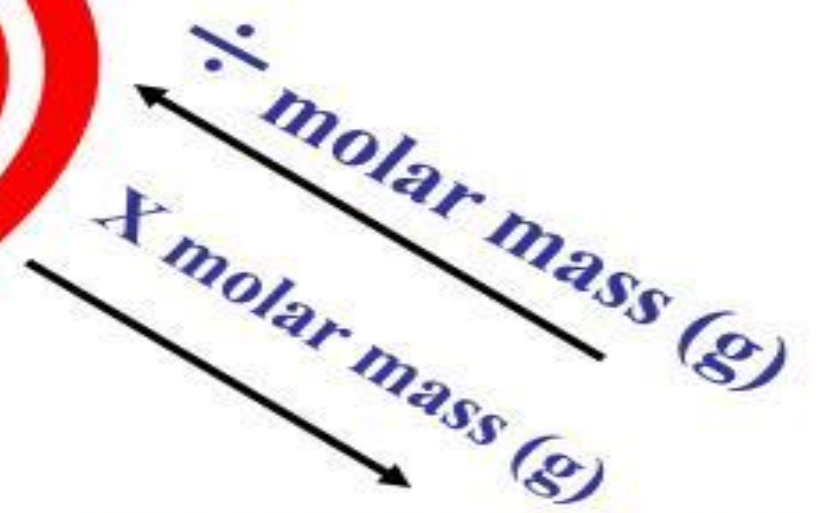
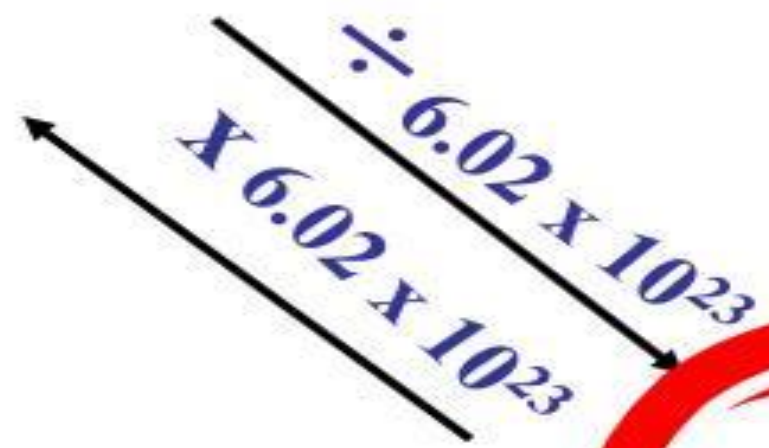


# THE HEART OF CHEMISTRY

**Representative Particles:  
Molecules, Ions, Atoms,  
Formula Units**

**Volume: Liters**

Βασικές έννοιες για τους  
χημικούς υπολογισμούς



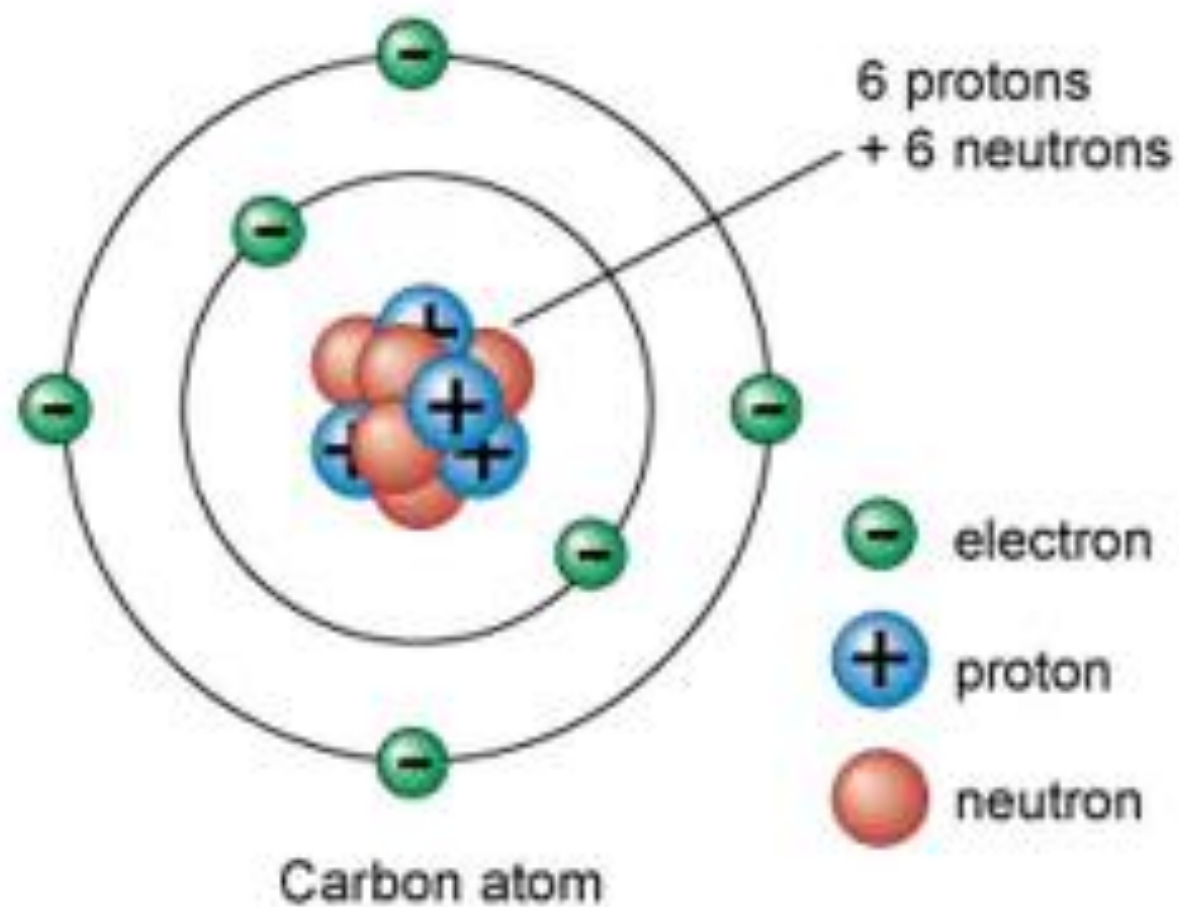
**Mass: grams<sup>1</sup>**

Χρήστος Κούτρας,  
Χημικός, M.Sc.,  
1<sup>ο</sup> ΓΕΛ  
Πετρούπολης

# Ατομική μονάδα μάζας

- Συμβολισμός: amu
- Το μέγεθος των ατόμων είναι ασύλληπτα μικρό με αποτέλεσμα να καθίσταται αδύνατος ο απόλυτος υπολογισμός της μάζας τους.
- Π.χ. ένα άτομο ηλίου (He) ζυγίζει  $6,64 \cdot 10^{-24}$  g  
ένα άτομο άνθρακα (C) ζυγίζει  $19,92 \cdot 10^{-24}$  g
- Για να υπολογίσουμε τη μάζα ενός ατόμου, τη συγκρίνουμε με μια συγκεκριμένη μονάδα μάζας που ονομάζεται ατομική μονάδα μάζας.
- Η ατομική μονάδα μάζας (amu) ορίζεται ως το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα-12 ( $^{12}\text{C}$ ).
- Το 1 amu είναι ίσο με τη μάζα ενός από τα 12 νουκλεόνια στον πυρήνα του ατόμου του  $^{12}\text{C}$ . Δηλαδή,
- $1 \text{ amu} = m_p = m_n = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 1/12$  της μάζας του ατόμου  $^{12}\text{C}$   
 $\cong$  μάζα ατόμου υδρογόνου-1 ( $^1\text{H}$ )

