



УЧЕБНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Наименование:

Кислород, азот, водород и инертные газы.

Раздел 3.

***Курс:* Безопасная эксплуатация объектов
газопотребления на «БМЗ»**

Код: УЭ 840-УЦ-024-2013



Раздел 1 КИСЛОРОД

Общие сведения

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 либо **23,12%** по массе.

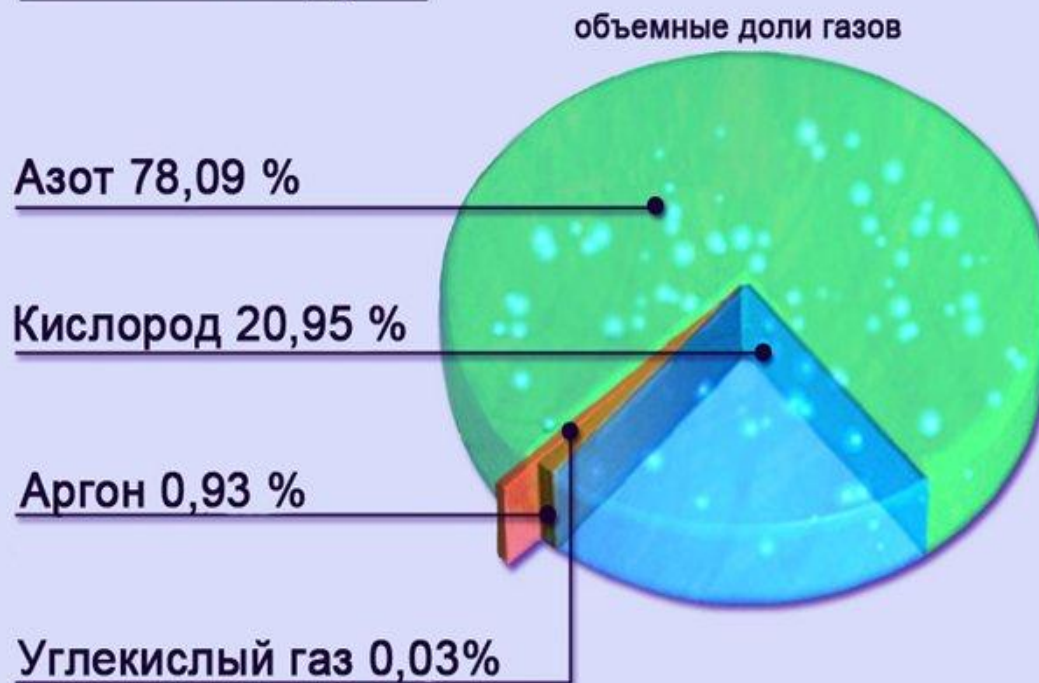


Элемент кислород входит в состав более 1500 соединений земной коры.

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%.

Состав воздуха





Физические свойства

При нормальных условиях кислород это газ без цвета, вкуса и запаха. 1л 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.

Жидкий кислород (температура кипения -182,98 °С) это бледно-голубая жидкость.

Твердый кислород (температура плавления -218,79 °С) — синие кристаллы.



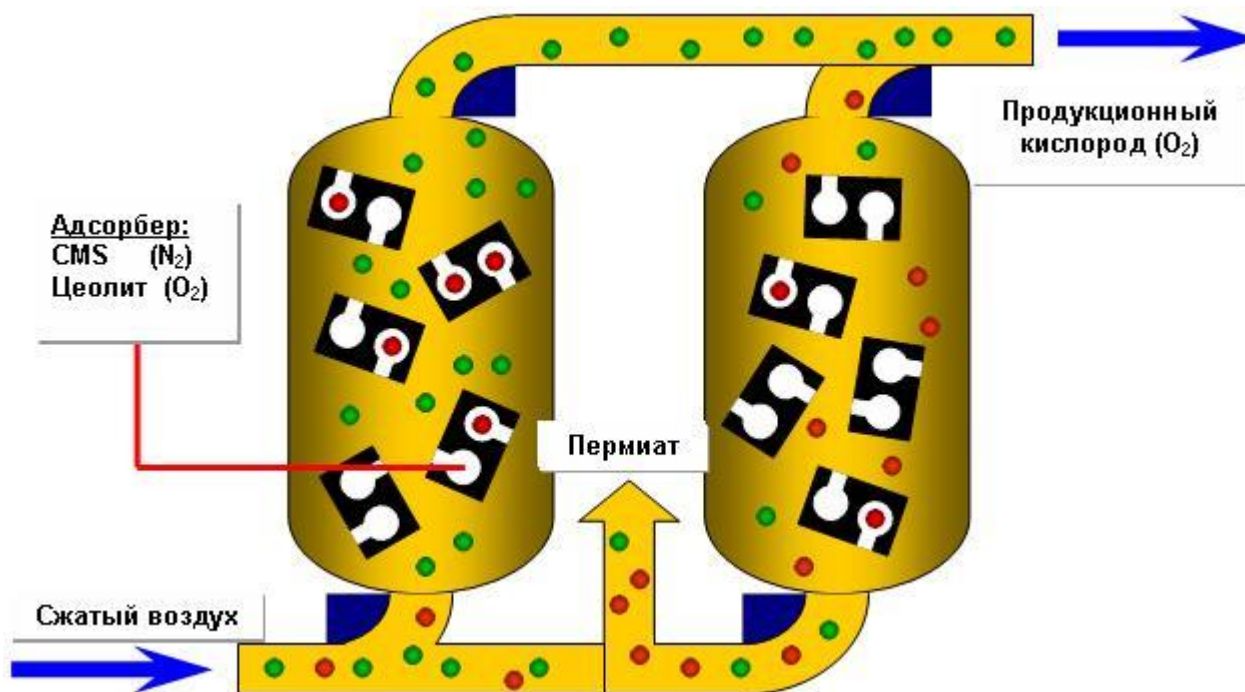
Химические свойства

Сильный окислитель, взаимодействует, практически, со всеми элементами, образуя оксиды. Как правило, реакция окисления протекает с выделением тепла и ускоряется при повышении температуры. Окисляет большинство органических соединений. Кислород не окисляет Au (золото) и Pt (платину), галогены и инертные газы.



Получение

В настоящее время кислород в промышленности получают за счет разделения воздуха при низких температурах, методом криогенной ректификации. Сначала воздух сжимают компрессором, при этом воздух нагревается.





Сжатому воздуху дают охладиться, а затем обеспечивают его расширение при помощи дроселирования или расширения в детандере. При расширении температура газа резко понижается.



Охлажденный воздух, температура которого на несколько десятков градусов ниже температуры окружающей среды, вновь подвергают сжатию до 10—15 МПа. Затем снова отбирают выделившуюся теплоту.



Через несколько циклов «сжатие—расширение» температура падает ниже температуры кипения и кислорода, и азота. Образуется жидкий воздух, который затем подвергают перегонке (дистилляции).



Детандер (от французского détente — ослаблять) машина для охлаждения газа путём его расширения с отдачей внешней работы.



Дроселирование газа - понижение давления в потоке газа при прохождении его через дроссель - местное гидродинамическое сопротивление (диафрагма, клапан, кран, вентиль и др.),

сопровождающееся изменением температуры; наблюдается в условиях, когда поток не совершает внешней полезной работы и отсутствует теплообмен с окружающей средой.



