

# Применение кислорода в промышленности

Выполнила:  
ученица 9-а класса  
СОШ № 3  
Рябова Анастасия.



# Содержание

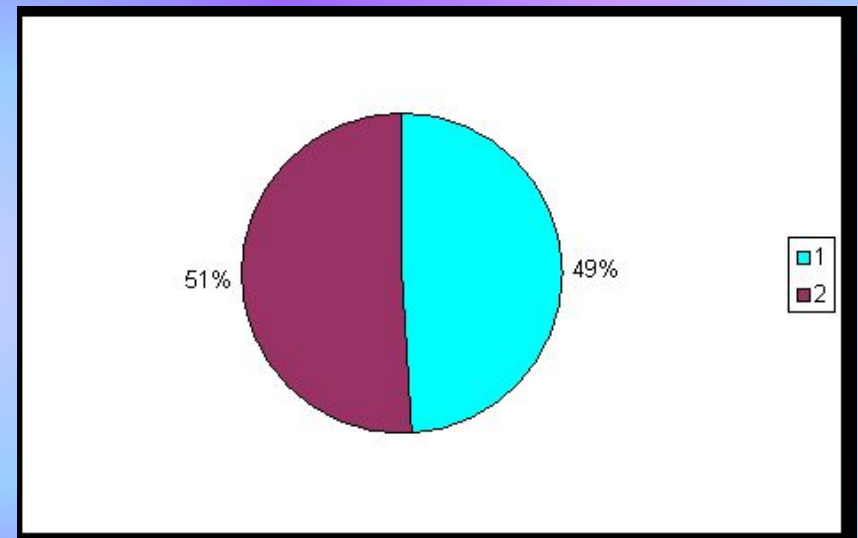
- Кислород
- История открытия
- Происхождение названия
- Нахождение в природе
- Получение
- Физические свойства
- Химические свойства
- Применение



# Кислород

- Кислород — элемент главной подгруппы шестой группы, второго периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 8. Обозначается символом O (лат. Oxxygenium). Кислород — химически активный неметалл, является самым лёгким элементом из группы халькогенов. Простое вещество кислород (CAS-номер: 7782-44-7) при нормальных условиях — газ без цвета, вкуса и запаха, молекула которого состоит из двух атомов кислорода (формула O<sub>2</sub>), в связи с чем его также называют диоксиген. Жидкий кислород имеет светло-голубой цвет.

- Существуют и другие аллотропные формы кислорода, например, озон (CAS-номер: 10028-15-6) — при нормальных условиях газ голубого цвета со специфическим запахом, молекула которого состоит из трёх атомов кислорода (формула  $O_3$ ).



# История открытия

- Официально считается, что кислород был открыт английским химиком Джозефом Пристли 1 августа 1774 года путём разложения оксида ртути в герметично закрытом сосуде (Пристли направлял на это соединение солнечные лучи с помощью мощной линзы).



 Oxygen Life-Giver



#8 Non-metal 16.00 AMU

With his luminous staff of life, Oxygen sends the gift of breath to every creature on this planet. Without Oxygen, even fire cannot start.

*Oxygen breathes life into one Halogen card in the leftover deck and brings it into your hand.*



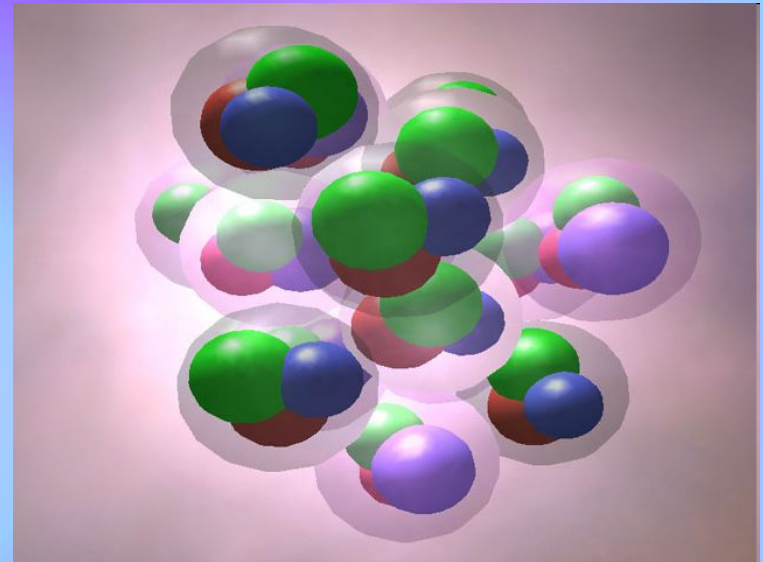
© 2008 Alchemist Empire, Inc. All Rights Reserved.