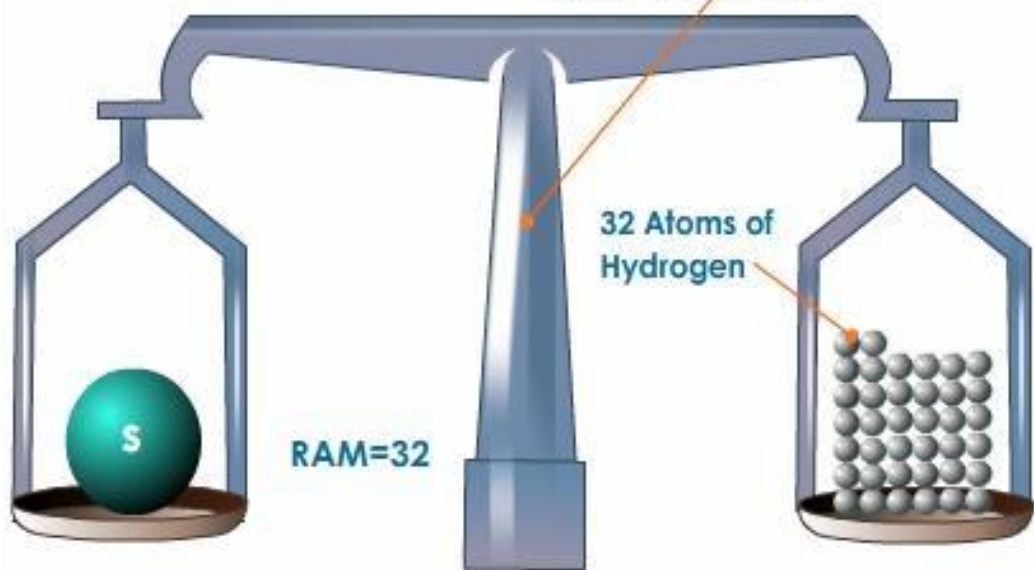
# 1 Carbon Atom



# Σχετική ατομική μάζα ( $A_r$ )

- Σχετική ατομική μάζα ( $A_r$ ) λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του ατόμου του στοιχείου από το 1/12 της μάζας του ατόμου του άνθρακα -12 ( $^{12}\text{C}$ ).
- $A_r = m_{\text{ατόμου}} / (1/12 m_{\text{ατόμου άνθρακα-12}})$
- Π.χ. τι σημαίνει ότι η  $A_r$  του θείου είναι 32, ή πιο σωστά 32 amu;  
**Απ.** Η μάζα του ατόμου του θείου είναι 32 φορές μεγαλύτερη από το 1 amu, δηλαδή από το 1/12 της μάζας του ατόμου του  $^{12}\text{C}$ .
- Απόλυτη μάζα ατόμου:  $m_{\text{ατόμου}} = A_r * 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ ,  
Π.χ  $m_{(\text{ατόμου οξυγόνου})} = 16 * 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 2,565 \cdot 10^{-23} \text{ g}$
- $A_{r(\text{ατόμου})} = A_{(\text{ατόμου})}$ , π.χ.  $A_r(\text{O}) = A_{(\text{οξυγόνου-16})} = 16 \text{ amu}$  (A: μαζικός αριθμός)

Imaginary Balance to Weigh  
an Atom of Sulphur with  
Atoms of Hydrogen



Relative Atomic Mass (RAM) of any Element  
Mass of one Atom of the Element / Mass of one Atom of Hydrogen

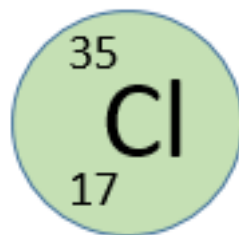
Relative Atomic Mass of Elements

## Isotopes and Relative Atomic Mass

**Isotopes** are atoms of the same element that have different number of neutrons.

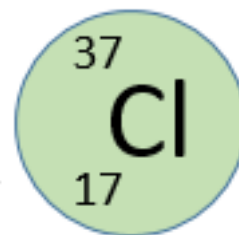
E.g. Chlorine has two isotopes

18 neutrons  
17 protons  
17 electrons



Abundance: 75%

20 neutrons  
17 protons  
17 electrons



Abundance: 25%

The **relative atomic mass** of an element is the average value for the isotopes of the element. It takes into account the percentage abundance of the isotopes.

**Relative atomic mass** =

$$(75\% \times 35) + (25\% \times 37) = 35.5$$

molybdenum

← element name

42

← atomic number  
number of protons (Z)

Mo

← atomic symbol

95.94

← atomic mass  
A (this is an average mass)



# Σχετική μοριακή μάζα ( $M_r$ )

- Σχετική μοριακή μάζα ( $M_r$ ) λέγεται ο αριθμός που δείχνει πόσες φορές είναι μεγαλύτερη η μάζα του μορίου του στοιχείου ή της ένωσης από το  $1/12$  της μάζας του ατόμου του άνθρακα -12.
- $M_r = m_{\text{μορίου}} / (1/12 m_{\text{ατόμου άνθρακα-12}})$
- Π.χ. τι σημαίνει ότι η  $M_r$  του νερού είναι 18, ή πιο σωστά 18 amu;  
**Απ.** Η μάζα του μορίου του νερού είναι 18 φορές μεγαλύτερη από το 1 amu, δηλαδή από το  $1/12$  της μάζας του ατόμου του άνθρακα-12.
- Απόλυτη μάζα μορίου:  $m_{\text{μορίου}} = M_r \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ ,  
Π.χ  $m_{(\text{μορίου νερού})} = 18 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = 2,988 \cdot 10^{-23} \text{ g}$

Για να υπολογίσουμε το  $M_r$  μιας χημικής ουσίας  
(στοιχείου ή ένωσης):

✓ Γράφουμε το χημικό τύπο του στοιχείου ή της  
ένωσης,

✓ Πολλαπλασιάζουμε το  $A_r$  του κάθε ατόμου που  
υπάρχει στην χημική ουσία με το αντίστοιχο δείκτη  
και

✓ Προσθέτουμε τα γινόμενα.

$$M_r (O_3) = 16 \times 3 = 48$$

$$M_r (H_2SO_4) = (1 \times 2) + (32 \times 1) + (16 \times 4) = 98$$

στοιχείο	$A_r$
H	1
O	16
S	32

Να υπολογιστούν οι σχετικές μοριακές μάζες ( $M_r$ ):

α.  $P_4$     β.  $Al_2(SO_4)_3$

Δίνονται:  $A_r$ : P:31, Al :27, O:16, S:32.

ΛΥΣΗ

$$\alpha. M_r P_4 = 4 \cdot A_r P = 4 \cdot 31 = 124$$

$$\beta. M_r Al_2(SO_4)_3 = 2 \cdot A_r Al + 3 (A_r S + 4 \cdot A_r O) = 2 \cdot 27 + 3(32 + 4 \cdot 16) = 342$$



