

Может ли воздух быть жидким



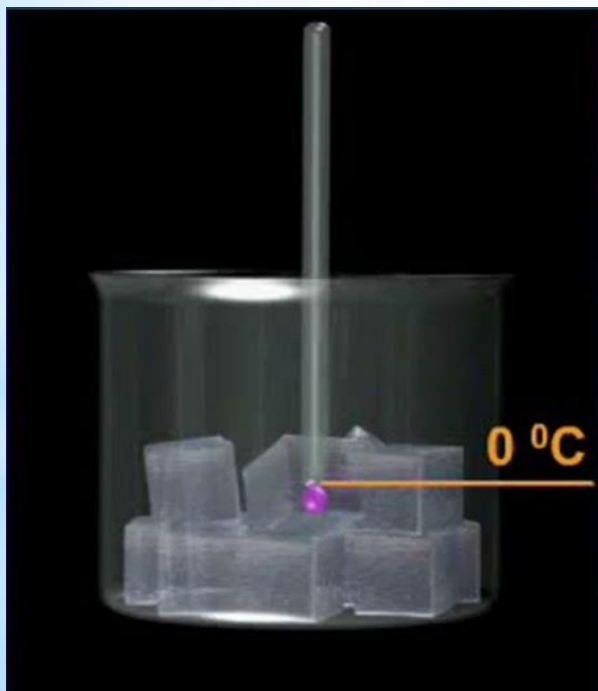
В природе каждое вещество может находиться в трёх состояниях: *твёрдом, жидком и газообразном.*

Эти состояния называются **Агрегатными состояниями вещества.**

В каком из трех состояний находится вещество определяется в первую очередь **температурой вещества**

Обыкновенная ВОДА

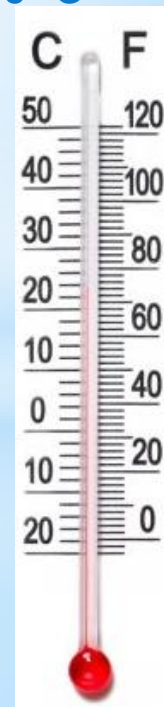
Температура больше 0°C и меньше 100°C



Твердое состояние – кристаллы льда



Жидкое состояние



Любое вещество в различных агрегатных состояниях обладает разными свойствами, это определяется его внутренним строением и энергией молекул.