Температура кипения кислорода (-182,9°C) более чем на 10 градусов выше, чем температура кипения азота (-195,8°C). Поэтому при постепенном нагреве из жидкости азот испаряется первым, а в остатке накапливается кислород. За счет медленной (фракционной) дистилляции удастся получить чистый кислород, в котором содержание примеси азота составляет менее 0,1 объемного процента.

Еще более чистый кислород можно получить при электролизе водных растворов щелочей (NaOH или KOH) или солей кислородсодержащих кислот (обычно используют раствор сульфата натрия Na_2SO_4).

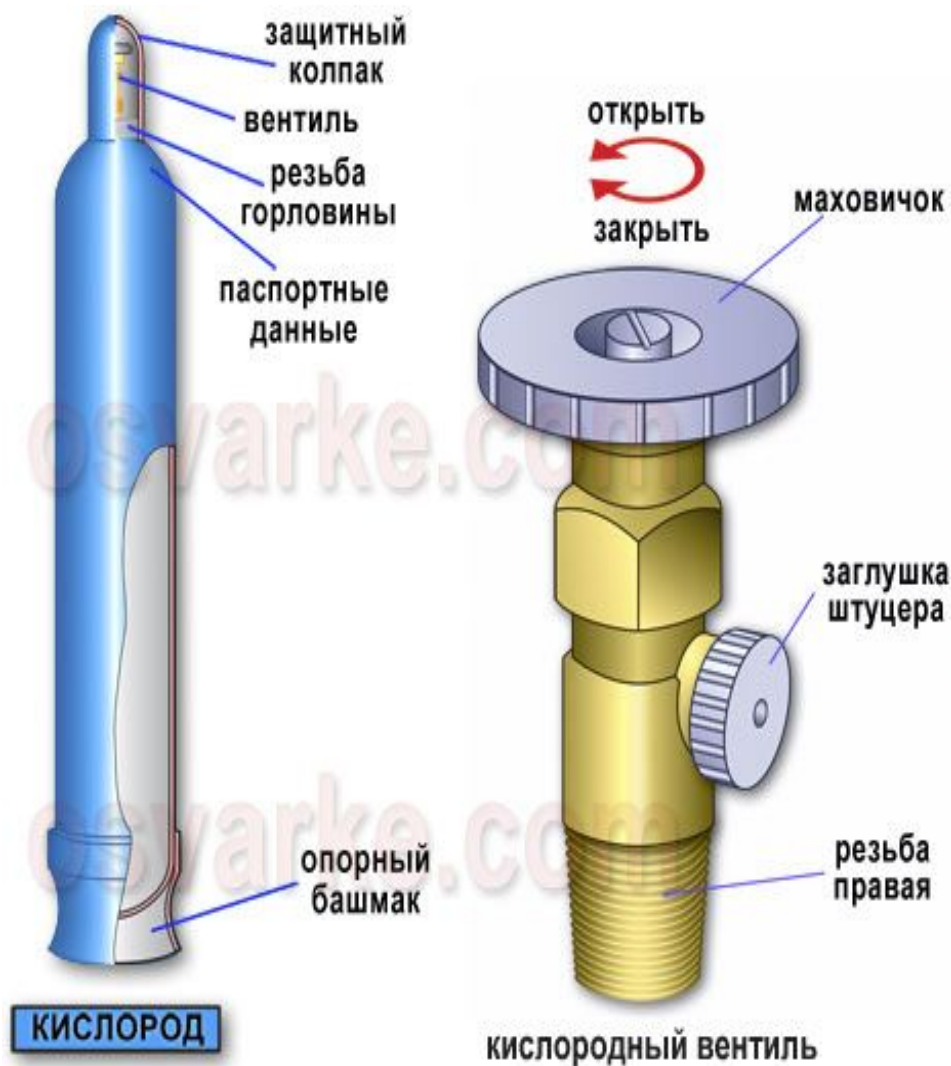






Кислород газообразный технический, согласно ГОСТа, выпускается двух сортов: первого и второго. Баллон с кислородом окрашен в голубой цвет, с надписью **«Кислород»** **черного** **цвета**.

Номинальное давление газообразного кислорода в баллоне и автореципиенте при 20°C составляет **150 кгс/см² (14,7 МПа)** или **200 кгс/см² (19,6 МПа)**.





Автореципиенты - это газовые баллоны высокого давления, установленные на подвижной платформе для транспортировки.

Автореципиенты предназначены для хранения, транспортировки газообразного кислорода и выдачи его потребителю через редуктор при давлении от 0,3 до 1,6 МПа или без редуцирования.





Опасные факторы и меры безопасности

Кислород не токсичен, сам по себе не взрывоопасен и не горюч, однако является сильным окислителем и активно поддерживает горение различных материалов, в особенности органических и других горючих веществ; поэтому для работы в соприкосновении с кислородом должны применяться только разрешенные для этого материалы.





При контакте сжатого кислорода под давлением более 30 кгс/см² с жирами и маслами происходит их мгновенное окисление, сопровождающееся выделением теплоты, что может привести к их воспламенению, а при определенных условиях – к взрыву.



В связи с этим при работе с кислородом необходимо следить, чтобы баллоны, оборудование и одежда персонала не имели следов жиров и масел.



Такие вещества как дерево, уголь, бумага, асфальт и др., пропитанные жидким кислородом, способны детонировать.

Во избежание пожаров содержание кислорода в воздухе рабочих помещений не должно быть больше **23%** по объему.



Помещения, в которых возможно превышение объемной доли кислорода, должны оснащаться вытяжной вентиляцией и средствами контроля воздуха. В таких помещениях необходимо ограничивать пребывание людей и исключать присутствие легковоспламеняющихся веществ.

После нахождения в среде с повышенным содержанием кислорода запрещается приближаться к огню, курить, необходимо проветрить одежду в течение 30 минут.





Жидкий кислород поражает слизистую оболочку глаз, а при попадании на кожу вызывает обморожение ткани. Отбор проб сжиженного газа должен производиться в защитных очках и рукавицах.

Баллоны и трубопроводы, предназначенные для транспортирования кислорода, нельзя использовать для хранения и транспортирования других газов.





Необходимо применять меры для предотвращения загрязнения баллонов маслом, их соударений, падений, а также нужно предохранять их от нагревания источниками тепла и атмосферных осадков.





Работа с кислородом сопряжена со следующими опасностями

Возгорание оборудования, трубопроводной арматуры, работающих с воздухом с повышенным содержанием кислорода или чистым кислородом.

Возгорание одежды и волосяных покровов обслуживающего персонала, находящихся в среде кислорода газообразного или воздуха с повышенным содержанием кислорода.

Взрыв углеводородов и других взрывоопасных примесей при превышении их содержания в жидком кислороде или жидким обогащенным кислородом в воздухе сверх допустимого.



Взрыв при пропитке жидким кислородом пористых органических материалов (асфальт, пенопласт, дерево) при этом образуется взрывчатое вещество - оксиликвиты, превосходящие по чувствительности и мощности обычно применяемые взрывчатые вещества.

Смазочные вещества и жировые загрязнения поверхностей, контактирующих с кислородом, являются причиной загорания или, при определенной толщине слоя, причиной детонационного взрыва.