Element 

- Однако Пристли первоначально не понял, что открыл новое простое вещество, он считал, что выделил одну из составных частей воздуха (и назвал этот газ «дефлогистированным воздухом»). О своём открытии Пристли сообщил выдающемуся французскому химику Антуану Лавуазье. В 1775 году А. Лавуазье установил, что кислород является составной частью воздуха, кислот и содержится во многих веществах.

- Несколькими годами ранее (в 1771 году) кислород получил шведский химик Карл Шееле. Он прокаливал селитру с серной кислотой и затем разлагал получившийся оксид азота. Шееле назвал этот газ «огненным воздухом» и описал своё открытие в изданной в 1777 году книге (именно потому, что книга опубликована позже, чем сообщил о своём открытии Пристли, последний и считается первооткрывателем кислорода). Шееле также сообщил о своём опыте Лавуазье.

- Важным этапом, который способствовал открытию кислорода, были работы французского химика Петра Байена, который опубликовал работы по окислению ртути и последующему разложению её оксида.





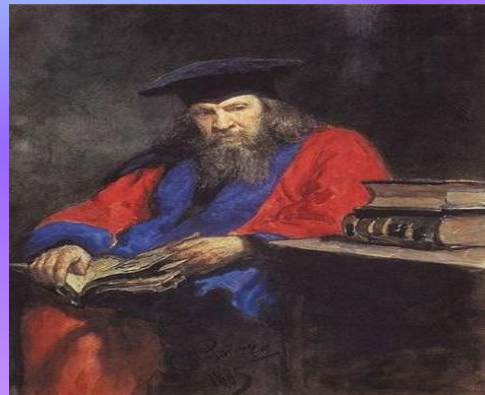
- Наконец, окончательно разобрался в природе полученного газа А. Лавуазье, воспользовавшийся информацией от Пристли и Шееле. Его работа имела громадное значение, потому что благодаря ей была ниспровергнута господствовавшая в то время и тормозившая развитие химии флогистонная теория. Лавуазье провел опыт по сжиганию различных веществ и опроверг теорию флогистона, опубликовав результаты по весу сожженных элементов. Вес золы превышал первоначальный вес элемента, что дало Лавуазье право утверждать, что при горении происходит химическая реакция (окисление) вещества, в связи с этим масса исходного вещества увеличивается, что опровергает теорию флогистона.
- Таким образом, заслугу открытия кислорода фактически делят между собой Пристли, Шееле и Лавуазье.

# Происхождение названия

- Слово кислород (именовался в начале XIX века ещё «кислотвором») своим появлением в русском языке до какой-то степени обязано М. В. Ломоносову, который ввёл в употребление, наряду с другими неологизмами, слово «кислота»; таким образом слово «кислород», в свою очередь, явилось калькой термина «оксиген» (фр. l'oxygène), предложенного А. Лавуазье (греческое ὀξύγενναω от ὀξύς — «кислый» и γενναω — «рождаю»), который переводится как «порождающий кислоту», что связано с первоначальным значением его — «кислота», ранее подразумевавшим окислы, именуемые по современной международной номенклатуре оксидами.

# Нахождение в природе

- Кислород — самый распространенный на Земле элемент, на его долю (в составе различных соединений, главным образом силикатов), приходится около 47,4 % массы твердой земной коры. Морские и пресные воды содержат огромное количество связанного кислорода — 88,8 % (по массе), в атмосфере содержание свободного кислорода составляет 20,95 % по объёму и 23,12 % по массе. Более 1500 соединений земной коры в своем составе содержат кислород.
- Кислород входит в состав многих органических веществ и присутствует во всех живых клетках. По числу атомов в живых клетках он составляет около 25 %, по массовой доле — около 65 %.