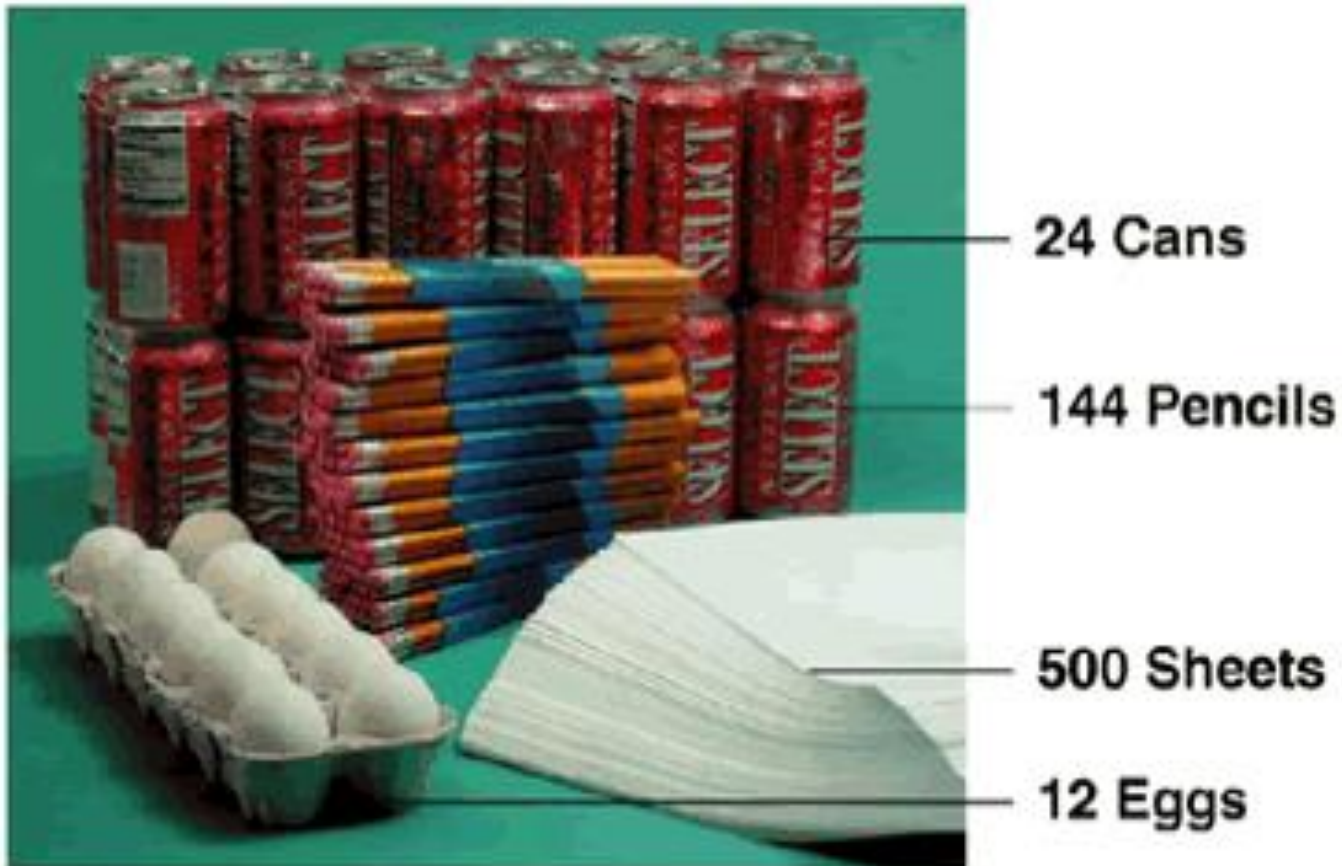
# The Mole

(no, it's not an animal!)



# Το mole: μονάδα ποσότητας ουσίας στο S.I.

- Στην καθημερινότητα μπορούμε να αγοράσουμε υλικά είτε με το ζύγι είτε με τα κομμάτια είτε σε ζεύγη, εξάδες, δωδεκάδες (κοινώς ντουζίνες), εικοσιτετράδες, πεντακοσάδες, ...

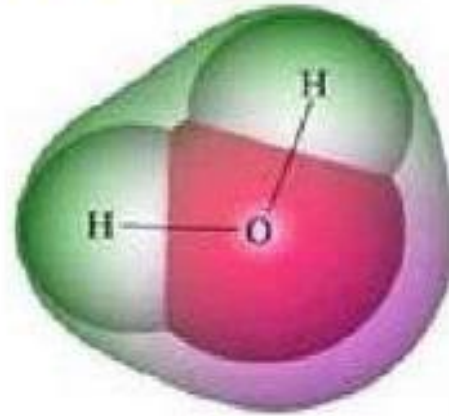


- Στη Χημεία είναι αναγκαία η μέτρηση του αριθμού των δομικών σωματιδίων (άτομα, μόρια, ιόντα,...) της ύλης για την εξαγωγή ποσοτικών σχέσεων από τις χημικές εξισώσεις (στοιχειομετρία).
- Όμως ο αριθμός των δομικών σωματιδίων είναι αστρονομικός. Π.χ.

- Σε 1 γράμμα σχολικού βιβλίου περιέχονται ένα περίπου δισεκατομμύριο άτομα.
- Ένας κρύσταλλος ζάχαρης με μέγεθος όσο το κεφαλάκι μιας καρφίτσας αποτελείται από 2.000.000.000.000.000.000 δηλ.δυο πεντάκις μύρια μόρια

# Why the Mole?

Consider one molecule of water



How many molecules in 2000 mL of water?

$6.7 \times 10^{25}$  molecules





- Επειδή οι χημικές ενώσεις αποτελούνται από τεράστιο αριθμό σωματιδίων, δημιουργήθηκε η ανάγκη στους χημικούς να έχουν μια **μονάδα ποσότητας** της ύλης όπως,
  - ✓ ο έμπορος έχει την δωδεκάδα,
  - ✓ η νοικοκυρά έχει το κουταλάκι του καφέ ή το φλιτζάνι,
  - ✓ ο φούρναρης την χούφτα,για να υπολογίζουν ποσότητα ύλης όπως αλεύρι, ζάχαρη, ρύζι κ.λ.π.
- Αυτό είναι το **mol (ή mole): η «ντουζίνα» των χημικών!**

# Η έννοια mole (ή mol)

- Ο όρος **mole** προέρχεται από τη λατινική λέξη **moles** που σημαίνει σωρό από πέτρες, τοποθετημένες για την κατασκευή λιμενοβραχίονα. (Μόλος)



# Το mole είναι ...

- Το mole είναι μονάδα ποσότητας ουσίας στο S.I. και ορίζεται ως η ποσότητα της ύλης που περιέχει τόσες στοιχειώδεις οντότητες όσος είναι ο αριθμός των ατόμων που υπάρχουν σε 12 g του  $^{12}\text{C}$ .
  - Ο αριθμός των ατόμων που περιέχονται σε 12 g άνθρακα-12 ονομάζεται **αριθμός Avogadro ( $N_A$ )** και υπολογίστηκε με πειραματικές μεθόδους και με μεγάλη προσέγγιση ίσος με  **$6,02 \cdot 10^{23}$** .
  - Αριθμός Avogadro:  **$N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$**
  - Το **1 mol** μιας ουσίας είναι η ποσότητα της ουσίας που περιέχει  $N_A$  οντότητες της ουσίας.
  - Το mol είναι παρόμοιο με την ντουζίνα, μόνο που αντί για 12, εδώ υπάρχουν **602.000.000.000.000.000.000.000** οντότητες\*.
- \*Με τον όρο οντότητες εννοούμε άτομα, μόρια, ιόντα, αυγά, μολύβια, μπάλες, καρτέκλες, ...



**6.02 x 10<sup>23</sup>**  
AVOGADRO'S NUMBER

quintillions  
**602,200,000,000,000,000,000,000**  
sextillions    quadrillions    trillions    billions    millions



$$N_A = 6,023 \cdot 10^{23}$$

☞ 1 ντουζίνα αυγά = 12 αυγά

☞ 1 mol αυγά =  $6.02 \times 10^{23}$  αυγά

☞ 1 ντουζίνα μπύρες = 12 μπύρες

☞ 1 mol μπύρες =  $6.02 \times 10^{23}$  μπύρες

☞ 1 ντουζίνα άτομα Al = 12 άτομα Al

☞ 1 mole άτομα Al =  $6.02 \times 10^{23}$  άτομα Al

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Ο ΑΡΙΘΜΟΣ είναι πάντα ο ίδιος  
αλλά η μάζα είναι πολύ διαφορετική!**

# Τι κοινό έχουν όλα τα mol;

Τον ίδιο αριθμό οντοτήτων:  $N_A$  ή  $6,02 \cdot 10^{23}$  οντότητες ...

...αλλά διαφορετική μάζα:

- 1mol ατόμων νέον περιέχει ...

$N_A$  άτομα νέον

- 1mol μόρια νερού περιέχει ...

$N_A$  μόρια νερού (s, l ή g)

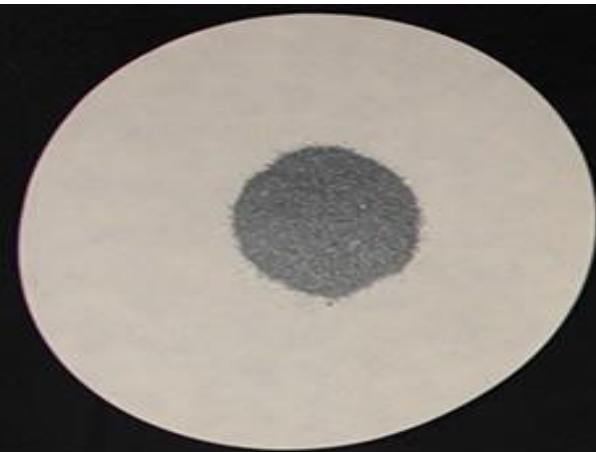
- 1mol ιόντων νατρίου ( $\text{Na}^+$ ) περιέχει ...

