



**„СЪЩЕСТВУВА САМО ТОВА,
КОЕТО МОЖЕ ДА БЪДЕ ИЗМЕРЕНО“**

(Макс Планк)

МОЛНИ ВЕЛИЧИНИ

МОЛНА МАСА M на дадено вещество е масата на 1 mol от веществото. Тя е постоянна величина. Равна е на отношението на масата на веществото m към неговото количество вещество n :

$$M(A) = \frac{m(A)}{n(A)}$$

Пример: Да се изчисли молната маса на CaCl_2 , ако масата на 2,5 mol CaCl_2 е 277,5 g.

Решение:

$$M(\text{CaCl}_2) = \frac{m(\text{CaCl}_2)}{n(\text{CaCl}_2)} = \frac{277,5}{2,5} = 111 \text{ g/mol}$$

МОЛНИ ВЕЛИЧИНИ

МОЛЕН ОБЕМ V_m на дадено вещество е обемът, който заема 1 mol от веществото. Той е равен на отношението на обема на веществото V към количеството вещество n , което му съответства:

$$V_m(A) = \frac{V(A)}{n(A)}$$

Количество вещество	Брой молекули	V_m ℓ/mol
1 mol (H ₂)	6,023.10 ²³	22,41
1 mol (O ₂)	6,023.10 ²³	22,41
1 mol (O ₃)	6,023.10 ²³	22,41
1 mol (CO)	6,023.10 ²³	22,41
1 mol (CO ₂)	6,023.10 ²³	22,41
1 mol (SO ₂)	6,023.10 ²³	22,41
1 mol (SO ₃)	6,023.10 ²³	22,41

101 325 Pa; 0°C

МОЛНИ ВЕЛИЧИНИ

Пример: Определете молните обеми на водорода H_2 , кислорода O_2 и въглеродния диоксид CO_2 при нормални условия, ако:

- а) 3 mol водород H_2 заемат 67,2 л ;
- б) 7 mol кислород O_2 заемат 156,8 л;
- в) 5 mol въглероден диоксид CO_2 заемат 112 л.

Решение:

а) $V_m(\text{H}_2) = V(\text{H}_2) : n(\text{H}_2) = 67,2 : 3 = \underline{22,4} \text{ л}$

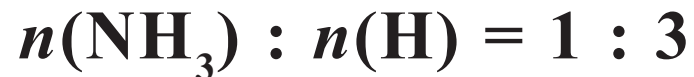
б) $V_m(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) : n(\text{O}_2) = 156,8 : 7 = \underline{22,4} \text{ л}$

в) $V_m(\text{CO}_2) = V(\text{CO}_2) : n(\text{CO}_2) = 112 : 5 = \underline{22,4} \text{ л}$

Отговор: 1 mol H_2 , O_2 или CO_2 при нормални условия заема един и същ обем
– 22,4 л

МОЛНИ ОТНОШЕНИЯ

МОЛНИ ОТНОШЕНИЯ на химичните елементи в молекулата на дадено химично съединение се наричат отношенията между количествата вещества на елементите в 1 mol от химичното съединение.



МОЛНИ ОТНОШЕНИЯ

Пример: Колко mol атоми водород H и колко g въглерод C има в 124 g въглеродна киселина H_2CO_3 ?

Решение: 1. Изчислява се молната маса на химичното съединение (въглеродна киселина):

$$M_r(\text{H}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot A_r(\text{H}) + A_r(\text{C}) + 3 \cdot A_r(\text{O}) = 2 \cdot 1 + 12 + 3 \cdot 16 = 62$$

Следователно $M(\text{H}_2\text{CO}_3) = 62 \text{ g/mol}$

2. Изчислява се количеството вещество на химичното съединение (H_2CO_3):

$$n(\text{H}_2\text{CO}_3) = m(\text{H}_2\text{CO}_3) : M(\text{H}_2\text{CO}_3) = 124 : 62 = 2 \text{ mol}$$

3. Съставят се непълните молни отношения: $n(\text{H}_2\text{CO}_3) : n(\text{H}) = 1 : 2$

$$n(\text{H}_2\text{CO}_3) : n(\text{C}) = 1 : 1$$

4. От молните отношения се изчисляват количествата вещества на химичните елементи в съединението (атоми водород и атоми въглерод) в 1 mol от него (H_2CO_3):

$$n(\text{H}) = 2 \cdot n(\text{H}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot 2 = 4 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{H}_2\text{CO}_3) = 2 \text{ mol}$$

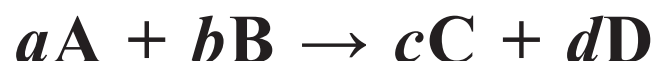
5. Изчислява се масата на 2 mol атоми въглерод:

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 2 \cdot 12 = \underline{24 \text{ g.}}$$

Отговор: В 124 g въглеродна киселина H_2CO_3 има 4 mol атоми водород (H) и 24 g въглерод (C).