# Получение

- В настоящее время в промышленности кислород получают из воздуха. В лабораториях пользуются кислородом промышленного производства, поставляемым в стальных баллонах под давлением около 15 МПа. Важнейшим лабораторным способом его получения служит электролиз водных растворов щелочей. Небольшие количества кислорода можно также получать взаимодействием раствора перманганата калия с подкисленным раствором пероксида водорода. Также хорошо известны и успешно применяются в промышленности кислородные установки, работающие на основе мембранной и азотной технологий. При нагревании перманганат калия  $\text{KMnO}_4$  разлагается до манганата калия  $\text{K}_2\text{MnO}_4$  и диоксида марганца  $\text{MnO}_2$  с одновременным выделением газообразного кислорода  $\text{O}_2$ :
- $2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2\uparrow$

- В лабораторных условиях получают также каталитическим разложением пероксида водорода  $\text{H}_2\text{O}_2$ :
- $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$
- Катализатором является диоксид марганца ( $\text{MnO}_2$ ) или кусочек сырых овощей (в них содержатся ферменты, ускоряющие разложение пероксида водорода).
- Кислород можно также получить каталитическим разложением хлората калия (бертолетовой соли)  $\text{KClO}_3$ :
- $2\text{KClO}_3 \rightarrow 2\text{KCl} + 3\text{O}_2\uparrow$
- Помимо изложенного лабораторного метода кислород получают методом разделения воздуха на воздухоразделительных установках с чистотой до 99,9999% по  $\text{O}_2$ .

# Физические свойства

- При нормальных условиях кислород это газ без цвета, вкуса и запаха. 1 л его весит 1,429 г. Немного тяжелее воздуха. Слабо растворяется в воде (4,9 мл/100г при 0 °С, 2,09 мл/100г при 50 °С) и спирте (2,78 мл/100г при 25 °С). Хорошо растворяется в расплавленном серебре (22 объёма O<sub>2</sub> в 1 объёме Ag при 961 °С). Является парамагнетиком.
- При нагревании газообразного кислорода происходит его обратимая диссоциация на атомы: при 2000 °С — 0,03 %, при 2600 °С — 1 %, 4000 °С — 59 %, 6000 °С — 99,5 %.
- Жидкий кислород (температура кипения –182,98 °С) это бледно-голубая жидкость.
- Фазовая диаграмма O<sub>2</sub>
- Твердый кислород (температура плавления –218,79 °С) — синие кристаллы. Известны шесть кристаллических фаз, из которых три существуют при давлении в 1 атм.:

- $\alpha$ -O<sub>2</sub> — существует при температуре ниже 23,65 К; ярко-синие кристаллы относятся к моноклинной сингонии, параметры ячейки  $a=5,403 \text{ \AA}$ ,  $b=3,429 \text{ \AA}$ ,  $c=5,086 \text{ \AA}$ ;  $\beta=132,53^\circ$
- $\beta$ -O<sub>2</sub> — существует в интервале температур от 23,65 до 43,65 К; бледно-синие кристаллы (при повышении давления цвет переходит в розовый) имеют ромбоэдрическую решётку, параметры ячейки  $a=4,21 \text{ \AA}$ ,  $\alpha=46,25^\circ$
- $\gamma$ -O<sub>2</sub> — существует при температурах от 43,65 до 54,21 К; бледно-синие кристаллы имеют кубическую симметрию, период решётки  $a=6,83 \text{ \AA}$

- Ещё три фазы образуются при высоких давлениях:
- $\delta$ -O<sub>2</sub> интервал температур до 300 К и давление 6-10 ГПа, оранжевые кристаллы;
- $\varepsilon$ -O<sub>2</sub> давление от 10 и до 96 ГПа, цвет кристаллов от темно красного до чёрного, моноклинная сингония;
- $\zeta$ -O<sub>2</sub> давление более 96 ГПа, металлическое состояние с характерным металлическим блеском, при низких температурах переходит в сверхпроводящее состояние.



