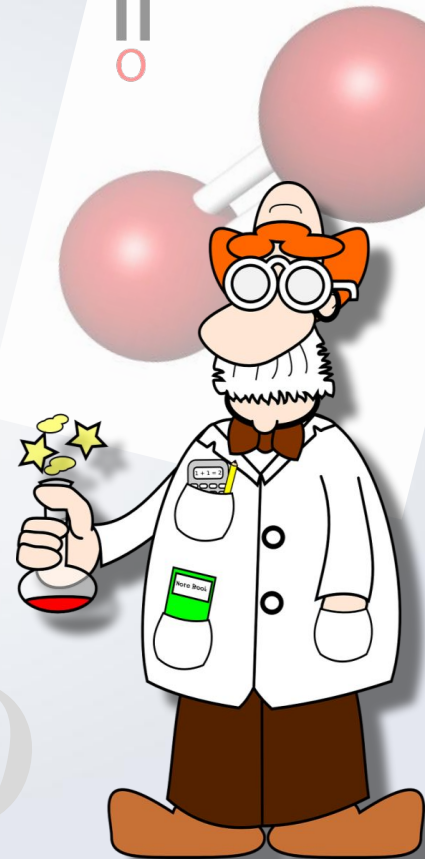


*Химическая формула* — запись  
качественного и количественного состава  
вещества с помощью химических знаков.





*Относительная атомная масса ( $A_r$ )*

показывает, во сколько раз масса его атома больше  $1/12$  массы атома углерода.



*Относительная молекулярная масса ( $M_r$ )*

рассчитывается на основании атомных масс атомов, входящих в состав молекулы.