$N_A$  ιόντα νατρίου

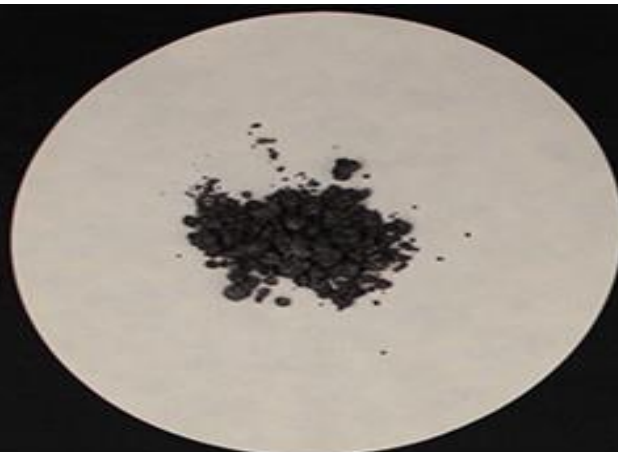
- 1mol μολυβιών περιέχει ...

$N_A$  μολύβια

# Τι κοινό έχουν;



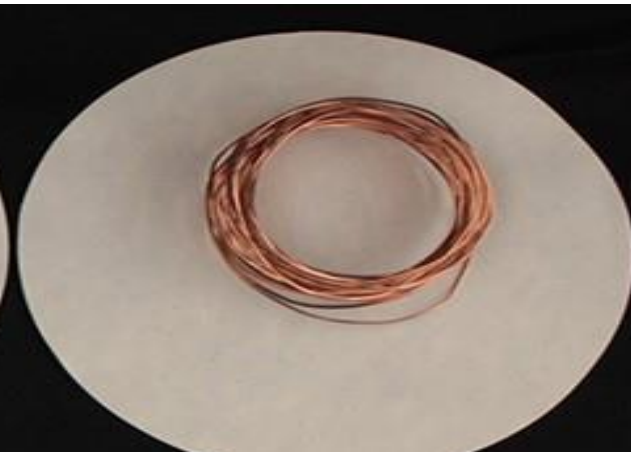
65.4 g Zn



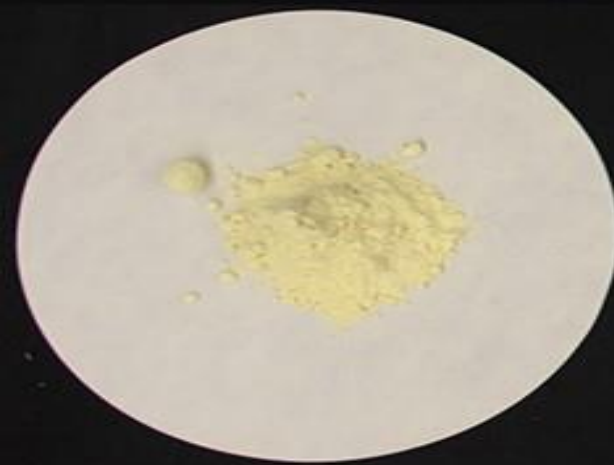
12.0 g C



24.3 g Mg



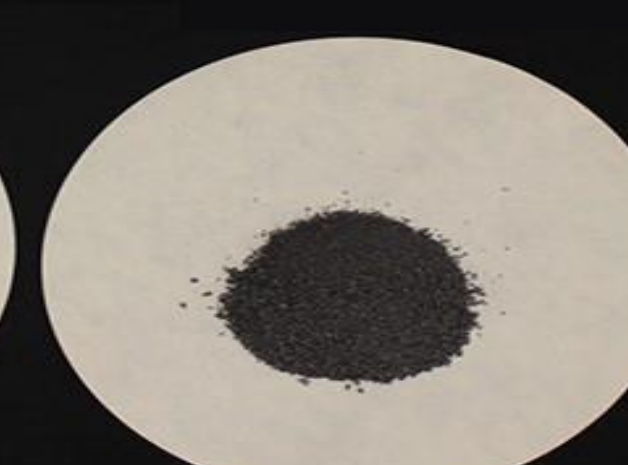
63.5 g Cu



32.1 g S



28.1 g Si

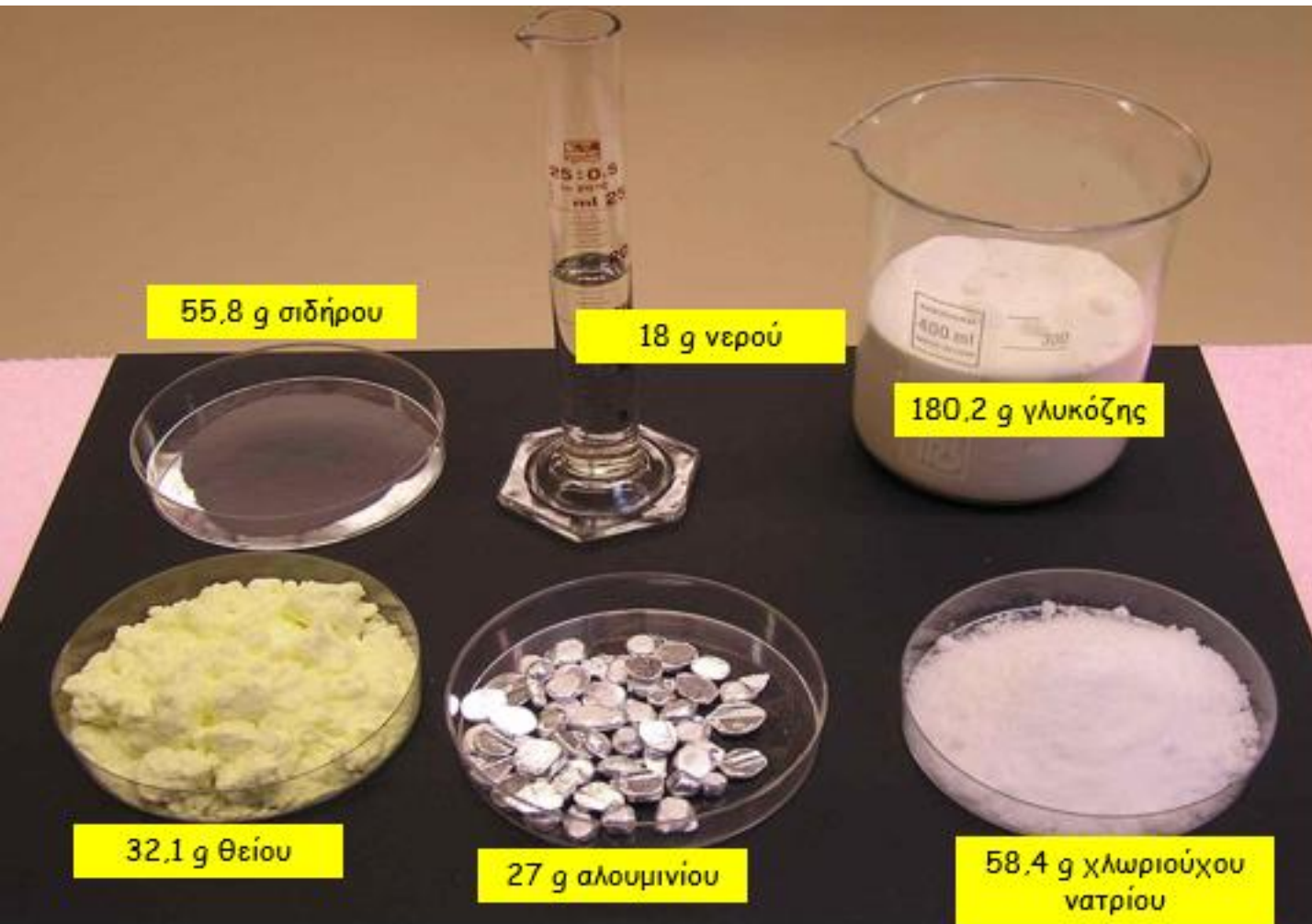


207 g Pb



118.7 g Sn

Όλες οι ποσότητες είναι από 1 mol η καθεμιά.





Αν είχαμε  $6,02 \cdot 10^{23}$  μπάλες μπάσκετ θα χρειαζόμαστε δυχτάκι για να τις μεταφέρουμε ίδιου μεγέθους με τη Γη.



# Πώς υπολογίζεται η μάζα (σε g) ενός mol;

- **1 mol ατόμων περιέχει  $N_A$  άτομα και ζυγίζει  $A_r$  g.**

Π.χ. 1 mol ατόμων ήλιου περιέχει  $N_A$  άτομα και ζυγίζει **4** g ( $A_{r_{\text{He}}}=4$ ).

