βε ηλεκτρον V)
και συμπληρώνει η φύση και ο οργανισμός

Xuprid

A1

K4

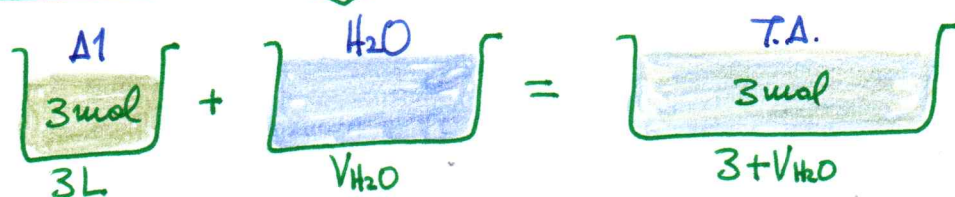
Παράδειγμα 4.12 / 6η.144A. NaOH, $V = 400 \text{ mL}$, $C = 2 \text{ M}$ / $+ V_{\text{H}_2\text{O}} = 1200 \text{ mL}$ / $C_{\text{T.A.}} = ?$ 

A1: $C = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C \cdot V = 2 \cdot 0.4 \Rightarrow \underline{n = 0.8 \text{ mol}}$

T.A.: $V_{\text{T.A.}} = 400 + 1200 = 1600 \text{ mL}$
 $n_{\text{T.A.}} = n + 0 = n = 0.8 \text{ mol}$ } $C_{\text{T.A.}} = \frac{n_{\text{T.A.}}}{V_{\text{T.A.}}} = \frac{0.8}{1.6} \Rightarrow \boxed{C_{\text{T.A.}} = 0.5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \text{ ή } 0.5 \text{ M}}$

1.6
↑
1600 mL

2ος τρόπος: $C \cdot V = C_{\text{T.A.}} \cdot V_{\text{T.A.}}$
 $V_{\text{T.A.}} = V + V_{\text{H}_2\text{O}} = 400 + 1200 = 1600 \text{ mL}$ } $2 \cdot 400 = C_{\text{T.A.}} \cdot 1600 \Rightarrow$
 $\Rightarrow C_{\text{T.A.}} = \frac{800}{1600} = 0.5 \text{ M} \therefore$

Ερώτημα / 6η.144 $V_{\text{H}_2\text{O}} = ?$, $V = 3 \text{ L}$ A. NaCl, $C = 1 \text{ M}$, $C_{\text{T.A.}} = 0.1 \text{ M}$ 

A1: $C = \frac{n}{V} \Rightarrow n = C \cdot V = 1 \cdot 3 \Rightarrow n = 3 \text{ mol}$

T.A.: $C_{\text{T.A.}} = \frac{n_{\text{T.A.}}}{V_{\text{T.A.}}} \xrightarrow{n_{\text{T.A.}} = n} C_{\text{T.A.}} = \frac{n}{V_{\text{T.A.}}} \Rightarrow 0.1 = \frac{3}{V_{\text{T.A.}}} \Rightarrow V_{\text{T.A.}} = 30 \text{ L}$

από: $V_{\text{T.A.}} = V + V_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow 30 = 3 + V_{\text{H}_2\text{O}} \Rightarrow \boxed{V_{\text{H}_2\text{O}} = 27 \text{ L}}$

ΧΑ1
κ4

ΑΝΑΜΕΙΞΗ ΔΙΑΛΥΜΑΤΩΝ

Κατά την ΑΝΑΜΕΙΞΗ δύο ή περισσότερων διαλυμάτων προκύπτει
ζητικό διάλυμα με:

$$M_{T.A.} = M_{A1} + M_{A2} + \dots$$

$$V_{T.A.} = V_{A1} + V_{A2} + \dots$$

$$M_{\text{δουκ. T.A.}} = M_{\text{δουκ. A1}} + M_{\text{δουκ. A2}} + \dots$$

$$\eta_{T.A.} = \eta_{A1} + \eta_{A2} + \dots$$

Κατά την ΑΝΑΜΕΙΞΗ δύο
διαλυμάτων, η συγκέντρωση
του ζητικού διαλύματος
έχει ως Ανάλυση της
από την συγκέντρωση
των αρχικών διαλυμάτων:

$$C_{\text{μικρότερο}} < C_{T.A.} < C_{\text{μεγαλύτερο}}$$

$$C_{T.A.} \cdot V_{T.A.} = C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 + \dots$$

