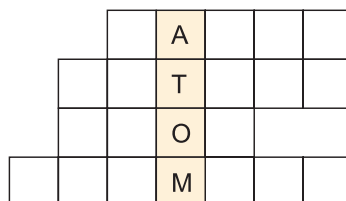
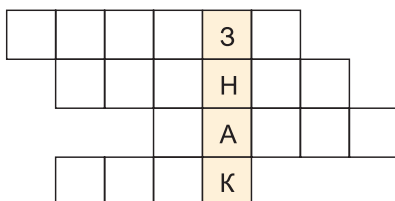




3. Назовите элементы, которые занимают первые три места по распространенности в земной коре. Какова общая доля (%) атомов всех остальных элементов?
4. Пользуясь *Приложением 6* в конце учебного пособия, укажите химические элементы (не менее пяти), атомы которых входят в состав воды, поваренной соли, сахара, природного газа.
5. Выпишите из таблицы 1 (с. 31) названия химических элементов: а) женского рода; б) среднего рода; в) мужского рода.
6. Разгадайте кроссворды, вписав в тетради в пустые клетки по горизонтали названия химических элементов:



7. Составьте самостоятельно такой же кроссворд для слова «символ». Условие: нельзя использовать первую букву названия элемента.
8. На основе данных рисунка 24 рассчитайте массу атомов углерода, водорода и азота в вашем теле.

§ 4. Относительная атомная масса химических элементов

Вспомните, чем различаются атомы разных элементов между собой. На рисунке 25 показаны шаровые модели атомов некоторых химических элементов, конечно, не в реальных

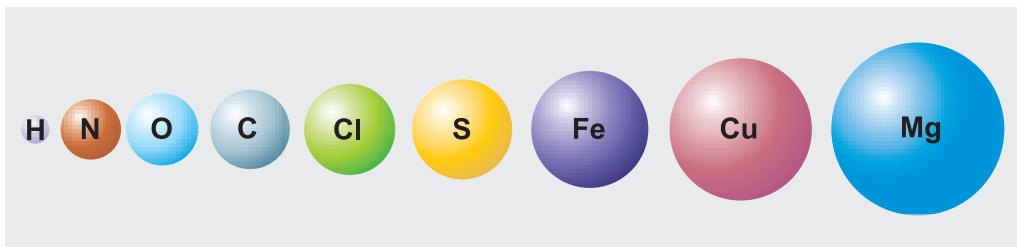


Рис. 25. Шаровые модели атомов некоторых химических элементов



Так, например, масса атома углерода равна:

$$m_a(\text{C}) = 19,94 \cdot 10^{-27} \text{ кг},$$

а атома кислорода — $m_a(\text{O}) = 26,56 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

Масса атома самого тяжелого из существующих на Земле элементов — урана U — почти в 237 раз больше массы атома водорода.

Относительная атомная масса

Пользоваться такими маленькими величинами масс атомов при расчетах неудобно. Когда в XIX в. начало формироваться атомно-молекулярное учение, еще не были известны реальные размеры и массы атомов. Поэтому на практике вместо реальных масс атомов стали применять их относительные значения. Они рассчитывались по соотношениям масс простых веществ в реакциях друг с другом. Химики предположили, что эти соотношения пропорциональны соотношениям масс соответствующих атомов. Исходя из этого, в начале XIX в. Дж. Дальтон ввел понятие **относительной атомной массы**. Она представляла собой число, показывающее, во сколько раз масса атома данного элемента больше массы самого легкого атома — водорода. В настоящее время массы атомов сравнивают с особым «эталоном» — атомной едини-

цей массы — $\frac{1}{12}$ частью массы атома углерода (рис. 27):

$$\begin{aligned} \frac{1}{12} m_a(\text{C}) &= \frac{19,94 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{12} \approx \\ &\approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}. \end{aligned}$$

Сравнивая с этой величиной массы атомов различных химических элементов, получают значения их относительных атомных масс.



Рис. 27. Схематическое изображение $\frac{1}{12}$ части атома углерода

Относительная атомная масса элемента — это физическая величина, которая показывает, во сколько раз масса атома данного химического элемента больше $\frac{1}{12}$ части массы атома углерода.

Относительная атомная масса обозначается символом A_r (A — первая буква английского слова *atomic* — атомная, r — первая буква английского слова *relative*, что значит «относительный»):

$$A_r(X) = \frac{m_a(X)}{\frac{1}{12} m_a(C)},$$

где X — символ данного элемента.