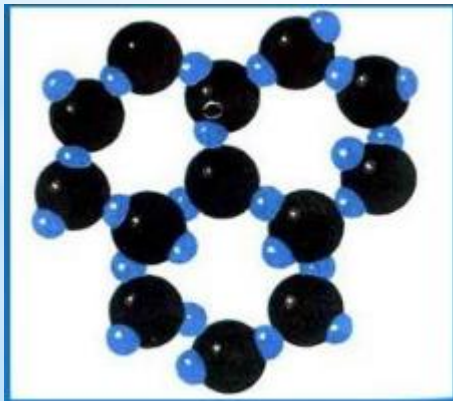
Твердое



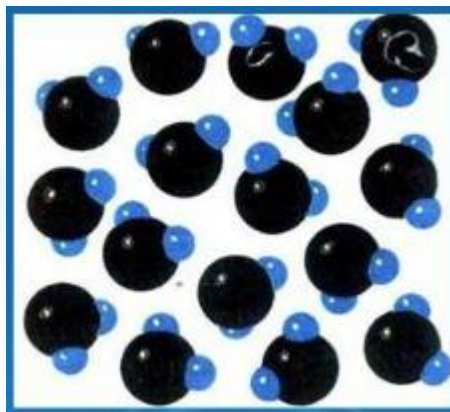
Жидкое



Газообразное - пар



Молекулы жестко связаны с образованием решетки



Молекулы перескакивают



Молекулы движутся свободно во всем объеме

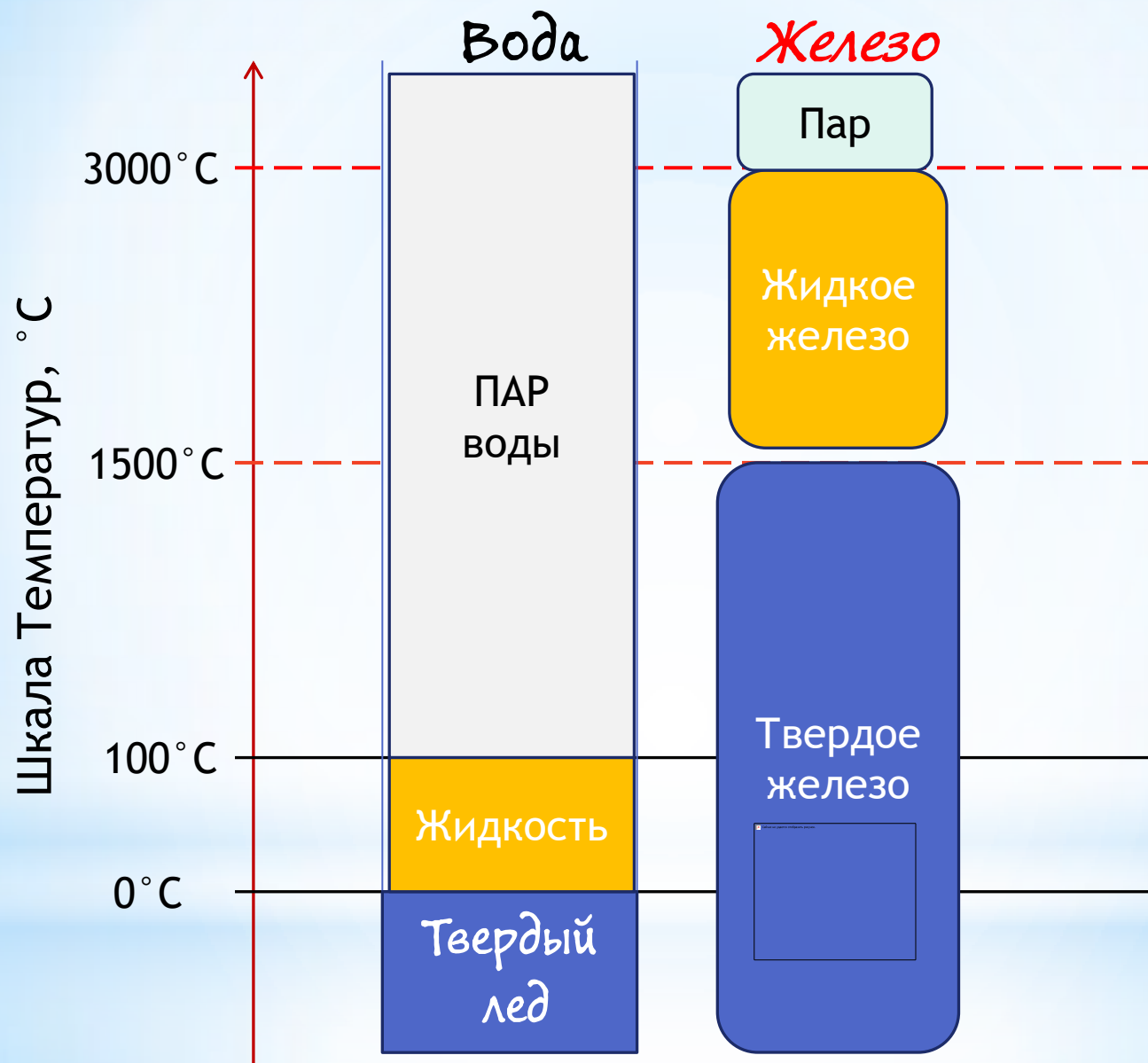
Вывод первый:

чтобы преобразовать вещество из твердого состояния в жидкое и потом в газообразное (пар) необходимо вещество **НАГРЕВАТЬ**, при этом **температура вещества будет расти**. Для одного вещества твердое состояние всегда холоднее его жидкого состояния, а оно холоднее газообразного.

И наоборот, чтобы перевести вещество из газообразного состояния в жидкое и затем в твердое необходимо это вещество **охлаждать**, отводить от него теплоту, **температура при этом будет опускаться**.