Скорости горения материалов в кислороде в десятки раз выше, чем на воздухе. Особую опасность представляет загорание одежды персонала, находящегося в атмосфере с повышенным содержанием кислорода.

Скорость горения большинства тканей такова, что пострадавший не успевает сорвать с себя горящую одежду.



Конструкционные и уплотнительные неметаллические материалы (фибра, капрон, поликарбонат, резина на основе натуральных каучуков и др.) могут легко воспламеняться в кислороде высокого давления при появлении источника загорания (искра, ударная волна и т.п.). материала.



Загорание неметаллического материала может привести к поджиганию контактирующего с ним материала.



Из металлов интенсивно горят в кислороде титан, алюминий и его сплавы, углеродистые и нержавеющие стали. Медь и ее сплавы не горят в кислороде, но при воздействии источников большой энергии (при горении неметаллического материала)

возможно оплавление медных и латунных деталей.

Кислород тяжелее воздуха. При утечках газообразного кислорода из-за неплотностей соединений оборудования и трубопроводов он может накапливаться в низких местах, траншеях и т.д.





Меры безопасности при обращении с кислородом

Запрещено курить и пользоваться открытым огнем во время работы с кислородом. Лица не должны заходить в зоны с повышенной концентрацией кислорода в воздухе.



После работы в помещении с повышенной концентрацией кислорода в воздухе необходимо хорошо проветрить одежду.



Инструмент и одежда должны быть свободными от масла и жира. Ни один узел, применяемый с кислородом, не должен соприкасаться с маслом или жиром.

При работе с жидким кислородом необходимо употреблять надлежащие перчатки, защитные очки, защитную обувь и защитные средства для тела.



грузить баллоны с кислородом в кузов со следами масла, ГСМ, грязи, мусора



работать в промасленной спецодежде, рукавицах со следами масла, жира



Кислород применять только в узлах и местах, предназначенных для кислорода. Очень опасно использовать кислород взамен азота, инертного газа или воздуха в следующих или подобных случаях:

- запуск двигателей внутреннего сгорания;
- работа пневмоинструмента;
- накачивание сосудов;
- окраска краскопультom;
- накачивание шин;
- промывка трубопроводов и емкостей для обслуживания;
- обогащение дыхательного воздуха при пониженной концентрации кислорода.





Применение

Широкое промышленное применение кислорода началось в середине XX века, после изобретения турбодетандеров — устройств для сжижения воздуха и его разделения.

В нефтедобыче

Закачка в пласт для
повышения энергии
вытеснения.

В горнодобывающей промышленности и металлургии

При конвертерном
производстве стали,





кислородном дутье в доменных печах, извлечении золота из руд, производстве ферросплавов, выплавке никеля, цинка, свинца, циркония и других цветных металлов.



Прямое
восстановление
железа.

Огневая зачистка
слябов в литейном
производстве.

Огневое бурение
твердых пород.



В машиностроении и строительстве

Для напыления и наплавки металлов.

Для кислородно-ацетиленовой газосварки и газорезки металлов.

Для плазменного высокоточного раскроя металлов.

Сварка и резка металлов

Кислород в баллонах широко используется для газопламенной резки и сварки металлов.





В медицине

Кислород применяется в лечебной практике для обогащения дыхательных газовых смесей при легочных, сердечных и других заболеваниях, когда затруднено дыхание.





Подкожное введение кислорода является эффективным средством лечения таких тяжелых заболеваний, как гангрена, тромбофлебит, слоновость, трофические язвы.

Изготовление кислородных коктейлей.

В оксигенаторах.

Заправка оксигенаторов, кислородных масок, подушек и т.д.

В палатах со специальным микроклиматом.



FREETORG
www.freetorg.com

При выращивании микроорганизмов на парафинах нефти.



В экологии

Очистка (озонирование) питьевой воды.

Вторичная переработка металлов (газорезка).

Продувка сточных вод кислородом.

Обезвреживание (окисление) химически активных отходов в очистных установках.

В мусоросжигательных печах с кислородным дутьем.

В химической промышленности

Изготовление взрывчатых веществ — оксиликвитов (пропитка жидким кислородом). Производство ацетилена, целлюлозы, метилового спирта, аммиака, азотной и серной кислоты.





Каталитическая конверсия природного газа (при производстве синтетического аммиака).

Высокотемпературная конверсия метана (природного газа).

В военной технике

В барокамерах.

Для работы
дизельных двигателей
под водой.



В качестве окислителя для ракетного топлива применяется жидкий кислород, пероксид водорода, азотная кислота и другие богатые кислородом соединения. Смесь жидкого кислорода и жидкого озона — один из самых мощных окислителей ракетного топлива.



В сельском хозяйстве

Изготовление кислородных коктейлей для прибавки животных в весе.

Обогащение кислородом водной среды в рыболовстве.

В пищевой промышленности

В пищевой промышленности кислород зарегистрирован в качестве пищевой добавки E948, как пропеллент и упаковочный газ.

В энергетике

Газификация твердого топлива.

Обогащение воздуха для бытовых и промышленных котлов.

Для сжатия водно-угольной смеси.





Хранение и перевозка кислорода



цистерна типа
ЦТК 1,6/0,25
для хранения,
транспортирования
жидких азота,
кислорода, аргона



криогенный газификатор
типа ГХ-0,75/1,2-0,05 для
хранения, транспортирова-
ния и газификации жидких
кислорода, азота, аргона



Кислород
газообразный
хранится и
транспортируется в
баллонах синего
цвета с надписью
"КИСЛОРОД".

Кислород жидкий
хранится и
транспортируется в
специальных
криогенных емкостях.



Кислород относится к классу особо опасных грузов. Поэтому транспорт используемый для перевозки кислорода должен быть оборудован в соответствии с правилами перевозки опасных грузов.