Например, относительная атомная масса водорода:

$$A_r(H) = \frac{m_a(H)}{\frac{1}{12} m_a(C)} = \frac{1,6735 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} = 1,008,$$

а кислорода:

$$A_r(O) = \frac{m_a(O)}{\frac{1}{12} m_a(C)} = \frac{26,56 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} = 16.$$

Значения относительных атомных масс всех химических элементов приведены в таблице периодической системы на форзаце 2 учебного пособия.

В расчетах при решении задач мы будем пользоваться округленными до целых значениями этих величин (см. табл. 1).

Пример. Во сколько раз атом железа тяжелее атома азота?

Решение

Относительные атомные массы указанных элементов равны:

$$A_r(\text{Fe}) = 56, \quad A_r(\text{N}) = 14;$$

$$A_r(\text{Fe}) = \frac{m_a(\text{Fe})}{\frac{1}{12} m_a(C)},$$

откуда получим $m_a(\text{Fe}) = A_r(\text{Fe}) \cdot \frac{1}{12} m_a(C);$



$$A_r(\text{N}) = \frac{m_a(\text{N})}{\frac{1}{12}m_a(\text{C})}, \text{ откуда получим}$$

$$m_a(\text{N}) = A_r(\text{N}) \cdot \frac{1}{12} m_a(\text{C}).$$

Отношение масс атомов железа и азота равно:

$$\frac{m_a(\text{Fe})}{m_a(\text{N})} = \frac{A_r(\text{Fe}) \cdot \frac{1}{12} m_a(\text{C})}{A_r(\text{N}) \cdot \frac{1}{12} m_a(\text{C})} = \frac{A_r(\text{Fe})}{A_r(\text{N})}.$$

Другими словами, отношение масс атомов этих элементов равно отношению их относительных атомных масс. Следовательно, отношение масс атомов железа и азота равно:

$$\frac{m_a(\text{Fe})}{m_a(\text{N})} = \frac{56}{14} = 4.$$

Ответ. Атом железа тяжелее атома азота в 4 раза.

Внимание! Очень часто относительную атомную массу называют просто атомной массой. Однако следует отличать относительную атомную массу — величину безразмерную (например, $A_r(\text{O}) = 16$) от массы атома — величины, выражаемой в единицах массы, например в килограммах:

$$m_a(\text{O}) = 26,56 \cdot 10^{-27} \text{ кг}.$$

Атомы разных химических элементов различаются массой и размерами.

Относительная атомная масса химического элемента является величиной безразмерной и показывает, во сколько раз масса атома данного элемента больше $\frac{1}{12}$ части массы атома углерода.

Вопросы и задания

1. В чем состоит отличие понятий «масса атома» и «относительная атомная масса»?
2. Используя данные таблицы 1 (с. 31), заполните в тетради нижеприведенную таблицу:

Название элемента	цинк			магний		
Символ элемента		P			Ag	
Относительная атомная масса			40			32

3. Пользуясь данными таблицы 1, запишите символы химических элементов в порядке возрастания их относительных атомных масс.
4. Определите, во сколько раз:
 - а) атом кислорода легче атома серы;
 - б) атом углерода легче атома серебра.
5. Рассчитайте, во сколько раз $\frac{1}{12}$ часть массы атома С меньше 1 г.
6. Масса атома серебра в 4 раза больше массы атома другого химического элемента. Определите этот элемент.
7. Рассчитайте относительные атомные массы элементов, если массы их атомов равны: а) $3,24 \cdot 10^{-25}$ кг; б) $3,95 \cdot 10^{-22}$ г. Найдите эти элементы в таблице периодической системы на форзаце 2.
8. Рассчитайте массу сахара, который нужно растворить в воде массой 120 г, для получения раствора с массовой долей сахара, равной 20 %.

§ 5. Молекулы. Простые вещества

Атомы химических элементов существуют в природе как в свободном, так и в связанном состоянии. Например, **благородные газы** — гелий He, неон Ne и другие содержатся в воздухе в виде одиночных атомов. Атомы всех остальных элементов в природе не существуют изолированно друг от друга. Они всегда стремятся соединиться, связаться с другими атомами за счет особых сил. Почему? Так они достигают более устойчивого состояния. Это одна из иллюстраций всеобщего принципа природы — стремления к максимально устойчивому состоянию.