# Химические свойства

- Сильный окислитель, взаимодействует, практически, со всеми элементами, образуя оксиды. Степень окисления  $-2$ . Как правило, реакция окисления протекает с выделением тепла и ускоряется при повышении температуры. Пример реакций, протекающих при комнатной температуре:
- $4K + O_2 \rightarrow 2K_2O$
- $2Sr + O_2 \rightarrow 2SrO$
- Окисляет соединения, которые содержат элементы с не максимальной степенью окисления:
- $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

- Окисляет большинство органических соединений:
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
- При определенных условиях можно провести мягкое окисление органического соединения:
- $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$

- Кислород не окисляет Au и Pt, галогены и инертные газы.
- Кислород образует пероксиды со степенью окисления  $-1$ .
- Например, пероксиды получают при сгорании щелочных металлов в кислороде:
  - $2\text{Na} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O}_2$
  - Некоторые окислы поглощают кислород:
    - $2\text{BaO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{BaO}_2$

- По теории горения, разработанной А. Н. Бахом и К. О. Энглером, окисление происходит в две стадии с образованием промежуточного пероксидного соединения. Это промежуточное соединение можно выделить, например, при охлаждении пламени горящего водорода льдом, наряду с водой, образуется перекись водорода:
- $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}_2$
- Надпероксиды имеют степень окисления  $-1/2$ , то есть один электрон на два атома кислорода (ион  $\text{O}_2^-$ ). Получают взаимодействием пероксидов с кислородом при повышенных давлениях и температуре:
- $\text{Na}_2\text{O}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NaO}_2$
- Озоныды содержат ион  $\text{O}_3^-$  со степенью окисления  $-1/3$ . Получают действием озона на гидроксиды щелочных металлов:
- $\text{KOH(тв.)} + \text{O}_3 \rightarrow \text{KO}_3 + \text{KOH} + \text{O}_2$
- Ион диоксигенил  $\text{O}_2^+$  имеет степень окисления  $+1/2$ . Получают по реакции:
- $\text{PtF}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2\text{PtF}_6$

- Фториды кислорода
- Дифторид кислорода,  $\text{OF}_2$  степень окисления +2, получают пропусканием фтора через раствор щелочи:
- $$2\text{F}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{OF}_2 + 2\text{NaF} + \text{H}_2\text{O}$$
- Монофторид кислорода (Диоксидифторид),  $\text{O}_2\text{F}_2$ , нестабилен, степень окисления +1. Получают из смеси фтора с кислородом в тлеющем разряде при температуре  $-196^\circ\text{C}$ .
- Пропуская тлеющий разряд через смесь фтора с кислородом при определенных давлении и температуре получают смеси высших фторидов кислорода  $\text{O}_3\text{F}_2$ ,  $\text{O}_4\text{F}_2$ ,  $\text{O}_5\text{F}_2$  и  $\text{O}_6\text{F}_2$ .
- Кислород поддерживает процессы дыхания, горения, гниения.
- В свободном виде элемент существует в двух аллотропных модификациях:  $\text{O}_2$  и  $\text{O}_3$  (озон).

# Применение

- Химия, нефтехимия :

Создание инертной среды в емкостях, азотное пожаротушение, продувка и испытание трубопроводов, регенерация катализаторов, упаковка продукции в азотной среде, интенсификация окислительных процессов, выделение метана, водорода, углекислого газа.



- Нефть и Газ :

Создание инертной среды в резервуарах, во время разгрузочно-погрузочных работ, азотное пожаротушение, продувка и испытание трубопроводов, очистка технологических емкостей.



- **Металлургия :**

Защита черных и цветных металлов во время отжига, нейтральная закалка, цианирование, пайка твердым припоем, спекание порошковым металлом.





- Фармацевтика :

Транспортировка продуктов азотом, создание инертной среды в резервуарах с продуктом, упаковка препаратов.



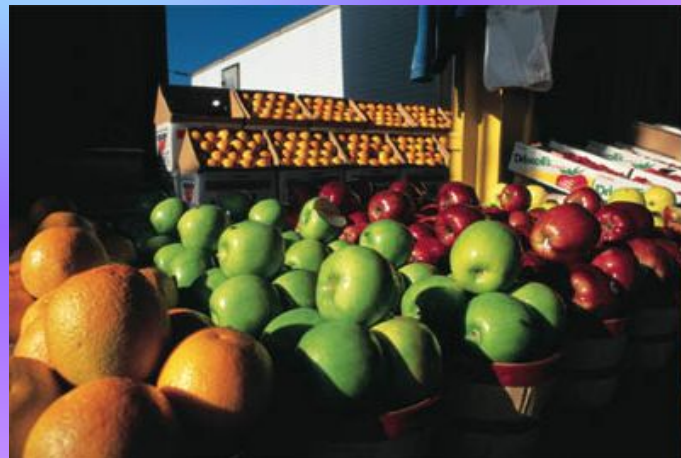
- Медицина

Получение кислорода для  
медицинских применений.