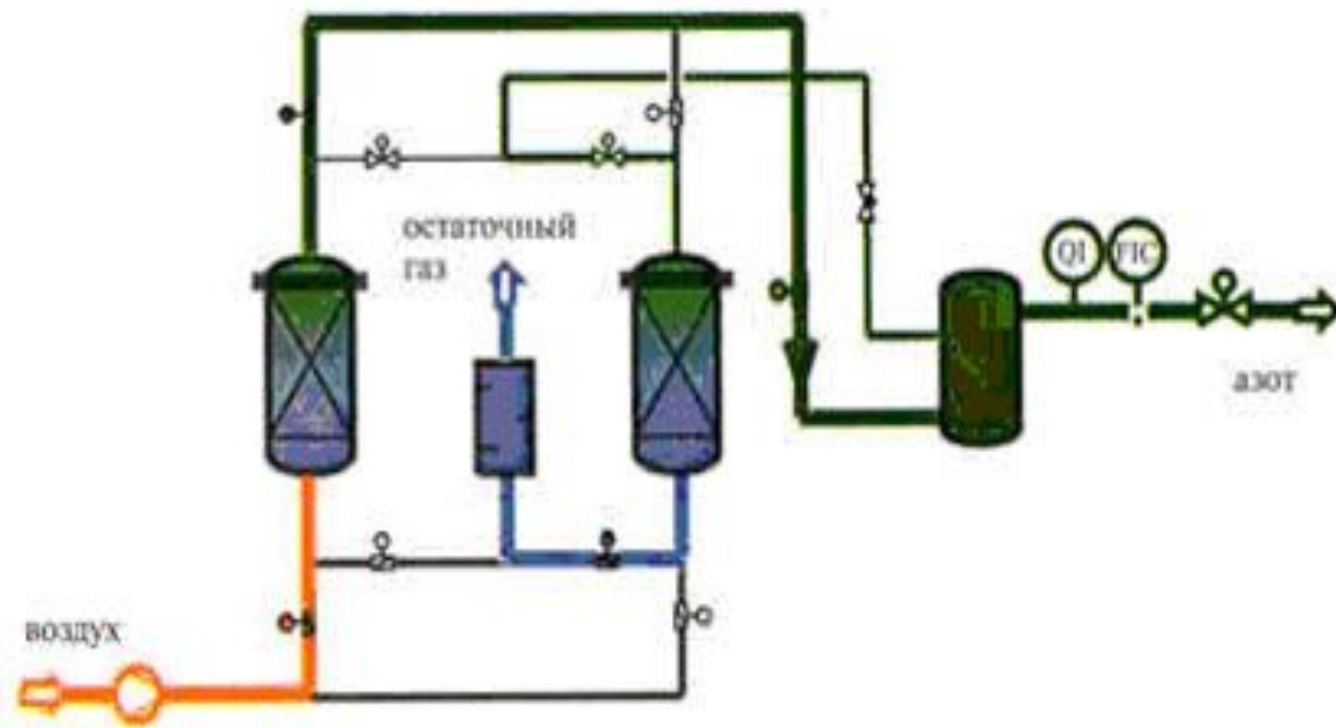


Раздел 2 АЗОТ

- Азот (N) – при обычных условиях бесцветный газ, не имеющий запаха. Основная составляющая атмосферного воздуха (78,2% по объёму), открыт во второй половине XVIII в., по предложению Лавуазье назван азотом (а – не, зоос – жизнь).
- Для технических целей азот получают сжижением и фракционированной перегонкой жидкого воздуха, которая основана на разнице температур кипения кислорода ($-182,972^{\circ}\text{C}$) и азота ($-195,812^{\circ}\text{C}$). При перегонке из жидкого воздуха преимущественно испаряется азот, а оставшийся воздух становится всё более насыщенным кислородом.



Установка для производства азота





■ Физические свойства

При нормальных условиях азот это бесцветный газ, не имеет запаха, мало растворим в воде (2,3 мл/100г при 0 °С, 0,8 мл/100г при 80 °С).

В жидком состоянии (температура кипения **-195,8 °С**) – бесцветная, подвижная, как вода, жидкость. При контакте с воздухом поглощает из него кислород.

При -209,86 °С азот переходит в твердое состояние в виде снегоподобной массы или больших белоснежных кристаллов. При контакте с воздухом поглощает из него кислород, при этом плавится, образуя раствор кислорода в азоте.

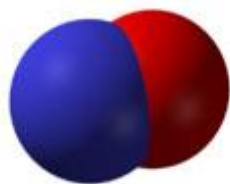
Газообразный азот пожаро- и взрывобезопасен, препятствует окислению, гниению.



■ Химические свойства

В нормальных условиях азот очень инертен, так как состоит из двухатомных молекул N_2 , между атомами которых существует тройная электронная связь. Тройная связь обеспечивает большую устойчивость молекулы азота.

Даже при нагревании газа до $2700 - 3000^\circ\text{C}$ диссоциация молекул весьма незначительна. А вот атомарный азот химически очень активен. Так при комнатной температуре он взаимодействует со ртутью, а также с серой и фосфором.



Оксид азота, NO

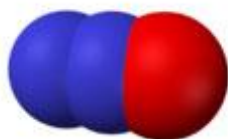
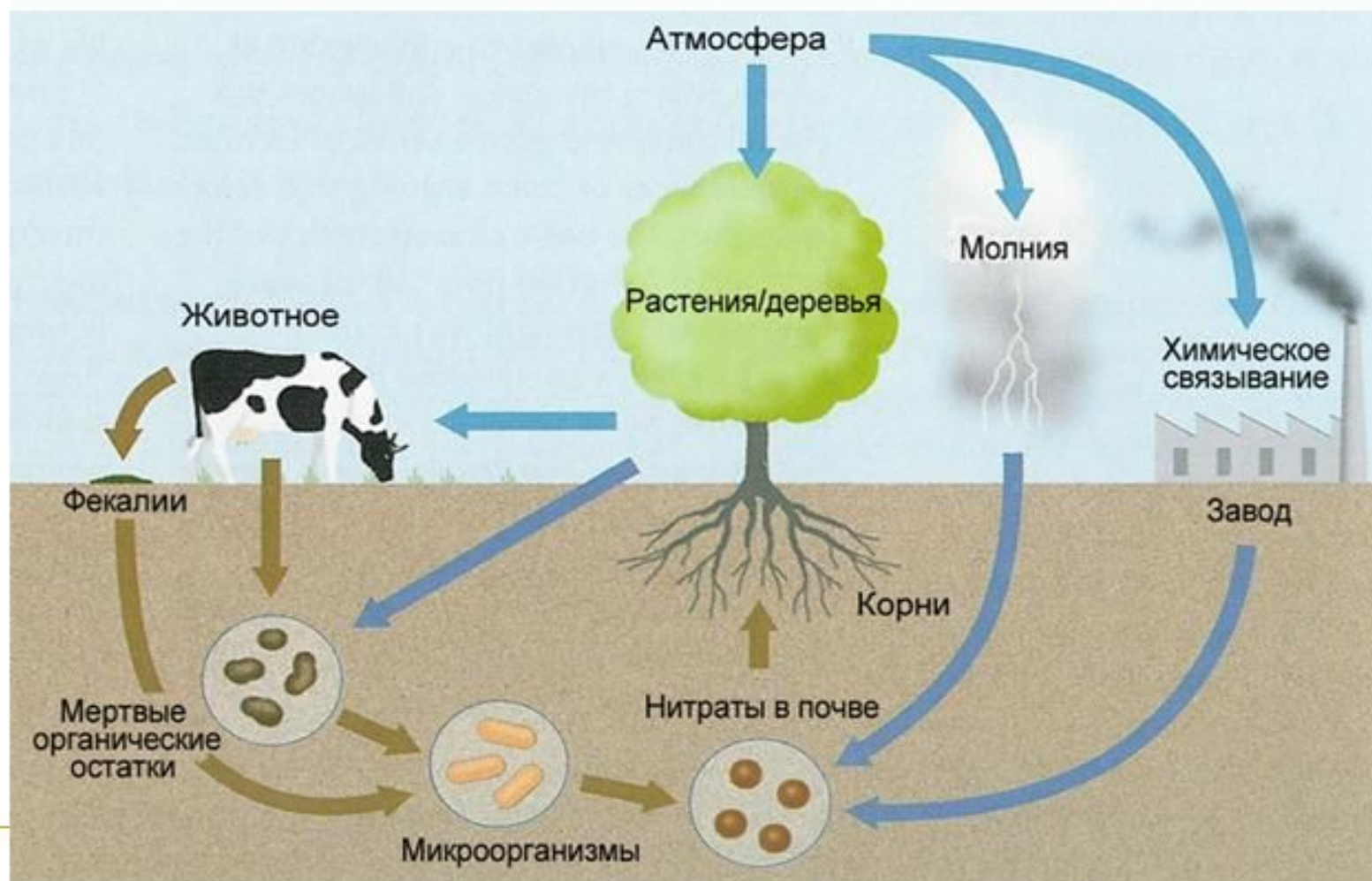
Оксид азота, NO₂Оксид азота, N₂OОксид азота, N₂O₃Оксид азота, N₂O₄Азотный
ангидрид, N₂O₅

Схема круговорота азота в природе





Применение

В настоящее время азот находит широкое применение. Благодаря низкой температуре кипения (- 196 °C) жидкий азот применяется как хладагент. Промышленные применения газообразного азота обусловлены его инертными свойствами.