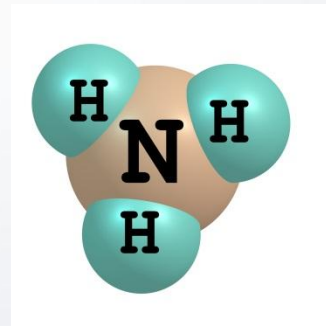


# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

| ПЕРИОДЫ     | Г Р У П П Ы Э Л Е М Е Н Т О В                             |   |   |   |   |   |  |   |  |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
|-------------|---|---|---|---|---|---|--|---|--|---|------------------------------------|---|---------------------------------------|--|----------|--|--------|---|--|--|
|             | A I B A II B A III B A IV B A V B A VI B A VII B A VIII B |   |   |   |   |   |  |   |  |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
| 1           | <b>H</b><br>Hydrogenium<br>Водород<br>1<br>1.00794        | (H)   |   |   |   |   |  |   |  |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        | <b>He</b><br>Helium<br>Гелий<br>2<br>4.002602 |  |  |
| 2           | <b>Li</b><br>Lithium<br>Литий<br>3<br>6.941               | <b>Be</b><br>Beryllium<br>Бериллий<br>4<br>9.0122 | <b>B</b><br>Borum<br>Бор<br>5<br>10.811             | <b>C</b><br>Carboneum<br>Углерод<br>6<br>12.011           | <b>N</b><br>Nitrogenum<br>Азот<br>7<br>14.007     | <b>O</b><br>Oxygenium<br>Кислород<br>8<br>15.999    | <b>F</b><br>Fluorum<br>Фтор<br>9<br>18.998         | <b>Ne</b><br>Neon<br>Неон<br>10<br>20.179         |  |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
| 3           | <b>Na</b><br>Natrium<br>Натрий<br>11<br>22.99             | <b>Mg</b><br>Magnesium<br>Магний<br>12<br>24.305  | <b>Al</b><br>Aluminium<br>Алюминий<br>13<br>26.9815 | <b>Si</b><br>Silicium<br>Кремний<br>14<br>28.086          | <b>P</b><br>Phosphorum<br>Фосфор<br>15<br>30.974  | <b>S</b><br>Sulfur<br>Сера<br>16<br>32.066          | <b>Cl</b><br>Chlorium<br>Хлор<br>17<br>35.453      | <b>Ar</b><br>Argon<br>Аргон<br>18<br>39.948       |  |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
| 4           | <b>K</b><br>Kalium<br>Калий<br>19<br>39.098               | <b>Ca</b><br>Calcium<br>Кальций<br>20<br>40.08    | <b>Sc</b><br>Scandium<br>Скандий<br>21<br>44.956    | <b>Ti</b><br>Titanium<br>Титан<br>22<br>47.90             | <b>V</b><br>Vanadium<br>Ванадий<br>23<br>50.941   | <b>Cr</b><br>Chromium<br>Хром<br>24<br>51.996       | <b>Mn</b><br>Manganum<br>Марганец<br>25<br>54.938  | <b>Fe</b><br>Ferrum<br>Железо<br>26<br>55.847     | <b>Co</b><br>Cobaltum<br>Кобальт<br>27<br>58.933     | <b>Ni</b><br>Niccolum<br>Никель<br>28<br>58.70    |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
|             | <b>Zn</b><br>Zincum<br>Цинк<br>29<br>63.546               | <b>Cu</b><br>Cuprum<br>Медь<br>30<br>65.39        | <b>Ga</b><br>Gallium<br>Галий<br>31<br>69.72        | <b>Ge</b><br>Germanium<br>Германий<br>32<br>72.59         | <b>As</b><br>Arsenicum<br>Мышьяк<br>33<br>74.992  | <b>Se</b><br>Selenium<br>Селен<br>34<br>78.96       | <b>Br</b><br>Bromum<br>Бром<br>35<br>79.904        | <b>Kr</b><br>Krypton<br>Криптон<br>36<br>83.80    |  |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
| 5           | <b>Rb</b><br>Rubidium<br>Рубидий<br>37<br>85.468          | <b>Sr</b><br>Strontium<br>Стронций<br>38<br>87.62 | <b>Y</b><br>Yttrium<br>Иттрий<br>39<br>88.906       | <b>Zr</b><br>Zirconium<br>Цирконий<br>40<br>91.22         | <b>Nb</b><br>Niobium<br>Ниобий<br>41<br>92.906    | <b>Mo</b><br>Molybdaenum<br>Молибден<br>42<br>95.94 | <b>Tc</b><br>Technetium<br>Технеций<br>43<br>97.91 | <b>Ru</b><br>Ruthenium<br>Рутений<br>44<br>101.07 | <b>Rh</b><br>Rhodium<br>Родий<br>45<br>102.906       | <b>Pd</b><br>Palladium<br>Палладий<br>46<br>106.4 |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
|             | <b>Ag</b><br>Argentum<br>Серебро<br>47<br>107.868         | <b>Cd</b><br>Cadmium<br>Кадмий<br>48<br>112.41    | <b>In</b><br>Indium<br>Индий<br>49<br>114.82        | <b>Sn</b><br>Stannum<br>Олово<br>50<br>118.71             | <b>Sb</b><br>Stibium<br>Сурьма<br>51<br>121.75    | <b>Te</b><br>Tellurium<br>Теллур<br>52<br>127.60    | <b>I</b><br>Iodum<br>Иод<br>53<br>126.9045         | <b>Xe</b><br>Xenon<br>Ксенон<br>54<br>131.29      |  |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
| 6           | <b>Cs</b><br>Cesium<br>Цезий<br>55<br>132.905             | <b>Ba</b><br>Barium<br>Барий<br>56<br>137.33      | <b>La*</b><br>Lanthanum<br>Лантан<br>57<br>138.9055 | <b>Hf</b><br>Hafnium<br>Гафний<br>72<br>178.49            | <b>Ta</b><br>Tantalum<br>Тантал<br>73<br>180.9479 | <b>W</b><br>Wolframium<br>Вольфрам<br>74<br>183.85  | <b>Re</b><br>Rhenium<br>Рений<br>75<br>186.207     | <b>Os</b><br>Osmium<br>Осмий<br>76<br>190.2       | <b>Ir</b><br>Iridium<br>Иридий<br>77<br>192.22       | <b>Pt</b><br>Platinum<br>Платина<br>78<br>195.08  |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
|             | <b>Au</b><br>Aurum<br>Золото<br>79<br>196.967             | <b>Hg</b><br>Hydrargyrum<br>Ртуть<br>80<br>200.59 | <b>Tl</b><br>Thallium<br>Таллий<br>81<br>204.38     | <b>Pb</b><br>Plumbum<br>Свинец<br>82<br>207.19            | <b>Bi</b><br>Bismuthum<br>Висмут<br>83<br>208.980 | <b>Po</b><br>Polonium<br>Полоний<br>84<br>209.98    | <b>At</b><br>Astatium<br>Астат<br>85<br>209.99     | <b>Rn</b><br>Radon<br>Радон<br>86<br>[222]        |  |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
| 7           | <b>Fr</b><br>Francium<br>Франций<br>87<br>[223]           | <b>Ra</b><br>Radium<br>Радий<br>88<br>[226]       | <b>Ac**</b><br>Actinium<br>Актиний<br>89<br>[227]   | <b>Rf</b><br>Rutherfordium<br>Фезерфордий<br>104<br>[261] | <b>Db</b><br>Dubnium<br>Дубний<br>105<br>[262]    | <b>Sg</b><br>Seaborgium<br>Сиборгий<br>106<br>[263] | <b>Bh</b><br>Bohrium<br>Борий<br>107<br>[262]      | <b>Hs</b><br>Hassium<br>Хассий<br>108<br>[265]    | <b>Mt</b><br>Meitnerium<br>Мейтнерий<br>110<br>[269] |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
|             | формулы высших оксидов                                    |   | $R_2O$  |   | $RO$  |   | $R_2O_3$   |   | $RO_2$   |   | $R_2O_5$                           |   | $RO_3$                                |  | $R_2O_7$ |  | $RO_4$ |   |  |  |
|             | формулы летучих одноородных соединений                    |   | $RH_4$  |   | $RH_3$  |   | $RH_2$   |   | $RH$   |   |                                    |   |                                       |  |          |  |        |   |  |  |
| ЛАНТАНОИДЫ* | 58<br>140.12<br>Cerium<br>Церий                           | 59<br>140.908<br>Praseodymium<br>Прозодим         | 60<br>144.24<br>Neodymium<br>Неодим                 | 61<br>144.91<br>Promethium<br>Прометий                    | 62<br>150.36<br>Samarium<br>Самарий               | 63<br>151.96<br>Europium<br>Европий                 | 64<br>157.25<br>Gadolinium<br>Гадолий              | 65<br>158.926<br>Terbium<br>Тербий                | 66<br>162.50<br>Dysprosium<br>Диспрозий              | 67<br>164.930<br>Holmium<br>Гольмий               | 68<br>167.26<br>Erbium<br>Эрбий    | 69<br>168.934<br>Thulium<br>Тулий           | 70<br>173.04<br>Ytterbium<br>Иттербий | 71<br>174.967<br>Lutetium<br>Лютеций     |          |  |        |   |  |  |
| АКТИНОИДЫ** | 90<br>232.038<br>Thorium<br>Торий                         | 91<br>231.04<br>Protactinium<br>Протактиний       | 92<br>238.03<br>Uranium<br>Уран                     | 93<br>237.05<br>Neptunium<br>Нептуний                     | 94<br>244.06<br>Plutonium<br>Плутоний             | 95<br>243.06<br>Americium<br>Америций               | 96<br>247.07<br>Curium<br>Кюрий                    | 97<br>247.07<br>Berkelium<br>Берклий              | 98<br>251.08<br>Californium<br>Калифорний            | 99<br>252.08<br>Einsteinium<br>Эйнштейний         | 100<br>257.10<br>Fermium<br>Фермий | 101<br>258.10<br>Mendelevium<br>Менделеевий | 102<br>259.10<br>Nobelium<br>Нобелий  | 103<br>260.10<br>Lawrencium<br>Лавренсий |          |  |        |   |  |  |