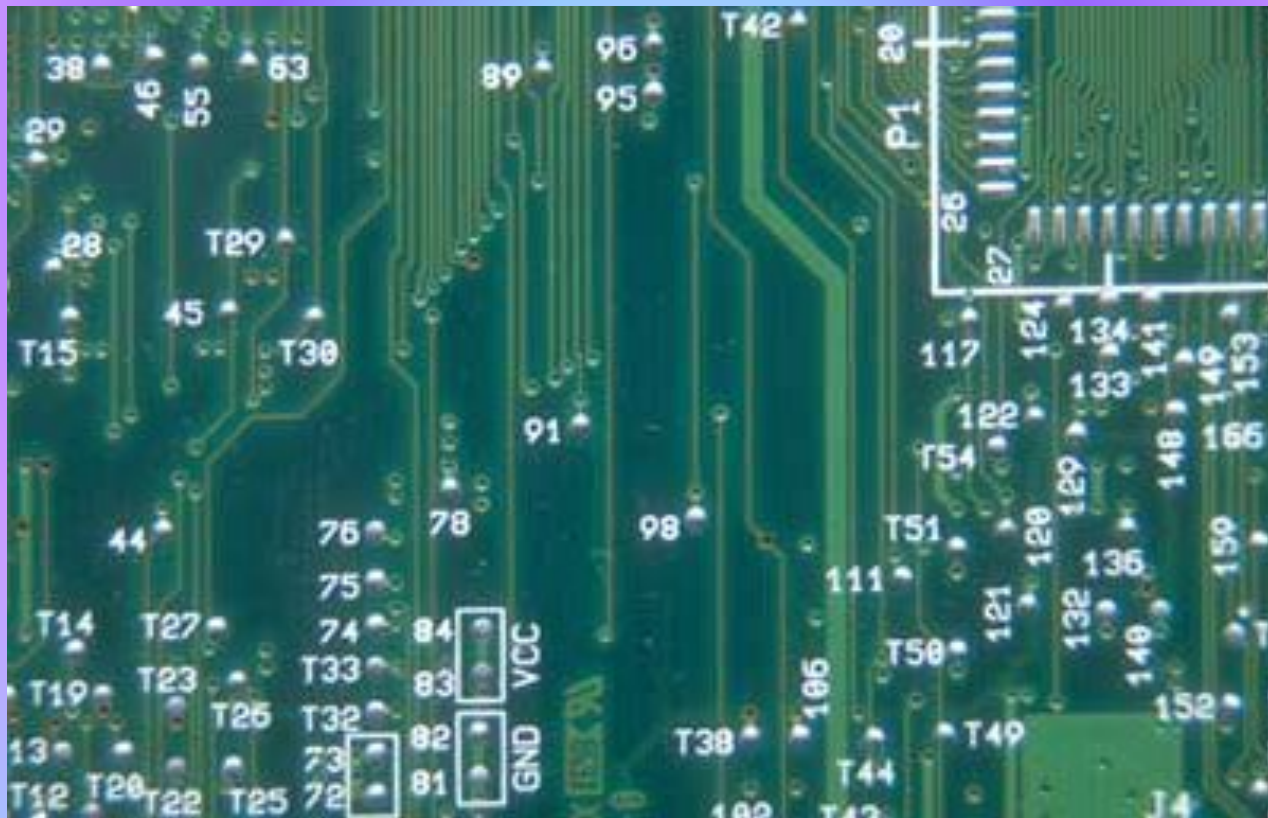


- Пищевая промышленность:

Хранение, перевалка и упаковка пищевой продукции — орехов, чипсов, масла, кофе, пива и др. в условиях инертной среды, создание модифицированной атмосферы в овощехранилищах, повышение эффективности разведения рыб.



- Электронная промышленность :  
Создание инертной среды с целью предотвращения окисления элементов электросхем.



- Другое :

Получение азота для создания инертной среды в технологических объемах, продувки трубопроводов, азотного пожаротушения. Получение кислорода для резки и сварки.



- Спасибо за просмотр!!!