МОЛНИ ОТНОШЕНИЯ

МОЛНИ ОТНОШЕНИЯ на компонентите на дадена химична реакция се наричат отношенията на количествата на реагиращите вещества и на продукти на реакцията, съответстващи на коефициентите в химичното уравнение на реакцията.

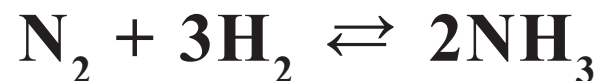


$$n(A) : n(B) : n(C) : n(D) = a : b : c : d$$

$$n(A) : n(B) = a : b$$

$$n(A) : n(C) = a : c$$

$$n(B) : n(C) : n(D) = b : c : d$$



$$n(N_2) : n(H_2) : n(NH_3) = 1 : 3 : 2$$

$$n(N_2) : n(H_2) = 1 : 3$$

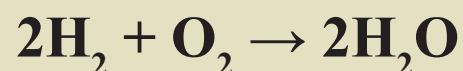
$$n(N_2) : n(NH_3) = 1 : 2$$

$$n(H_2) : n(NH_3) = 3 : 2$$

МОЛНИ ОТНОШЕНИЯ

Пример: При пълно взаимодействие на 4 mol водород H_2 с кислород O_2 се образува вода H_2O . Колко mol вода са получени в резултат на реакцията? Колко mol кислород O_2 са реагирали с водорода?

Решение: 1. Изразява се химичното уравнение на реакцията:



2. Съставят се молните отношения на компонентите на реакцията:

$$n(\text{H}_2) : n(\text{O}_2) = 2 : 1 \quad \text{и} \quad n(\text{H}_2) : n(\text{H}_2\text{O}) = 2 : 2 = 1 : 1$$

Забележка: *Молните отношения се изразяват винаги с най-малкото количествено отношение.*

3. Изчисляват се търсените величини:

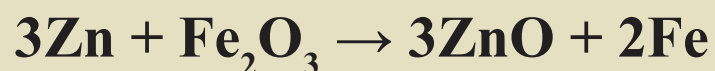
$$n(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2) = \underline{\underline{4 \text{ mol}}}; \quad n(\text{O}_2) = (1/2) n(\text{H}_2) = (1/2) \cdot 4 = \underline{\underline{2 \text{ mol}}}$$

Отговор: При пълно взаимодействие на 4 mol водород H_2 с кислород O_2 се образуват **4 mol** вода H_2O . Количеството на реагиралия кислород е **2 mol**.

МОЛНИ ОТНОШЕНИЯ

Пример: При реакция на цинк Zn с дижелезен триоксид Fe₂O₃ се получава цинков оксид ZnO и се отделя желязо. Колко процента е добивът на желязо, ако от 1,6 kg Fe₂O₃ е получен 1 kg желязо? ($A_r(\text{Fe}) = 56$; $A_r(\text{O}) = 16$)

Решение: 1. Изразява се химичното уравнение на реакцията:



2. Съставя се молното отношения на компонентите на реакцията:

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) : n(\text{Fe}) = 1 : 2 \quad (\text{от } 1 \text{ mol Fe}_2\text{O}_3 \text{ се получават } 2 \text{ mol Fe})$$

3. Изчислява се молната маса на дижелезния триоксид Fe₂O₃:

$$M_r(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2A_r(\text{Fe}) + 3A_r(\text{O}) = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 16 = 160; \quad M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 160$$

g/mol

4. Изчислява се количеството вещество на реагента Fe₂O₃ и теоретичният добив на продукта Fe:

$$n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = m(\text{Fe}_2\text{O}_3) : M(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1,6 : 160 = 0,01 \text{ mol}$$

$$n(\text{Fe}) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 0,01 = 0,02 \text{ mol}$$

Теоретичният добив на желязо е $m(\text{Fe}) = n(\text{Fe}) \cdot M(\text{Fe}) = 0,02 \cdot 56 = 1,12 \text{ kg}$

$$\text{Добивът на желязо е } (1,12 : 1,6) \cdot 100 = \underline{\underline{89,3\%}}$$

Отговор: При пълно взаимодействие на Zn с Fe₂O₃ добивът на желязо е **89,3%**.

МАСОВИ ЧАСТИ

МАСОВА ЧАСТ на дадено чисто вещество, намиращо се в разтвор или в смес с други вещества, се нарича отношението на неговата маса към масата на сместа (разтвора).

$$w(A) = \frac{m(A)}{m(A) + m(B)}$$

МАСОВИ ЧАСТИ

Пример: Да се изчислят масовите части на компонентите на смес, получена от 10 g захар, 70 g масло и 250 g брашно.