- **1 mol μορίων περιέχει  $N_A$  μόρια και ζυγίζει  $M_r$  g.**

Π.χ. 1 mol μορίων νερού περιέχει  $N_A$  μόρια και ζυγίζει **18** g ( $M_{r(\text{H}_2\text{O})}=18$ ).

- **1 mol τυπικών μορίων περιέχει  $N_A$  τυπικά μόρια και ζυγίζει  $M_r$  g.**

Π.χ. \*1 mol τυπικών μορίων NaCl περιέχει  $N_A$  τυπικά μόρια NaCl και ζυγίζει **58,5** g ( $M_{r(\text{NaCl})}=58,5$ ).

\*Πιο σωστά, 1 mol NaCl περιέχει  **$2N_A$**  οντότητες:  $N_A$  ιόντα  $\text{Na}^+$  &  $N_A$  ιόντα  $\text{Cl}^-$



Πόσο ζυγίζει το 1 άτομο υδρογόνου; ( $A_r \text{ H} = 1$ )

ΛΥΣΗ

Σύμφωνα με τον ορισμό του mol:

$$\frac{N_A \text{ ατομα H}}{1 \text{ άτομο}} \quad \text{ζυγίζουν} \quad = \quad \frac{1 \text{ g}}{m_{\text{ατόμου}}} \quad \text{άρα}$$

$$m_{\text{ατόμου}} = \frac{1 \text{ g}}{N_A} = 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Αλλιώς, } m_{\text{ατόμου H}} &= A_r(\text{H}) \text{ amu} = 1 * 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = \\ &= 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} \end{aligned}$$

Πόσο ζυγίζει το 1 μόριο του θειικού οξέος ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ );

Δίνονται οι τιμές  $A_r$ . H: 1, S:32, O:16.

ΛΥΣΗ

$$M_r \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 + 4 \cdot 16 = 98$$

Σύμφωνα με τον ορισμό του mol:

$$\frac{N_A \text{ μόρια}}{1 \text{ μόριο}} \quad \text{ζυγίζουν} \quad = \quad \frac{98 \text{ g}}{m_{\text{μορίου}}} \quad \text{άρα}$$

$$m_{\text{μορίου}} = \frac{98 \text{ g}}{N_A} = 1,63 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

$$\text{Αλλιώς, } m_{\text{μορίου H}_2\text{SO}_4} = M_r(\text{H}_2\text{SO}_4) \text{ amu} = 98 * 1,66 \cdot 10^{-24} \text{ g} = \\ = 1,63 \cdot 10^{-22} \text{ g}$$

# Μολαρική μάζα καθαρής ουσίας

- Η μάζα σε g ενός mole μιας ουσίας, δηλαδή τα g/mol της ουσίας, χαρακτηρίζονται ως **μολαρική μάζα** της ουσίας.
- Παραδείγματα:

gram atomic mass  
gram molecular mass  
gram formula mass } **MOLAR  
MASS**

Molar Mass of Compound:

HCl (hydrochloric acid)

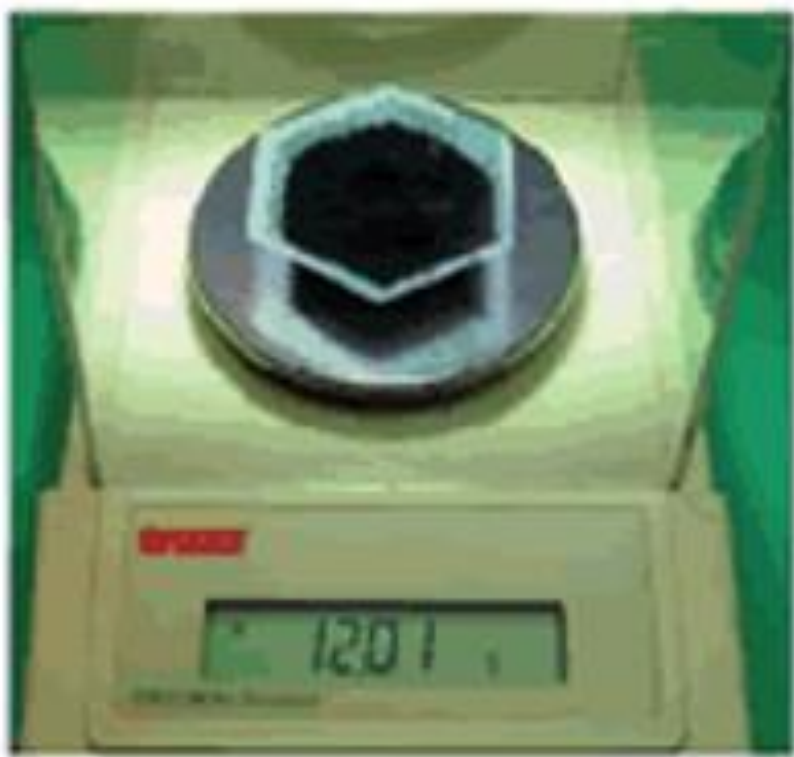
$$= 1.007 \text{ g/mol} + 35.453 \text{ g/mol}$$

$$= 36.460 \text{ g/mol}$$

C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> (Glucose)

$$= 72.0642 + 12.084 + 95.9964$$

$$= 180.1446 \text{ g/mol.}$$



H																	He	
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt										Uu

$6.02 \times 10^{23}$  atoms of C

1 mole of C atoms

12.01 g of C atoms

47
<b>Ag</b>
107.9

1 mole of silver atoms has a mass of 107.9 g

6
<b>C</b>
12.01

1 mole of carbon atoms has a mass of 12.01 g

16
<b>S</b>
32.06

1 mole of sulfur atoms has a mass of 32.06 g

# Γραμμομοριακός όγκος

- Αλλιώς, μολαρικός όγκος
- Συμβολισμός:  $V_m$  ή  $V_{mol}$
- **Υπόθεση Avogadro (1811 μ.Χ.):** Ίσοι όγκοι αερίων, στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων. Ισχύει και το αντίστροφο, ίσοι αριθμοί μορίων αερίων ή ατμών που βρίσκονται στις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας καταλαμβάνουν τον ίδιο όγκο.
- Από τον ορισμό του mole και από την υπόθεση Avogadro καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι 1 mole οποιασδήποτε αερίου καταλαμβάνει τον ίδιο όγκο ο οποίος ονομάζεται γραμμομοριακός (ή μολαρικός) όγκος.

