

### Готовимся к олимпиадам

Закончите уравнение окислительно-восстановительной реакции:



Расставьте коэффициенты методом электронного баланса. Рассчитайте массу серной кислоты, которая должна вступить в реакцию с магнием, чтобы выделившийся сероводород полностью поглотился раствором гидроксида натрия массой 300 г с массовой долей NaOH, равной 27 %, с образованием соли Na<sub>2</sub>S, если потери сероводорода составляют 5 %.

## § 23. Азот — химический элемент и простое вещество

Неметалл азот **N** в периодической системе химических элементов открывает VA-группу, в которой также расположены неметаллы фосфор **P** и мышьяк **As** и металлы сурьма **Sb** и висмут **Bi**.

Свойства атомов элементов VA-группы, а также свойства их простых веществ закономерно изменяются с ростом их атомного номера: неметаллические свойства ослабевают, а металлические — усиливаются.

### Азот в природе

В природе химический элемент азот находится в виде простого вещества N<sub>2</sub> и в составе соединений. Объемная доля азота N<sub>2</sub> в воздухе составляет 78 %. Земная атмосфера служит основным источником этого важнейшего элемента. Неорганические соединения азота встречаются в небольших количествах, за исключением крупного месторождения натриевой (чилийской) селитры NaNO<sub>3</sub> в Чили. Азот входит в состав белков и других сложных органических веществ. На Земле постоянно происходят процессы превращения веществ живой и неживой природы, содержащих атомы азота — круговорот азота в природе (рис. 65). В результате этих превращений атомы азота из неорганических веществ неживой природы — солей аммония и нитратов — переходят в сложные органические вещества — белки. Превращения белков в организмах животных и растений составляют основу всех жизненных процессов.

### Строение атомов

В атоме азота 7 электронов, из них 5 располагаются на внешнем электронном слое:  ${}_7\text{N } 2e^-, 5e^-$ . Следовательно, атому азота не хватает трех электронов до завершения внешнего электронного слоя. Поэтому в своих соединениях с металлами и водородом азот обычно проявляет степень



Рис. 65. Круговорот азота в природе

окисления, равную  $-3$ , как, например, в аммиаке  $\text{NH}_3$ . В соединениях с кислородом атом азота проявляет максимальную положительную степень окисления, равную  $+5$ , как, например, в азотной кислоте  $\text{HNO}_3$ .

### Строение и физические свойства простого вещества

Простое вещество азот состоит из двухатомных молекул  $\text{N}_2$ . Атомы азота в молекуле связаны между собой тремя общими электронными парами:



При обычных условиях азот — бесцветный газ, без вкуса и запаха, не поддерживает дыхания и горения, не ядовит. Молекулы азота неполярны, поэтому азот мало растворим в воде. Животные в атмосфере чистого азота погибают из-за того, что лишаются необходимого для дыхания кислорода. С этим связано название азота, происходящее от греческого *a* — отрицательная приставка, *зое* — жизнь, т. е. непригодный для жизни.

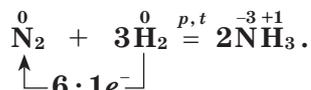


При повышении давления растворимость азота в тканях организма человека увеличивается. Это приводит к состоянию «азотного наркоза»: водолаз перестает уверенно управлять своими движениями. Поэтому при погружении на большие глубины вместо сжатого воздуха пользуются искусственной дыхательной смесью, в которой азот заменен гелием.

Химические свойства азота

Простое вещество азот  $N_2$  химически малоактивно и, как правило, вступает в химические реакции только при высоких температурах.

**Окислительные** свойства азота проявляются в реакциях с водородом и активными металлами. Так, при высокой температуре ( $t$ ) и большом давлении ( $p$ ) азот соединяется с водородом в присутствии катализатора, образуя *аммиак*:



При обычных условиях азот реагирует только с литием, образуя *нитрид лития*:

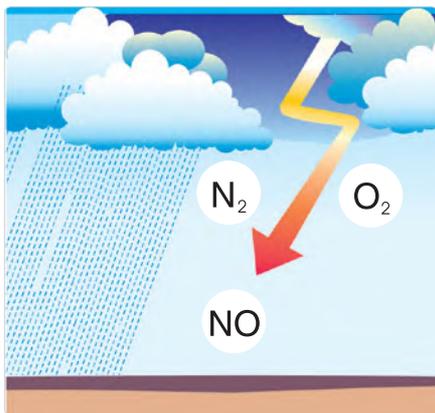
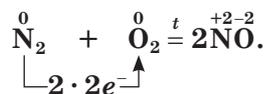


Рис. 66. Образование оксида азота(II) в природе

С другими металлами азот взаимодействует при высоких температурах.

**Восстановительные** свойства азота проявляются при его взаимодействии с кислородом. Азот реагирует с кислородом при температуре около  $3000\text{ }^\circ\text{C}$ , образуя *оксид азота(II)*:



Эта реакция может также протекать при пропускании электрического разряда через смесь газов, например при разряде молнии во время грозы (рис. 66).

Применение азота

Применение азота обусловлено присущими ему свойствами инертного газа. Он используется для продувки и очистки систем трубопроводов и пожаротушения. В атмосфере азота замедляются процессы окисления и гниения, что позволяет увеличить сроки хранения лекарственных препаратов и пищевой продукции — мясных изделий, орехов, чипсов, масла, кофе, пива и др. Поэтому азот используется при их упаковке, а также для создания определенной атмосферы в овощехранилищах.

Жидкий азот, температура которого равна  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ , применяется для глубокого охлаждения и вымораживания, в косметологии.

В химической промышленности азот применяется при производстве минеральных удобрений и для синтеза аммиака.

*Простое вещество азот состоит из двухатомных молекул  $\text{N}_2$ . Азот при комнатной температуре химически малоактивное вещество.*

*Азот проявляет восстановительные свойства в реакции с кислородом и окислительные — в реакциях с активными металлами.*



### Вопросы и задания

1. Азот по-немецки называется Stickstoff (удушающее вещество), по-английски Nitrogen (рождающий селитру). Какое из этих названий лучше отражает свойства простого вещества, а какое — химического элемента?
2. Перечислите физические свойства азота.
3. Где содержится больше молекул: в оксиде азота(II) массой 3 г или в водороде массой 4 г?
4. Из приведенных уравнений реакций выберите те, в которых азот проявляет восстановительные свойства:
  - а)  $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$ ;
  - б)  $\text{N}_2 + 3\text{Mg} = \text{Mg}_3\text{N}_2$ ;
  - в)  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$ .

Составьте для этих уравнений схемы электронного баланса.

5. Рассчитайте химическое количество, массу и объем (н. у.) азота, необходимого для получения аммиака объемом  $11,2\text{ дм}^3$  (н. у.).
6. Определите массу нитрида лития, который образуется в результате реакции лития с азотом массой 100 г.
7. В газовой и нефтехимической промышленности азот используется для создания инертной среды с целью обеспечения безопасности технологического процесса. Рассчитайте массу и химическое количество азота, который понадобится, чтобы заполнить емкость объемом  $4800\text{ м}^3$  (н. у.).
8. Пользуясь рисунком б5 и информацией из Интернета, подготовьте сообщение о круговороте азота в природе.