Решение: Общата маса на сместа е:

$$m(\text{смес}) = m(\text{захар}) + m(\text{масло}) + m(\text{брашно}) = 10\text{g} + 70\text{g} + 250\text{g} = 330\text{ g}$$

Масовите части на веществата са:

$$w(\text{захар}) = m(\text{захар}) : m(\text{смес}) = 10 : 330 = 0,0303$$

$$w(\text{масло}) = m(\text{масло}) : m(\text{смес}) = 70 : 330 = 0,2121$$

$$w(\text{брашно}) = m(\text{брашно}) : m(\text{смес}) = 250 : 330 = 0,7576$$

$$0,0303 + 0,2121 + 0,7576 = 1$$

$$w\%(\text{захар}) = w(\text{захар}).100 = 0,0303.100 = 3,03\%$$

$$w\%(\text{масло}) = w(\text{масло}).100 = 0,2121.100 = 21,21\%$$

$$w\%(\text{брашно}) = w(\text{брашно}).100 = 0,7576.100 = 75,76\%$$

$$3,03\% + 21,21\% + 75,76\% = 100\%$$

$$w(A) + w(B) + w(C) = 1; \quad w(A)\% + w(B)\% + w\%(C) = 100\%$$

МАСОВИ ЧАСТИ

МАСОВА ЧАСТ на даден химичен елемент в негово химично съединение се нарича отношението на неговата маса в 1 mol от съединението към моларната масата на съединението.

Пример: Да се изчислят масовите части на водорода и азота в амоняка NH_3 .

Решение: $M_r(\text{NH}_3) = A_r(\text{N}) + 3.A_r(\text{H}) = 14 + 3.1 = 17$; $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g/mol}$
 $m(\text{NH}_3) = n(\text{NH}_3).M(\text{NH}_3) = 1 \text{ mol} . 17 \text{ g/mol} = 17 \text{ g}$
 $m(\text{N}) = n(\text{N}).M(\text{N}) = 1 \text{ mol} . 14 \text{ g/mol} = 14 \text{ g}$
 $m(\text{H}) = n(\text{H}).M(\text{H}) = 3 \text{ mol} . 1 \text{ g/mol} = 3 \text{ g}$

Масовите части на азота и водорода са:

на АЗОТ

$$w(\text{N}) = m(\text{N}) : m(\text{NH}_3) = 14 : 17 = \underline{\underline{0,824}}$$

$$w(\text{N})\% = [m(\text{N}) : m(\text{NH}_3)].100 = \\ = (14 : 17).100 = \underline{\underline{82,4\%}}$$

на ВОДОРОД

$$w(\text{H}) = m(\text{H}) : m(\text{NH}_3) = 3 : 17 = \underline{\underline{0,176}}$$

$$w(\text{H})\% = [m(\text{H}) : m(\text{NH}_3)].100 = \\ = (3 : 17).100 = \underline{\underline{17,6\%}}$$

$$w(\text{N}) + w(\text{H}) = 0,824 + 0,176 = 1$$

$$w(\text{N})\% + w(\text{H})\% = 82,4 + 17,6 = 100$$

МАСОВИ ЧАСТИ

Пример: Да се изчислят масовите части на водорода и кислорода във водата и във водородния пероксид H_2O_2 .

Решение:

за водата:

$$M_r(\text{H}_2\text{O}) = 2.A_r(\text{H}) + A_r(\text{O}) = 2.1 + 16 = 18; \quad M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = n(\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ mol} \cdot 18 \text{ g/mol} = 18 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 2 \text{ mol} \cdot 1 \text{ g/mol} = 2 \text{ g}; \quad m(\text{O}) = n(\text{O}) \cdot M(\text{O}) = 1 \text{ mol} \cdot 16 \text{ g/mol} = 16 \text{ g}$$

за водородния пероксид:

$$M_r(\text{H}_2\text{O}_2) = 2.A_r(\text{H}) + 2.A_r(\text{O}) = 2.1 + 2.16 = 34; \quad M(\text{H}_2\text{O}_2) = 34 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}_2) = n(\text{H}_2\text{O}_2) \cdot M(\text{H}_2\text{O}_2) = 1 \text{ mol} \cdot 34 \text{ g/mol} = 34 \text{ g}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 2 \text{ mol} \cdot 1 \text{ g/mol} = 2 \text{ g}; \quad m(\text{O}) = n(\text{O}) \cdot M(\text{O}) = 2 \text{ mol} \cdot 16 \text{ g/mol} = 32 \text{ g}$$

Масовите части на водорода и кислорода са:

За ВОДАТА H_2O

$$w(\text{H}) = m(\text{H}) : m(\text{H}_2\text{O}) = 2 : 18 = \underline{\underline{0,11}}$$

$$w(\text{O}) = m(\text{O}) : m(\text{H}_2\text{O}) = 16 : 18 = \underline{\underline{0,89}}$$

1

За ВОДОРОДНИЯ ПЕРОКСИД H_2O_2

$$w(\text{H})\% = [m(\text{H}) : m(\text{H}_2\text{O}_2)].100 = (2 : 34).100 = \underline{\underline{5,88\%}}$$

$$w(\text{O})\% = [m(\text{O}) : m(\text{H}_2\text{O}_2)].100 = (32 : 34).100 = \underline{\underline{94,12\%}}$$

100%