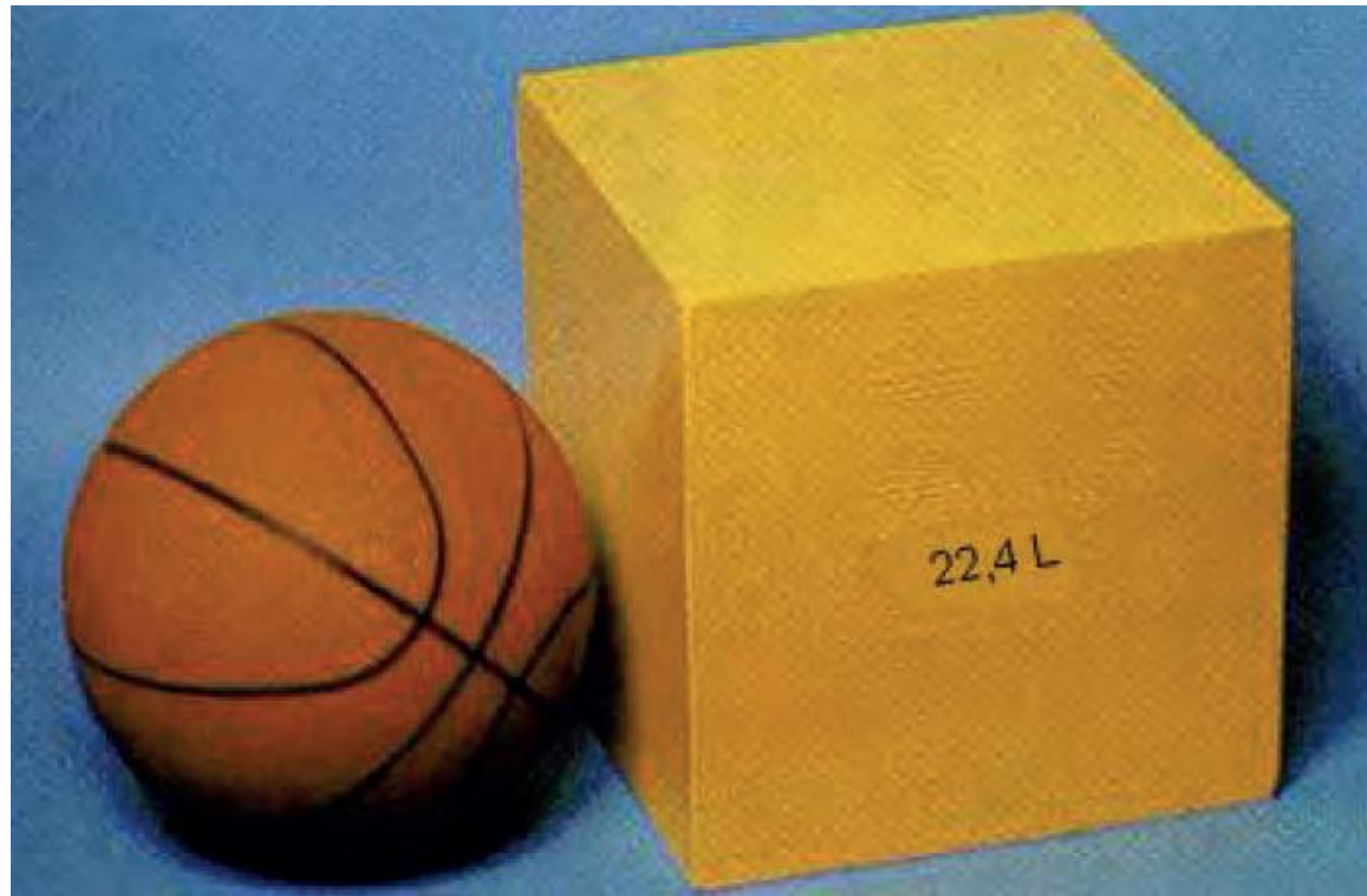
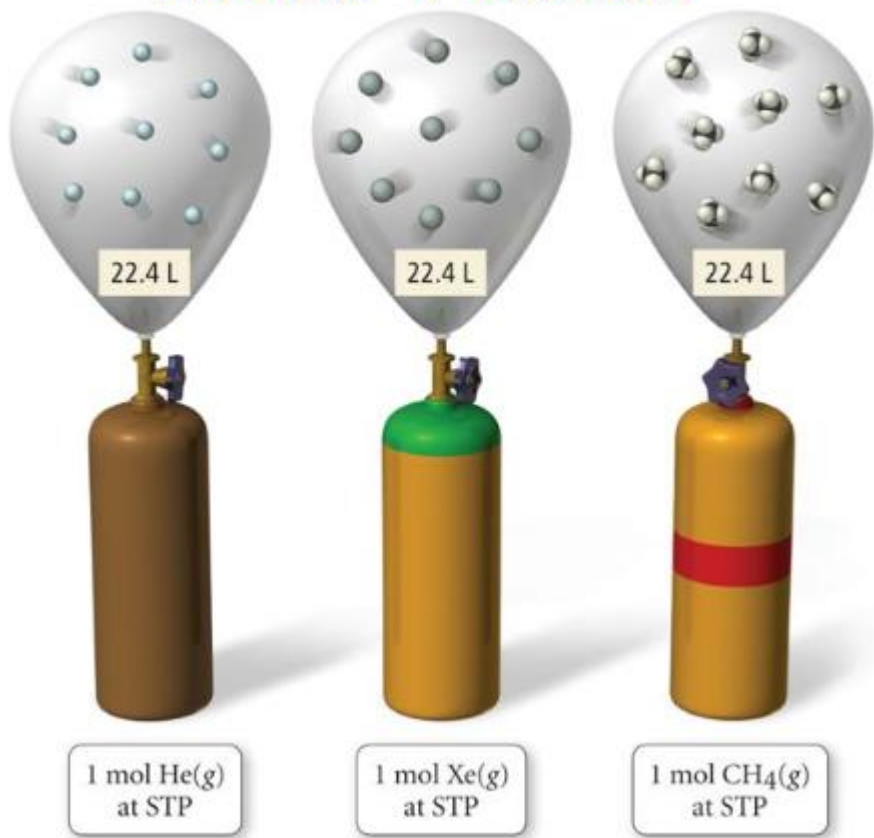
- **Γραμμομοριακός όγκος** αερίου ονομάζεται ο όγκος που κατέχει ένα mole του αερίου (ή  $N_A$  οντότητες του αερίου) σε ορισμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας.
- **Πρότυπες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας (STP):**  
 $P = 1 \text{ atm (} = 760 \text{ mmHg) \&}$   
 $\theta = 0 \text{ }^\circ\text{C (ή } T = 273 \text{ K)}$
- Σε πρότυπες συνθήκες (STP), ο  $V_m$  βρέθηκε πειραματικά ίσος:

$$V_m = 22,4 \text{ L} = 22.400 \text{ cm}^3 \text{ ανά mol αερίου (STP)}$$

- Ο  $V_m$  δεν εξαρτάται από τη φύση του αερίου, εξαρτάται μόνο από τις συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας του αερίου.



# Molar Volume





Τι μάζα και τι όγκο κατέχουν 1 mol πάγου, 1 mol νερού(l) & 1 mol υδρατμών (σε STP και τα τρία);

18 g ή 0,020 L  
πάγου



18 g ή 0,018 L  
νερού



18 g ή 22,4 L  
υδρατμών



# Συσχετισμοί μεγεθών (πλήθος mol, μάζα, όγκος, πλήθος μορίων)

## 1<sup>η</sup> μέθοδος: Βασικές προτάσεις συσχετισμών + μέθοδος των τριών

### Βασικές προτάσεις συσχετισμών:

A. 1 mol ένωσης ζυγίζει  $M_r$  g, κατέχει όγκο  $V_m$  L (αέρια ένωση) και περιέχει  $N_A$  μόρια.

B. 1 mol στοιχείου ζυγίζει  $A_r$  g, κατέχει όγκο  $V_m$  L (αέριο στοιχείο) και περιέχει  $N_A$  άτομα.  
(μονοατομικού)