Παράδειγμα 4.13 / 6.145

$$\left. \begin{array}{l} A1: V_1 = 3L, C_1 = 1M \\ A2: V_2 = 7L, C_2 = 0,5M \end{array} \right\} + \left. \right\} C_{T.A.} = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} A1: C_1 = \frac{n_1}{V_1} \Rightarrow n_1 = C_1 \cdot V_1 = 1 \cdot 3 \Rightarrow n_1 = 3 \text{ mol} \\ A2: C_2 = \frac{n_2}{V_2} \Rightarrow n_2 = C_2 \cdot V_2 = 0,5 \cdot 7 \Rightarrow n_2 = 3,5 \text{ mol} \end{array} \right\} \begin{array}{l} n_{T.A.} = n_1 + n_2 = 3 + 3,5 \Rightarrow \\ \Rightarrow n_{T.A.} = 6,5 \text{ mol} \end{array}$$

$$\left. \begin{array}{l} T.A.: V_{T.A.} = V_1 + V_2 = 3 + 7 \Rightarrow V_{T.A.} = 10L \\ n_{T.A.} = 6,5 \text{ mol} \end{array} \right\} C_{T.A.} = \frac{n_{T.A.}}{V_{T.A.}} = \frac{6,5}{10} \Rightarrow$$

$$C_{T.A.} = 0,65 \text{ mol/L} \text{ ή } 0,65M$$

• 2ος τρόπος: $C_{T.A.} \cdot V_{T.A.} = C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow C_{T.A.} = \frac{C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2}{V_{T.A.}} = \frac{C_1 \cdot V_1 + C_2 \cdot V_2}{V_1 + V_2} = \frac{1 \cdot 3 + 0,5 \cdot 7}{3 + 7} = \frac{3 + 3,5}{10} = \frac{6,5}{10} = 0,65M$$

65

Euphorbia / 62.146

$$V_1 = 500 \text{ mL} \left\{ \begin{array}{l} \Delta 1 \\ 8\% \text{ w/v} \end{array} \right. + \left\{ \begin{array}{l} V_2 = 1.5 \text{ L} \\ C_2 = 0.8 \text{ M} \end{array} \right. \Delta 2 \longrightarrow C_{T.A.} = ?$$

Δ1: Σε 100mL Δ. περιέχονται 8g διαβ. $\left| \begin{array}{l} 100 \cdot \mu_1 = 500 \cdot 8 \Rightarrow \\ \text{Στ } 500\text{mL Δ.} \quad \quad \quad \mu_1; \end{array} \right. \Rightarrow \mu_1 = 40 \text{ g διαβ (NaOH)}$

$$M_r \text{ N}_2\text{O}_4 = 23 + 16 + 1 = 40$$

$$n_1 = \frac{m_1}{M_r} = \frac{40}{40} \Rightarrow n_1 = 1 \text{ mol}$$

$$\underline{\Delta 2}: C_2 = \frac{n_2}{V_2} \Rightarrow n_2 = C_2 \cdot V_2 = 0,8 \cdot 1,5 \Rightarrow n_2 = 1,2 \text{ mol}$$

T.A.: $V_{T.A.} = V_1 + V_2 = 0,5 + 1,5 = 2L$
 $\uparrow$
 500 mL

$$y_{T.D.} = y_1 + y_2 = 1 + 12 = 22 \text{ mol}$$

$$C_{T.A.} = \frac{n_{T.A.}}{V_{T.A.}} = \frac{2,2}{2} \Rightarrow \boxed{C_{T.A.} = 1,1 \text{ mol/L} \approx 1M}$$

⇒ 16 numbers: 62, 63, 64, 65, 66, 68
56, 57, 58, 59, 60, 61

II-2023