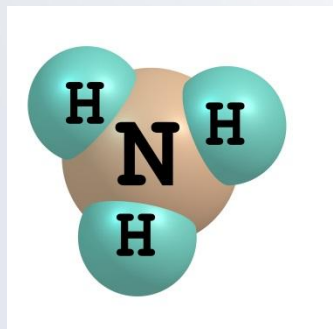
# Аммиак

## 1. Вещество аммиак.



# Аммиак

2. Качественный состав — состоит из двух элементов: азота и водорода.

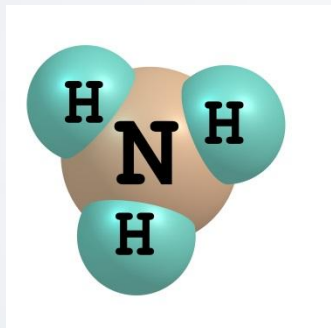


N — азот

H — водород

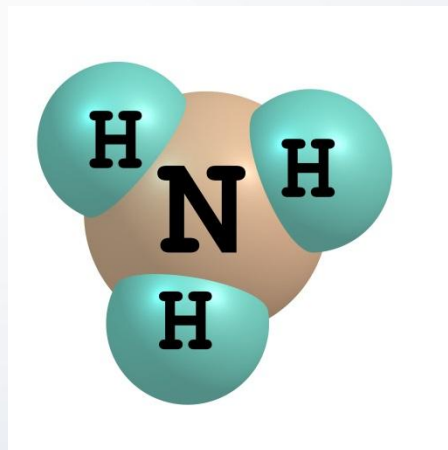
# Аммиак

3. Тип вещества — сложное вещество.