Если в процессе, традиционно проходящем с использованием воздуха, окисление или гниение являются негативными факторами — азот может успешно заместить воздух.



В горнодобывающей промышленности

В горнодобывающем деле азот может использоваться для создания в шахтах взрывобезопасной среды, для распиравания пластов породы.

В металлургии

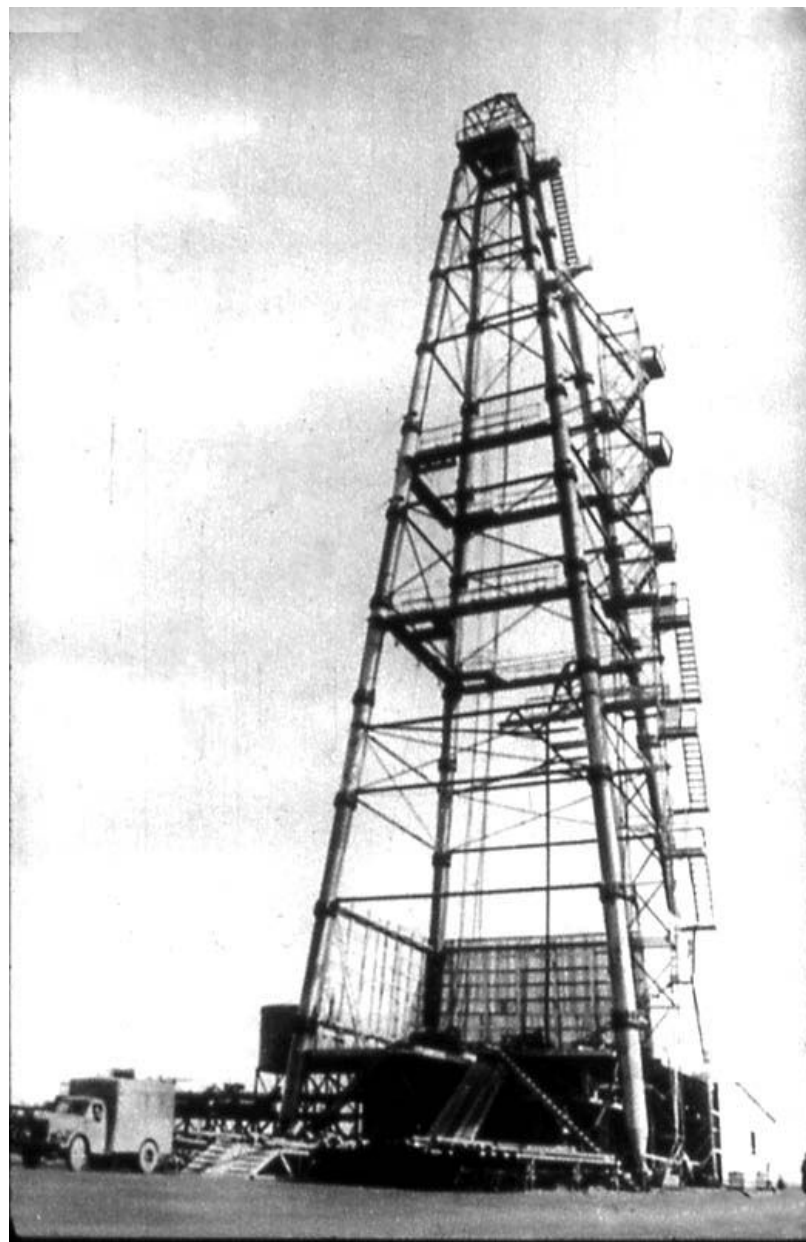
В металлургии при криообжиге и криозакаливании металлов, для вакуумной дегазации расплавов, в качестве инертной среды для непрерывной разливки стали, для травления холодом.





В нефтедобыче

В нефтедобыче как безопасный рабочий агент при газлифтном способе добычи нефти и при запуске скважин (заменитель сжатого воздуха), при авариях на нефтепроводах (замораживание порыва), для тушения пожаров на нефтяных и газовых скважинах, создание криоледяных платформ в открытом море или на слабых грунтах для ведения бурения.





В химической и нефтехимической промышленности

В химической и нефтехимической промышленности как инертная среда в химических процессах, для криогенного разделения продуктов химических реакций, в криохимии для получения полимеров высокого качества – при производстве этилена, полиэтилена, пропилена,

полиформальдегида и т.

д., для очистки взрывчатых смесей,

регенеративных катализаторов, для

хранения и перевозки легковоспламеняющихся жидкостей.





Важной областью применения азота является его использование для дальнейшего синтеза самых разнообразных соединений, содержащих азот, таких, как аммиак, азотные удобрения, взрывчатые вещества, красители и т. п.

В сельском хозяйстве

В сельском хозяйстве как инертная среда для хранения пищевых продуктов, для хранения спермы племенных животных, заморозка продуктов в полевых условиях.





В пищевой промышленности

В пищевой промышленности азот зарегистрирован в качестве пищевой добавки E941, как газовая среда для упаковки и хранения, хладагент, а жидкий азот применяется при розливе масел и негазированных напитков для создания избыточного давления и инертной среды в мягкой таре.

В производстве электроники

В производстве электроники азот применяется для продувки областей, не допускающих наличия окисляющего кислорода.





В машиностроении и строительстве

В машиностроении и строительстве - упрочнение стальных деталей и инструментов методом низкотемпературной закалки, запрессовка и выпрессовка сопрягаемых деталей холодом, замораживание грунтов при строительстве метро и трубопроводов,



вымораживание и снятие плиток, глубокое охлаждение минерального сырья для его последующего тонкого размола (например при производстве цемента высшего качества), при изготовлении туфового покрытия.



В пожаротушении

В пожаротушении. Литр жидкого азота, испаряясь и нагреваясь до 20 °С, образует примерно 700 литров газа. На этом факте основан принцип тушения пожаров жидким азотом.

Испаряясь, азот вытесняет кислород, необходимый для горения, и пожар прекращается. Так как азот, в отличие от воды, пены или порошка, просто испаряется и выветривается, азотное пожаротушение — самый эффективный с точки зрения сохранности ценностей механизм тушения пожаров.