Γ. 1 mol ένωσης  $A_xB_y$  περιέχει  $x$  mol ατόμων A και  $y$  mol ατόμων B

## 2<sup>η</sup> μέθοδος: Μαθηματικοί τύποι συσχετισμών

### Συσχετισμοί ένωσης:

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

$$n = \frac{V}{V_m} \Leftrightarrow V = n * V_m$$

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

### Συσχετισμοί στοιχείου:

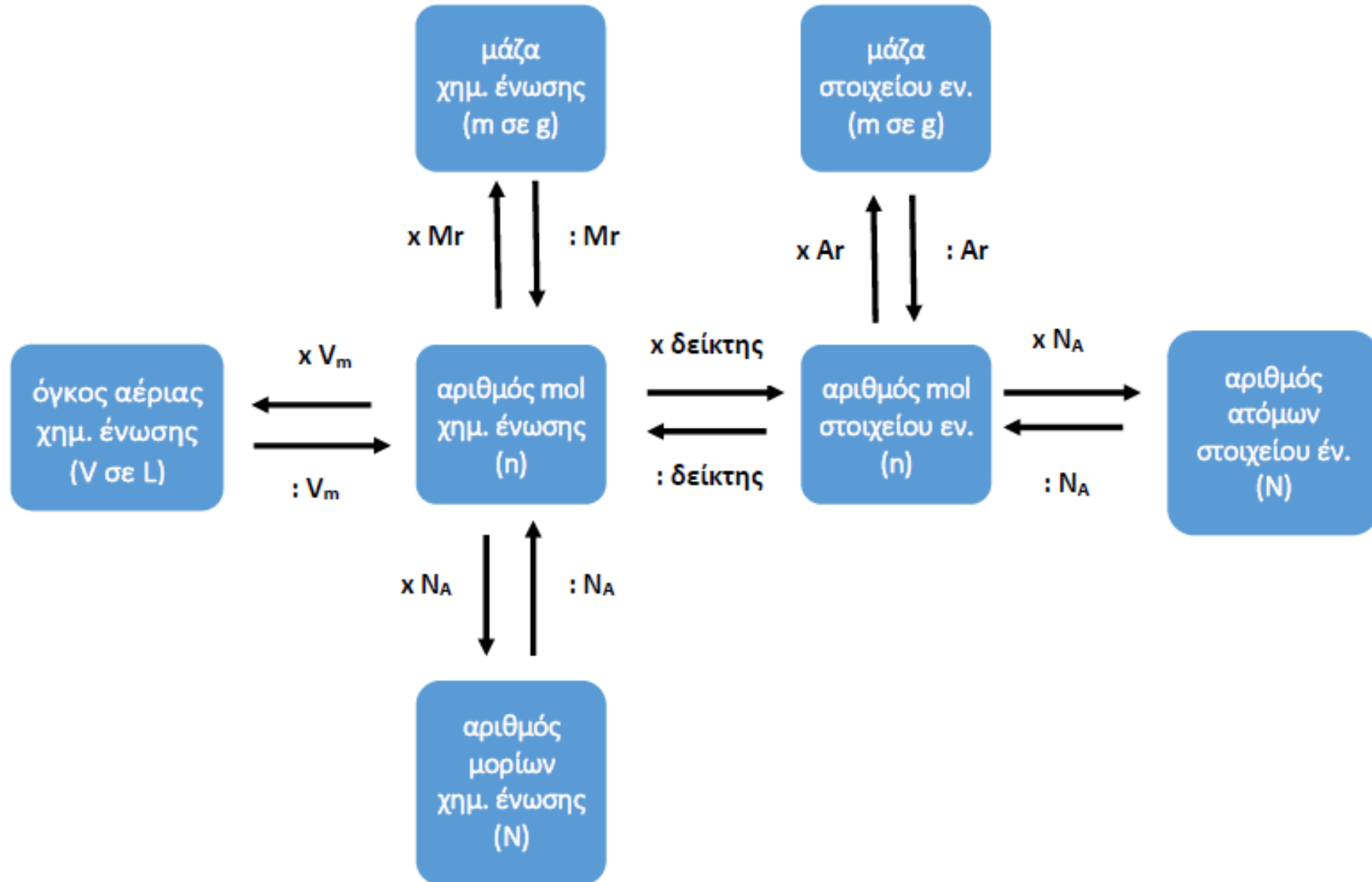
$$n = \frac{m}{A_r} \Leftrightarrow m = n * A_r$$

$$n = \frac{V}{V_m} \Leftrightarrow V = n * V_m$$

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

**n**: αριθμός mol, **m**: μάζα ένωσης ή στοιχείου σε **g**, **V**: όγκος αέριας ουσίας,  
**N**: πλήθος οντοτήτων (μορίων ή ατόμων)

### 3<sup>η</sup> μέθοδος: Διαγράμματα συσχετισμών



Ποσότητα υδρόθειου ( $\text{H}_2\text{S}$ ) ζυγίζει 170 g.

α. Πόσα mol είναι η ποσότητα αυτή;

β. Πόσο όγκο καταλαμβάνει η ποσότητα αυτή σε STP συνθήκες.;

γ. Πόσα μόρια  $\text{H}_2\text{S}$  περιέχονται στην ποσότητα αυτή;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες  $A_r$ . H:1, S:32.

ΛΥΣΗ

$$M_r(\text{H}_2\text{S}) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + 1 \cdot M_r(\text{S}) = 2 \cdot 1 + 1 \cdot 32 = 2 + 32 = 34 \text{ amu}$$

**α) 1<sup>η</sup> μέθοδος:** Το 1 mol  $\text{H}_2\text{S}$  ζυγίζει 34 g

Τα x mol  $\text{H}_2\text{S}$  ζυγίζουν 170 g

---

$$34 \cdot x = 1 \cdot 170 \Leftrightarrow x = 170/34 \Leftrightarrow x = 5 \text{ mol H}_2\text{S}$$

**2<sup>η</sup> μέθοδος:**

$$n = \frac{m}{M_r} \Leftrightarrow n = \frac{170}{34} = 5 \text{ mol H}_2\text{S}$$

**3<sup>η</sup> μέθοδος:**  $n = 170 \text{ g} / (34 \text{ g/mol}) = 5 \text{ mol H}_2\text{S}$

**β) 1<sup>η</sup> μέθοδος:** Το 1 mol  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  κατέχει όγκο 22,4 L σε STP συνθήκες  
Τα 5 mol  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  κατέχουν όγκο  $\gamma$  L

---

$$1 \cdot \gamma = 5 \cdot 22,4 \Leftrightarrow \gamma = 112 \text{ L } \text{H}_2\text{S}_{(g)} \text{ σε STP συνθήκες}$$

**2<sup>η</sup> μέθοδος:**  $V = n \cdot V_m \Leftrightarrow V = 5 \cdot 22,4 \text{ L} \Leftrightarrow V = 112 \text{ L } \text{H}_2\text{S} \text{ σε STP}$

**3<sup>η</sup> μέθοδος:**  $V = 5 \text{ mol} \cdot 22,4 \text{ L/mol} = 112 \text{ L } \text{H}_2\text{S}_{(g)} \text{ σε STP}$

**γ) 1<sup>η</sup> μέθοδος:** Το 1 mol  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  περιέχει  $N_A$  μόρια  $\text{H}_2\text{S}$   
Τα 5 mol  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  περιέχουν  $z$  μόρια  $\text{H}_2\text{S}$

---

$$1 \cdot z = 5 \cdot N_A \Leftrightarrow z = 5 N_A \text{ μόρια } \text{H}_2\text{S} = 5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{24} \text{ μόρια } \text{H}_2\text{S}$$

**2<sup>η</sup> μέθοδος:**  $N = n \cdot N_A \Leftrightarrow N = 5 N_A \text{ μόρια} \Leftrightarrow N = 5 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 3,01 \cdot 10^{24} \text{ μόρια}$

**3<sup>η</sup> μέθοδος:**  $V = 5 \text{ mol} \cdot N_A \text{ μόρια/mol} = 5 N_A \text{ μόρια } \text{H}_2\text{S} = 3,01 \cdot 10^{24} \text{ μόρια } \text{H}_2\text{S}$

Ποσότητα αέριου  $H_2S$  κατέχει όγκο 112 L σε STP συνθήκες.

- α) Πόσα mol είναι η ποσότητα αυτή;
- β) Πόσα mol ατόμων υδρογόνου περιέχει;
- γ) Ποιο είναι το πλήθος των ατόμων υδρογόνου;
- δ) Πόσα g θείου περιέχει;

Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες:  $A_r$  : H: 1, S:32.

**ΛΥΣΗ:**

**α) 1<sup>η</sup> μέθοδος:** Το 1 mol  $H_2S_{(g)}$  κατέχει όγκο 22,4 L σε STP συνθήκες

Τα x mol  $H_2S_{(g)}$  κατέχουν όγκο 112 L

---

$$22,4 * x = 1 * 112 \Leftrightarrow x = 112 / 22,4 \text{ L} = 5 \text{ mol } H_2S_{(g)} \text{ σε STP συνθήκες}$$

**2<sup>η</sup> μέθοδος:**  $n = \frac{V}{V_m} \Leftrightarrow n = \frac{112}{22,4} = 5 \text{ mol } H_2S$

**3<sup>η</sup> μέθοδος:**  $n = 112 \text{ L} / (22,4 \text{ L/mol}) = 5 \text{ mol } H_2S \text{ σε STP}$



**β) 1<sup>η</sup> μέθοδος:** Το 1 mol  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  περιέχει 2 mol ατόμων υδρογόνου (H)  
Τα 5 mol  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  περιέχουν  $\gamma$  mol ατόμων υδρογόνου (H)

---

$$1 * \gamma = 5 * 2 \Leftrightarrow \gamma = 10 \text{ mol ατόμων υδρογόνου (H)}$$

**2<sup>η</sup> μέθοδος:**  $n_{\text{υδρογόνου}} = 2 * n_{\text{H}_2\text{S}} = 2 * 5 = 10 \text{ mol ατόμων υδρογόνου}$

**3<sup>η</sup> μέθοδος:**  $n_{\text{υδρογόνου}} = [2 \text{ mol(H)/mol(H}_2\text{S)}] * 5 \text{ mol H}_2\text{S} = 10 \text{ mol σε H}$

**γ) 1<sup>η</sup> μέθοδος:** Το 1 mol  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  περιέχει  $2 N_A$  άτομα υδρογόνου (H)  
Τα 5 mol  $\text{H}_2\text{S}_{(g)}$  περιέχουν  $z$  άτομα υδρογόνου (H)