# Аммиак

4. Количественный состав вещества — в молекуле содержится 1 атом азота и 3 атома водорода.



# Аммиак

5. Относительная молекулярная масса равна сумме атомной массы азота и атомной массы трёх молекул водорода.

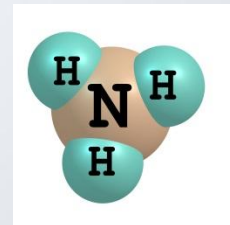
$$M_r(\text{NH}_3) = 14 + 1 \cdot 3 = 17$$

## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

| ПЕРИОДЫ | ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ                       |                                       |  |                                      |                                     |  |                                       |                                      |                                     |                                      |  |  |                                   |  |  |  | VIII | B |
|---------|--|---------------------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|--|--|------|---|
|         | A I                                    | II A                                  | III A                                  | IV A                                 | V A                                 | VI A                                   | VII A                                 |                                      |                                     |                                      |  |  |                                   |  |  |  |      |   |
| 1       | H<br>1.00794<br>Hydrogenium<br>Водород |                                       |  |                                      |                                     |  |                                       |                                      |                                     | (H)                                  |  |  | He<br>4.002602<br>Helium<br>Гелий |  |  |  |      |   |
| 2       | Li<br>6.941<br>Lithium<br>Литий        | Be<br>9.0122<br>Beryllium<br>Бериллий | B<br>10.811<br>Borium<br>Бор           | C<br>12.011<br>Carboneum<br>Углерод  | N<br>14.007<br>Nitrogenium<br>Азот  | O<br>15.999<br>Oxygenium<br>Кислород   | F<br>18.998<br>Fluorium<br>Фтор       | Ne<br>20.179<br>Neon<br>Неон         |                                     |                                      |  |  |                                   |  |  |  |      |   |
| 3       | Na<br>22.99<br>Natrium<br>Натрий       | Mg<br>24.305<br>Magnesium<br>Магний   | Al<br>26.9815<br>Aluminium<br>Алюминий | Si<br>28.086<br>Silicium<br>Кремний  | P<br>30.974<br>Phosphorus<br>Фосфор | S<br>32.066<br>Sulfur<br>Сера          | Cl<br>35.453<br>Chlorium<br>Хлор      | Ar<br>39.948<br>Argon<br>Аргон       |                                     |                                      |  |  |                                   |  |  |  |      |   |
| 4       | K<br>39.098<br>Kalium<br>Калий         | Ca<br>40.08<br>Calcium<br>Кальций     | Sc<br>44.956<br>Scandium<br>Скандий    | Ti<br>47.90<br>Titanium<br>Титан     | V<br>50.941<br>Vanadium<br>Ванадий  | Cr<br>51.996<br>Chromium<br>Хром       | Mn<br>54.938<br>Manganum<br>Марганец  | Fe<br>55.847<br>Ferrum<br>Железо     | Co<br>58.933<br>Cobaltum<br>Кобальт | Ni<br>58.70<br>Niccolum<br>Никель    |  |  |                                   |  |  |  |      |   |
| 5       | Rb<br>85.468<br>Rubidium<br>Рубидий    | Sr<br>87.62<br>Strontium<br>Стронций  | Y<br>88.906<br>Yttrium<br>Иттрий       | Zr<br>91.22<br>Zirconium<br>Цирконий | Nb<br>92.906<br>Niobium<br>Ниобий   | Mo<br>95.94<br>Molybdaenum<br>Молибден | Tc<br>97.91<br>Technetium<br>Технеций | Ru<br>101.07<br>Ruthenium<br>Рутений | Rh<br>102.906<br>Rhodium<br>Родий   | Pd<br>106.4<br>Palladium<br>Палладий |  |  |                                   |  |  |  |      |   |

NH

3





# Массовая доля химического элемента

$\omega(\text{Э})$

$$\omega(\text{Э}) = \frac{A_r(\text{Э}) \cdot x}{M_r} \text{ (в долях единицы).}$$

$$\omega(\text{Э}) = \frac{A_r(\text{Э}) \cdot x}{M_r} \cdot 100\% \text{ (в процентах).}$$

$x$  — количество атомов в веществе.



*Массовая доля химического элемента* рассчитывается как частное от деления суммарной относительной массы атомов этого элемента  $A_r(\text{Э})$ , умноженное на  $x$  – число атомов в соединении, на относительную молекулярную массу вещества  $M_r$  в долях единицы или в процентах.