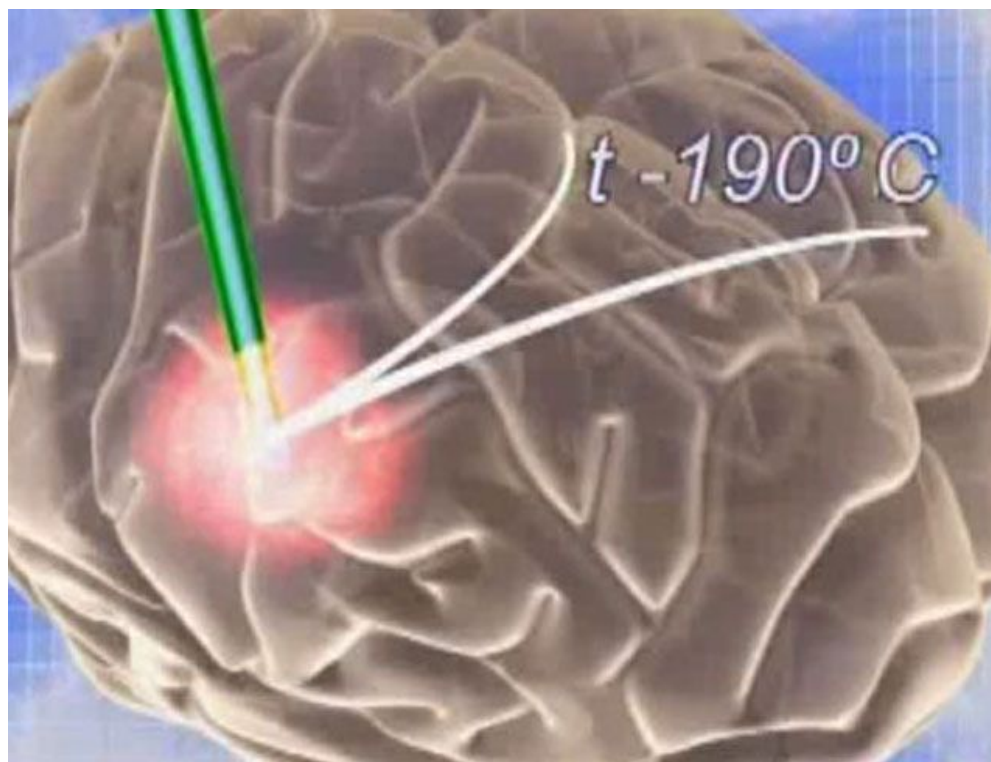
Пожарная установка с использованием инертных газов



В медицине

В медицине для сохранения крови и кровесодержащих препаратов, для быстрого замораживания и хранения тканей и различных органов, в технологиях получения полноценных порошковых лекарственных препаратов, в криотерапии.

Азот применяется также для «передавливания» топлива в ракетах из баков в насосы или двигатели.



Применение жидкого азота в косметологии



Накачка автомобильных шин азотом

В последнее время в мире все большую популярность приобретает накачка автошин азотом. В чем преимущество азота перед воздухом?



Отсутствует окислительный процесс металлокорда шины.



Хранение и перевозка азота

Азот газообразный хранится и транспортируется в баллонах окрашенных в черный цвет с надписью **"АЗОТ"** желтого цвета.

Азот жидкий хранится и транспортируется в специальных криогенных емкостях.





Раздел 3 ВОДОРОД



Водород наиболее распространенный элемент во Вселенной. Он составляет большую часть вещества звезд и межзвездной материи.

Водород — бесцветный газ, не имеющий запаха. При температуре ниже $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$ (критическая температура водорода) он под давлением сжимается; температура кипения жидкого водорода $-252,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ (при нормальном атмосферном давлении). Если быстро испарять эту жидкость, то получается твердый водород в виде прозрачных кристаллов, плавящихся при $-259,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

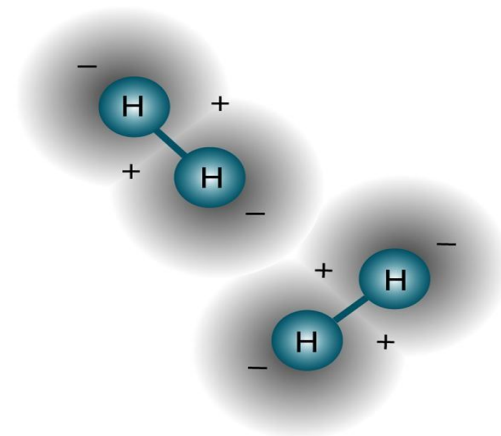
Водород — самый легкий из всех газов, он в 14,5 раза легче воздуха; масса 1 л водорода при нормальных условиях равна 0,09 г.



В воде водород растворим очень мало, но в некоторых металлах, например, в никеле, палладии, платине растворяется в значительных количествах.

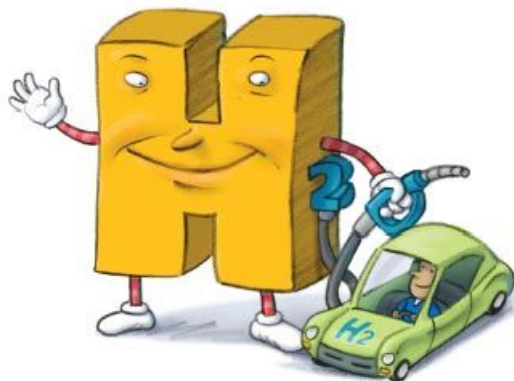
Химические свойства водорода в значительной степени определяются способностью его атомов отдавать единственный имеющийся у них электрон и превращаться в положительно заряженные ионы.

Водород имеет двойственную химическую природу, проявляя как окислительную, так и восстановительную способность. В большинстве реакций он выступает в качестве восстановителя, образуя соединения, в которых его степень окисления равна +1.





Но в реакциях с активными металлами он выступает в качестве окислителя: его степень окисления в соединениях с металлами равна -1.



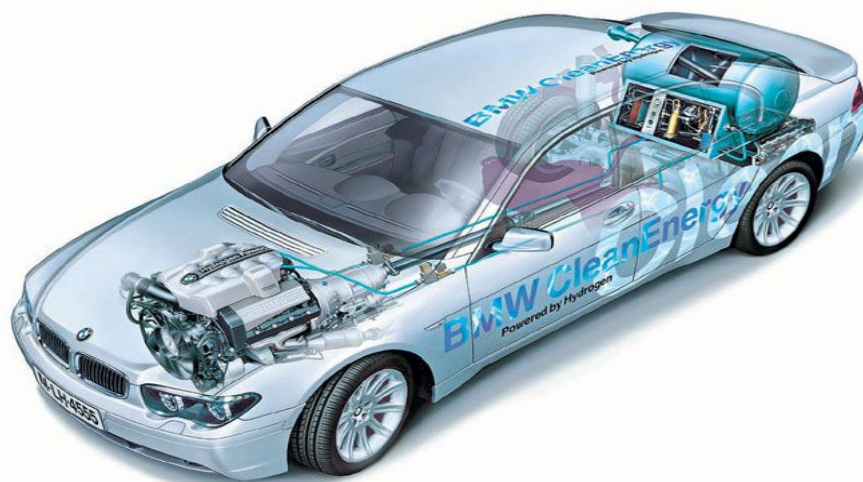
Водород, получаемый из воды, - один из наиболее энергонасыщенных носителей энергии. Ведь теплота сгорания 1 кг H_2 составляет (по низшему пределу) 120 МДж/кг, в то

время как теплота сгорания бензина или лучшего углеводородного авиационного топлива - 46 - 50 МДж/кг, то есть в 2,5 раза меньше, к тому же водород - легковозобновляемое топливо.



Чтобы накопить ископаемое горючее на нашей планете, нужны миллионы лет, а чтобы в цикле получения и использования водорода из воды получить воду, нужны дни, недели, а иногда часы и минуты.