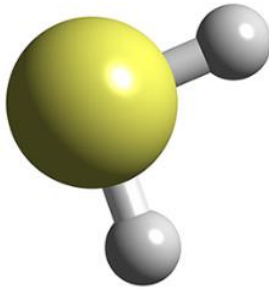
---

$$1 * z = 5 * 2 N_A \Leftrightarrow z = 10 N_A \text{ άτομα υδρογόνου (H)}$$

**2<sup>η</sup> μέθοδος:**  $N_{\text{H}} = 2 * n_{\text{H}_2\text{S}} * N_A = 2 * 5 * N_A = 10 N_A \text{ άτομα υδρογόνου}$

**3<sup>η</sup> μέθοδος:**  $n_{\text{υδρογόνου}} = [2 N_A \text{ άτομα H)/mol(H}_2\text{S)}] * 5 \text{ mol H}_2\text{S} = 10 N_A \text{ άτομα H}$

- ❖ Το (γ) ερώτημα λύνεται πιο απλά, αφού,  
α. εύκολα μπορούμε να υπολογίσουμε το πλήθος των μορίων του  $H_2S$   
β. κάθε μόριο  $H_2S$  περιέχει 2 άτομα H και 1 άτομο S (από Μ.Τ. ένωσης)



$$N = n * N_A \Leftrightarrow N = 5N_A \text{ μόρια υδρόθειου}$$

Το 1 μόριο  $H_2S_{(g)}$  περιέχει 2 άτομα υδρογόνου (H)

Τα  $5N_A$  μόρια  $H_2S_{(g)}$  περιέχουν  $\omega$  άτομα υδρογόνου (H)

---

$$1 * \omega = 2 * 5N_A \Leftrightarrow \omega = 10N_A \text{ άτομα υδρογόνου (H)}$$

**δ) 1<sup>η</sup> μέθοδος:** Το 1 mol  $H_2S_{(g)}$  περιέχει 32 g θείου (S)

Τα 5 mol  $H_2S_{(g)}$  περιέχουν  $\phi$  g θείου (S)

---

$$1 * \phi = 5 * 32 \Leftrightarrow \phi = 160 \text{ g θείου (S)}$$

**2<sup>η</sup> μέθοδος:**  $N_H = 1 * n_{H_2S} * A_r(S) = 1 * 5 * 32 = 160 \text{ g θείου}$

**3<sup>η</sup> μέθοδος:**  $n_{\text{υδρογόνου}} = [32 \text{ g θείου/mol}(H_2S)] * 5 \text{ mol } H_2S = 170 \text{ g θείου}$

Αέριο μίγμα περιέχει  $\text{CO}_2$  και  $\text{SO}_2$ . Το μίγμα αυτό ζυγίζει 7,6 g, ενώ ο όγκος του σε STP συνθήκες είναι 3,36 L.

α. Πόσα mol κάθε αερίου περιέχει το μίγμα;

β. Ποια είναι η μάζα του  $\text{CO}_2$  στο μίγμα;

Δίνονται οι τιμές των  $A_r$ : C: 12, S: 32, O: 16.

### ΛΥΣΗ

Έστω ότι το μίγμα περιέχει  $x$  mol  $\text{CO}_2$  και  $\psi$  mol  $\text{SO}_2$ . Συναρτήσει των  $x$  και  $\psi$  μπορούμε να υπολογίσουμε τη μάζα του μίγματος και τον όγκο του.

$$\frac{1 \text{ mol } \text{CO}_2}{x \text{ mol}} = \frac{44 \text{ g}}{m_1} \quad \text{ή} \quad m_1 = 44x \text{ g}$$

$$\frac{1 \text{ mol } \text{SO}_2}{\psi \text{ mol}} = \frac{64 \text{ g}}{m_2} \quad \text{ή} \quad m_2 = 64\psi \text{ g}$$

Επειδή όμως  $m_{\text{CO}_2} + m_{\text{SO}_2} = 7,6 \text{ g}$

έχουμε  $\boxed{44x + 64\psi = 7,6} \quad (1)$

Συναρτήσει πάλι των  $x$  και  $\psi$  μπορούμε να υπολογίσουμε τον όγκο του μίγματος σε STP.

$$\frac{1 \text{ mol CO}_2}{x \text{ mol}} = \frac{22,4 \text{ L}}{V_{\text{CO}_2}} \quad \text{ή} \quad V_{\text{CO}_2} = 22,4x \text{ L}$$

$$\frac{1 \text{ mol SO}_2}{\psi \text{ mol}} = \frac{22,4 \text{ L}}{V_{\text{SO}_2}} \quad \text{ή} \quad V_{\text{SO}_2} = 22,4\psi \text{ L}$$

Επομένως, για το μίγμα που έχει όγκο 3,36 L θα ισχύει

$$V_{\text{CO}_2} + V_{\text{SO}_2} = 3,36 \text{ L}$$

και έχουμε:  $\boxed{22,4x + 22,4\psi = 3,36}$  (2)

Λύνοντας το σύστημα των (1) και (2) βρίσκουμε:

$$x = 0,1 \text{ και } \psi = 0,05$$

Άρα το μίγμα περιέχει 0,1 mol  $\text{CO}_2$ , δηλαδή  $0,1 \cdot 44 \text{ g}$  δηλαδή 4,4 g  $\text{CO}_2$  και 0,05 mol  $\text{SO}_2$ .

Διαθέτουμε 8 g ατμών μεθανόλης που καταλαμβάνουν όγκο 5,6 L σε συνθήκες STP.

α. Να υπολογίσετε τη σχετική μοριακή μάζα της μεθανόλης.

β. Αν σας δίνεται ότι ο μοριακός τύπος της μεθανόλης είναι  $C_xH_4O$ , να υπολογίσετε την αριθμητική τιμή του δείκτη  $x$ . Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: Ar: C:12, H:1, O:16.

**ΛΥΣΗ:**

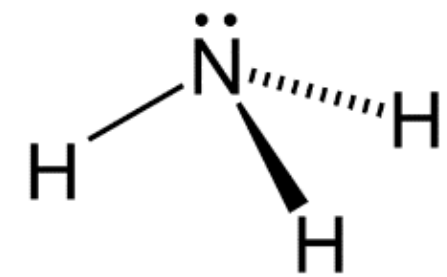
α. 
$$n = \frac{V}{V_m} \Leftrightarrow n = \frac{5,6}{22,4} = 0,25 \text{ mol μεθανόλης}$$

$$n = \frac{m}{M_r} \Leftrightarrow M_r = \frac{m}{n} \Leftrightarrow M_r = \frac{8}{0,25} \Leftrightarrow M_r = 32 \text{ amu}$$

β. 
$$M_r = 32 \Leftrightarrow 12 * x + 4 * 1 + 1 * 16 = 32 \Leftrightarrow 12x + 20 = 32 \Leftrightarrow x = 1$$

Η αμμωνία είναι ένα άχρωμο αέριο με χαρακτηριστική δριμεία οσμή, η οποία ερεθίζει το αναπνευστικό σύστημα και προκαλεί δάκρυα.

Το μόριό της έχει σχήμα τριγωνικής πυραμίδας.



**α.** Να χαρακτηρίσετε την αμμωνία ως ιοντική ή μοριακή ένωση και στη συνέχεια να γράψετε τον μοριακό της τύπο.

**β.** Να υπολογίσετε την εκατοστιαία σύσταση (% w/w) της αμμωνίας ως προς τα συστατικά της στοιχεία. Δίνονται οι σχετικές ατομικές μάζες: Ar: N:14, H:1.

### ΛΥΣΗ:

**α.** Η αμμωνία είναι ομοιοπολική ένωση (ένωση αμετάλλων), επομένως μοριακή ένωση.

Ο μοριακός τύπος της αμμωνίας είναι  $\text{NH}_3$ .

**β.**  $M_r(\text{NH}_3) = 1 \cdot 14 + 3 \cdot 1 = 14 + 3 = 17 \text{ amu}$

Το 1 mol  $\text{NH}_3$  ζυγίζει 17 g και περιέχει 14 g αζώτου (N) και 3 g υδρογόνου (H)

Τα 100 g  $\text{NH}_3$  περιέχουν x g αζώτου (N) και y g υδρογόνου (H)

$$17 \cdot x = 100 \cdot 14 \Leftrightarrow x = 82,353 \% \text{ w/w σε N και}$$

$$17 \cdot y = 100 \cdot 3 \Leftrightarrow y = 17,647 \% \text{ w/w σε H}$$



Ευχαριστώ για την προσοχή σας!