# Рассчитаем в процентах долю азота и водорода в аммиаке (NH<sub>3</sub>):

$$\omega(\text{N}) = \frac{A_r(\text{N}) \cdot x}{M_r} \cdot 100\% \quad (\text{в процентах})$$

$x$  — количество атомов в веществе.

$\omega(\text{N}) = \frac{A_r(\text{N}) \cdot x}{M_r}$  (в долях единицы)

$\omega(\text{N}) = \frac{A_r(\text{N}) \cdot x}{M_r} \cdot 100\%$  (в процентах)

82%

$$\omega(\text{H}) = \frac{A_r(\text{H}) \cdot x}{M_r} \cdot 100\% \quad (\text{в процентах})$$

$x$  — количество атомов в веществе.

$\omega(\text{H}) = \frac{A_r(\text{H}) \cdot x}{M_r}$  (в долях единицы)

$\omega(\text{H}) = \frac{A_r(\text{H}) \cdot x}{M_r} \cdot 100\%$  (в процентах)

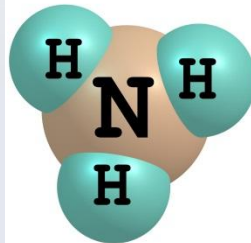
18%

$$\omega(\text{N}) = \frac{A_r(\text{N}) \cdot x}{M_r} \quad (\text{в долях единицы}).$$

$$\omega(\text{N}) = \frac{A_r(\text{N}) \cdot x}{M_r} \cdot 100\% \quad (\text{в процентах}).$$

$x$  — количество атомов в веществе.

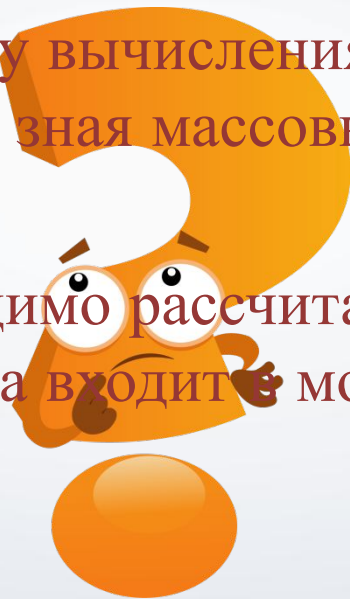
NH



Известны массовые доли химических элементов  $\omega(\text{Э})$ ,  
однако неизвестны формулы вещества.

Формулу вычисления можно  
создать, зная массовые доли.

Для этого необходимо рассчитать, сколько атомов  
каждого элемента входит в молекулу вещества.



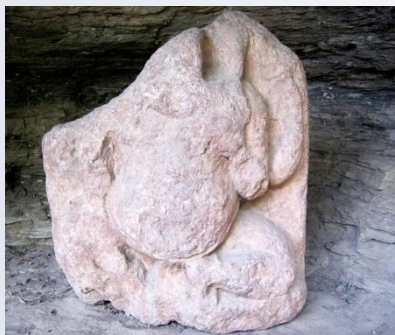
Известно, что вещество состоит из:

0,4 массовой доли кальция (Ca) = 40%;  
0,12 массовой доли углерода (C) = 12%;  
0,48 массовой доли кислорода (O) = 48%.

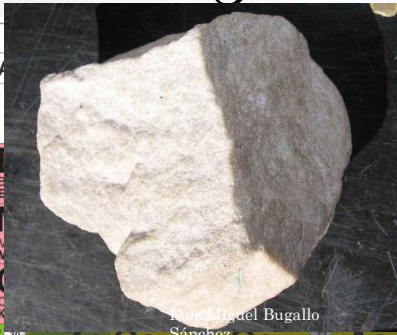
$0,4/40$  (Ca) :  $0,12/12$  (C) :  $0,48/16$  (O) =  $0,01$  :  $0,01$  :  $0,03$  =  $1$  :  $1$  :  $3$

40/40 (Ca) : 12/12 (C) : 48/16 (O) = 1 : 1 : 3

$\text{CaCO}_3$  — карбонат кальция



известняк



мрамор



мел



скорлупа яиц

Вычисление массовой доли химического элемента в веществе производится по его химической формуле с использованием атомных масс элементов, входящих в состав молекулы вещества.

$$\omega(\text{Э}) = \frac{A_r(\text{Э}) \cdot x}{M_r} \text{ (в долях единицы).}$$

$$\omega(\text{Э}) = \frac{A_r(\text{Э}) \cdot x}{M_r} \cdot 100\% \text{ (в процентах).}$$

$x$  — количество атомов в веществе.