Но водород как топливо и химическое сырьё обладает и рядом других ценнейших качеств.



Универсальность водорода заключается в том, что он может заменить любой вид горючего в самых разных областях энергетики, транспорта, промышленности, в быту.



Он заменяет бензин в автомобильных двигателях, керосин в реактивных авиационных двигателях, ацетилен в процессах сварки и резки металлов, природный газ для бытовых и иных целей, метан в топливных элементах, кокс в металлургических процессах (прямое восстановление руд), углеводороды в ряде микробиологических процессов. Водород легко транспортируется по трубам и распределяется по мелким потребителям, его можно получать и хранить в любых количествах. В то же время водород - сырьё для ряда важнейших химических синтезов (аммиака, метанола, гидразина), для получения синтетических углеводородов.



Водород— физиологически инертный газ, но при высоких концентрациях вызывает удушье вследствие уменьшения содержания кислорода.

При соприкосновении кислотосодержащих реагентов с металлическими стенками ёмкостей, не имеющих антикоррозийного покрытия, образуется водород.

При содержании в воздухе водорода 4-75% по объёму образуется взрывоопасная смесь.



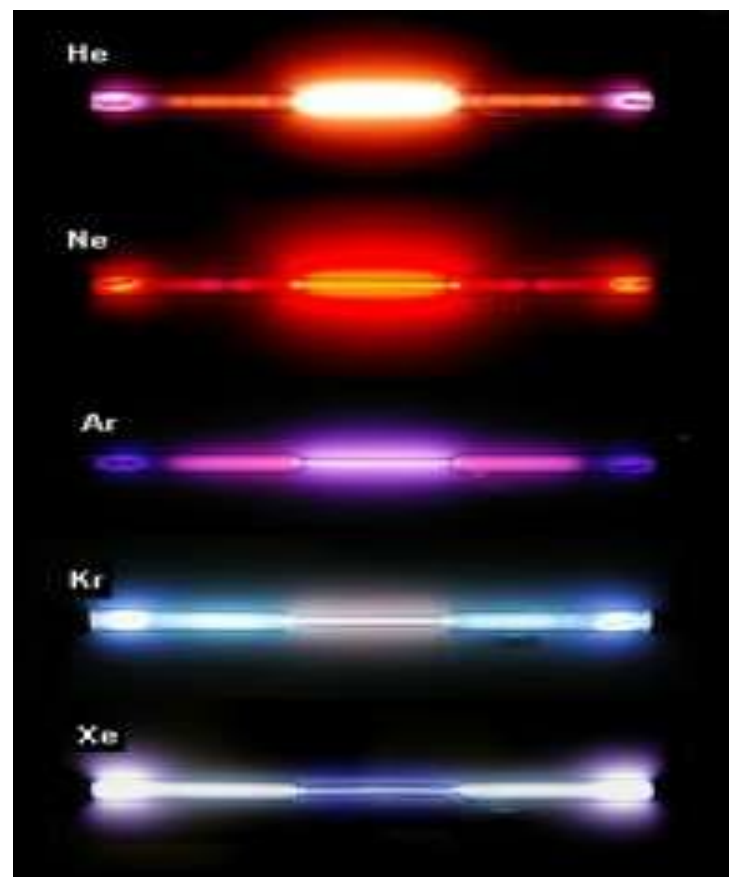
Раздел 4 ИНЕРТНЫЕ (БЛАГОРОДНЫЕ) ГАЗЫ

Атомы элементов нулевой группы имеют полностью завершенную внешнюю электронную оболочку, что соответствует наиболее стабильной электронной конфигурации, и в течение многих лет считалось, что эти элементы не образуют химических соединений. Поэтому рассматриваемое семейство называли "инертные газы". Молекулы благородных газов одноатомны в отличие от большинства распространенных газов, содержащихся в атмосфере (азот, кислород и водород) молекулы, которых двухатомны. Благородные газы имеют очень низкие температуры сжижения и затвердевания при нормальном давлении.



Также очень малы температурные области существования этих газов в жидком состоянии (разность температур кипения и плавления) и значения энергий перехода твердое состояние, жидкость, газ.

Эти данные свидетельствуют об очень слабом межмолекулярном взаимодействии, поэтому благородные газы максимально близки к состоянию идеальных газов и для них наиболее строго соблюдаются фундаментальные газовые законы.

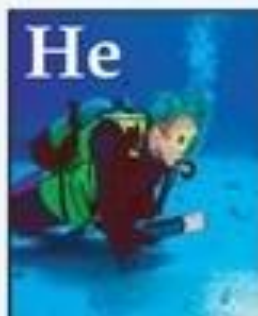


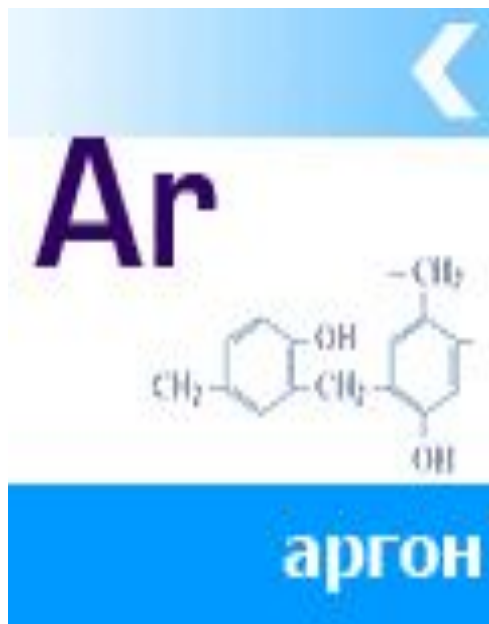


ИНЕРТНЫЕ ГАЗЫ

Гелий	$\begin{matrix} 4 \\ 2 \end{matrix} \text{He} \begin{matrix} (+2) \\ 2 \end{matrix}$
Неон	$\begin{matrix} 20 \\ 10 \end{matrix} \text{Ne} \begin{matrix} (+10) \\ 2 \ 8 \end{matrix}$
Аргон	$\begin{matrix} 40 \\ 18 \end{matrix} \text{Ar} \begin{matrix} (+18) \\ 2 \ 8 \ 8 \end{matrix}$
Криптон	$\begin{matrix} 84 \\ 36 \end{matrix} \text{Kr} \begin{matrix} (+36) \\ 2 \ 8 \ 18 \ 8 \end{matrix}$
Ксенон	$\begin{matrix} 131 \\ 54 \end{matrix} \text{Xe} \begin{matrix} (+54) \\ 2 \ 8 \ 18 \ 18 \ 8 \end{matrix}$
Радон	$\begin{matrix} [222] \\ 86 \end{matrix} \text{Rn} \begin{matrix} (+86) \\ 2 \ 8 \ 18 \ 18 \ 18 \ 8 \end{matrix}$

ПРИМЕНЕНИЕ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ





Аргон

Инертный газ без цвета, вкуса и запаха **Аргон** — третий по содержанию после азота и кислорода компонент воздуха, его среднестатистическое содержание в атмосфере Земли составляет 0,934 % по объему и 1,288 % по массе, его запасы в атмосфере оцениваются в $4 \cdot 10^{14}$ т.

Аргон — самый распространённый инертный газ в земной атмосфере, в 1 м^3 воздуха содержится 9,34 л аргона (для сравнения: в том же объеме воздуха содержится $18,2 \text{ см}^3$ неона, $5,2 \text{ см}^3$ гелия, $1,1 \text{ см}^3$ криптона, $0,09 \text{ см}^3$ ксенона).



Содержание аргона в литосфере — $4 \cdot 10^{-6}$ % по массе.

В каждом литре морской воды растворено $0,3 \text{ см}^3$ аргона, в пресной воде его содержится $5,5 \cdot 10^{-5}$ — $9,7 \cdot 10^{-5}$ %. Его содержание в Мировом океане оценивается в $7,5 \cdot 10^{11}$ т, а в изверженных породах земной оболочки — $16,5 \cdot 10^{11}$ т.

Аргон — одноатомный газ с температурой кипения (при нормальном давлении) **$-185,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$** (немного ниже, чем у кислорода, но немного выше, чем у азота). В 100 мл воды при $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ растворяется 3,3 мл аргона, в некоторых органических растворителях аргон растворяется значительно лучше, чем в воде.





Химические свойства

Пока известны только 2 химических соединения аргона — гидрофторид аргона и $\text{Cu}(\text{Ar})\text{O}$, которые существуют при очень низких температурах. Кроме того, аргон образует эксимерные молекулы, то есть молекулы, у которых устойчивы возбужденные электронные состояния и неустойчиво основное состояние.



Есть основания считать, что исключительно нестойкое соединение Hg (ртуть)—Ar, образующееся в электрическом разряде, — это подлинно химическое (валентное) соединение. Не исключено, что будут получены другие валентные соединения аргона с фтором и кислородом, которые тоже должны быть крайне неустойчивыми.

Получение

В промышленности аргон получают как побочный продукт при крупномасштабном разделении воздуха на кислород и азот. При температуре $-185,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ аргон конденсируется, при $-189,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ — кристаллизуется.



Применение

- в аргонных лазерах;
- в лампах накаливания и при заполнении внутреннего пространства стеклопакетов;



- в пищевой промышленности аргон зарегистрирован в качестве пищевой добавки E938, в качестве пропеллента и упаковочного газа;



- в качестве защитной среды при сварке (дуговой, лазерной, контактной и т. п.) как металлов (например, титана), так и неметаллов;
- в качестве плазмаобразователя в плазматронах при сварке и резке;



- в медицине во время операций для очистки воздуха и разрезов, так как аргон почти не образует химических соединений;



- в качестве огнетушащего вещества в газовых установках пожаротушения;
- в качестве составной части атмосферы эксперимента Марс-500 с целью снижения уровня кислорода для предотвращения пожара на борту космического корабля при путешествии на Марс;

- из-за низкой теплопроводности аргон применяется в дайвинге для поддува сухих гидрокостюмов.





Биологическая роль

Аргон не играет никакой биологической роли.

Инертные газы обладают физиологическим действием, которое проявляется в их наркотическом воздействии на организм. Наркотический эффект от вдыхания аргона проявляется только при барометрическом давлении свыше 0,2 МПа.

Содержание аргона в высоких концентрациях во вдыхаемом воздухе может вызвать головокружение, тошноту, рвоту, потерю сознания и смерть от асфиксии (в результате кислородного голодания).



Гелий обладает рядом необычных физических свойств. Например, при свободном расширении гелий нагревается вместо охлаждения, характерного для большинства газов.

При $J\ 40\ K$ ($233,15^{\circ}\ C$) термический эффект расширения становится нормальным.

При $3\ K$ ($270,15^{\circ}\ C$) образуется необычная форма жидкого гелия гелий II, обладающий сверхтекучестью свойством подниматься по стенкам сосуда и перетекать, а также необычно высокой проводимостью и малой вязкостью.



Применение. Гелий находит многочисленные применения. Поскольку он значительно легче воздуха, то используется в воздухоплавательных аппаратах.

Самый легкий газ это водород (мол. масса 2,016), который легче гелия, но способен взрываться в смеси с воздухом, тогда как гелий инертен и поэтому предпочтительнее для наполнения воздушных шаров. Шар, заполненный гелием, должен быть в объеме всего на 8% больше, чем водородный шар, чтобы поднять такой же груз. Гелий, как и другие инертные газы, применяют для создания инертной среды в химических процессах (например, для предотвращения реакций с воздухом или кислородом).



Сварка магния, алюминия и титана, а также специальных стальных сплавов проводится в гелиевой среде. В кислородную смесь для водолазов часто добавляют гелий вместо азота, т.к. такая смесь исключает проблемы, связанные с декомпрессионной болезнью (растворимость гелия в крови меньше, чем азота, что уменьшает время декомпрессии и соответственно болезненные ощущения).

Жидкий гелий обеспечивает возможность охлаждать вещества до температур, близких к абсолютному нулю; при таких температурах часто обнаруживаются необычные свойства вещества.





Неон впервые был выделен У.Рамзаем и М.Траверсом в 1898 при фракционном разделении воздуха. Из 44 т. жидкого воздуха можно получить всего около 450 г. неона. В газоразрядной трубке возбужденный неон имеет приятный красно-оранжевый или розовый цвет. Существенные количества неона используются в неоновой рекламе. При смешении неона с парами ртути можно получать различную окраску



Криптоновые лампы

Криптон был открыт У. Рамзаем и М. Траверсом в 1898 при анализе остатков воздуха после разделения. Необычное свойство газа заключается в возможности создания при его возбуждении интенсивной вспышки, длящейся только 0,00002 с. Поэтому его используют для высокоскоростной фотографии.



Ксеноновая лампа



Ксенон. Ксенон, тяжелый благородный газ со стабильным ядром, был открыт У.Рамзаем и М.Траверсом в 1898.



Rn
F.E. Dorn, 1900
*California Geological Survey
Mineral Resources and Mineral Hazards
Mapping Program*

86 (222)
Density
9.73 g/L
Boiling point
-62°C
Melting point
-71°C

(Xe) 4f¹⁴ 5d¹⁰ 6s² 6p⁶
Radon

LY

Радон, самый тяжелый из благородных газов, был открыт в 1900 Э.Резерфордом (²²⁰Rn) и Ф.Дорном и А.Дебьерном (²²²Rn), а в 1903 Ф.Гизель и Дебьерн открыли ²¹⁹Rn.

Атом радона имеет три короткоживущих изотопа ²²², ²²⁰ и ²¹⁹ и отличается чрезвычайно нестабильной структурой ядра; он испускает α-частицы, образуя полоний. Радий распадается до радона, и поэтому все минералы, содержащие радий, содержат радон. Для выделения радона из таких минералов требуется сильное нагревание.



Радон из радия собирают в ловушки и размещают в золотых ампулах для лечения больных раком. γ -Излучение радона идентично излучению радия, и раковые больные получают лечение с помощью ампулы, вшитой в участок тела вблизи злокачественной опухоли.



Радонотерапия - метод физиотерапии, когда радон в микродозах используется в лечебных ваннах.



Контрольные вопросы

1. Физические и химические свойства кислорода.
2. Получение кислорода.
3. Меры безопасности при обращении с кислородом.
4. Применение кислорода.
5. Физические и химические свойства азота.
6. Применение азота.
7. Инертные газы.
8. Физические и химические свойства аргона.
9. Применение благородных газов.
10. Водород.