Для разных веществ температуры перехода из одного агрегатного состояния в другое различаются.

Есть вещества, которые переходят в твердое состояние при низкой температуре (вода→**лёд**), другие - при высокой температуре (железо).



По мере развития наук постепенно все известные газы переводились в жидкое состояние, а затем в твердое (лёд).

Переход из газообразного состояния в жидкое называется конденсацией, а из жидкого в твердое - затвердеванием или **кристаллизацией**.

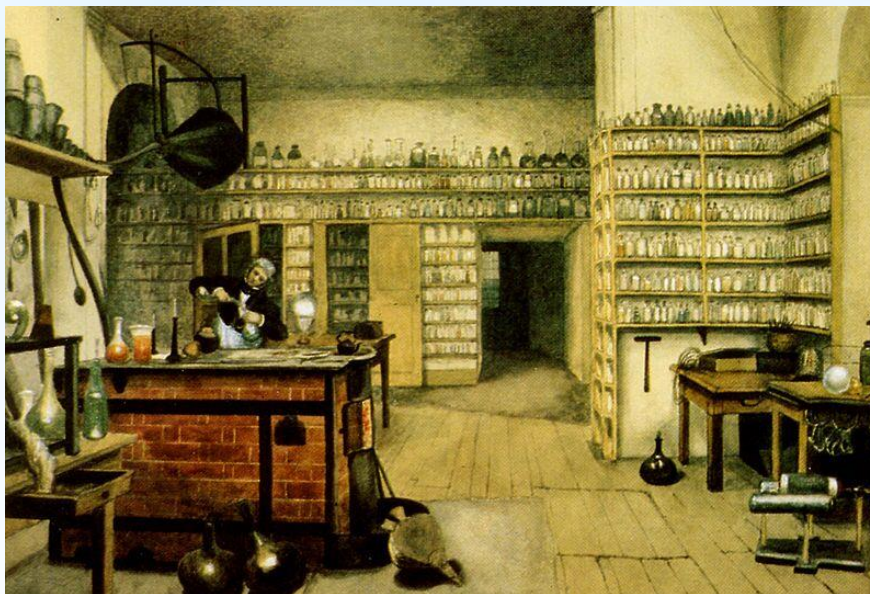
И только ряд газообразных веществ в 19 веке долго не могли получить в жидком виде, их называли **Постоянными газами**, к ним относились **Кислород, Азот** и еще несколько газов. Их температура конденсации очень низка.



Как газообразное вещество переводили в жидкость ???

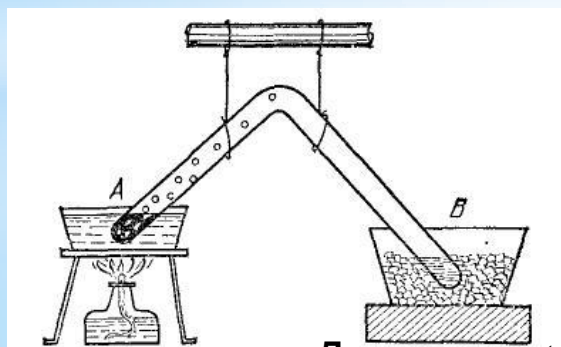


Первые опыты по ожижению газов проведены **Майклом Фарадеем** в 1820-х годах



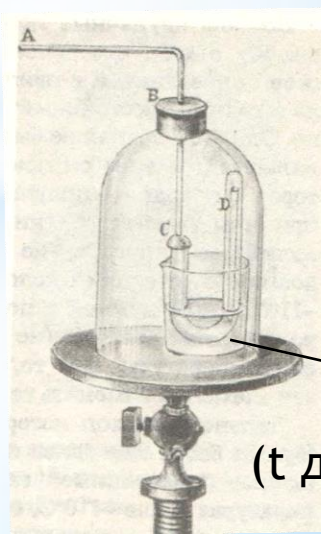
Он использовал простое охлаждение газа с помощью различных низкотемпературных веществ, газ переходил в жидкое состояние

Первый прибор Фарадея



Лед+соль (t до $-21,2^{\circ}\text{C}$)

Второй прибор
Фарадея



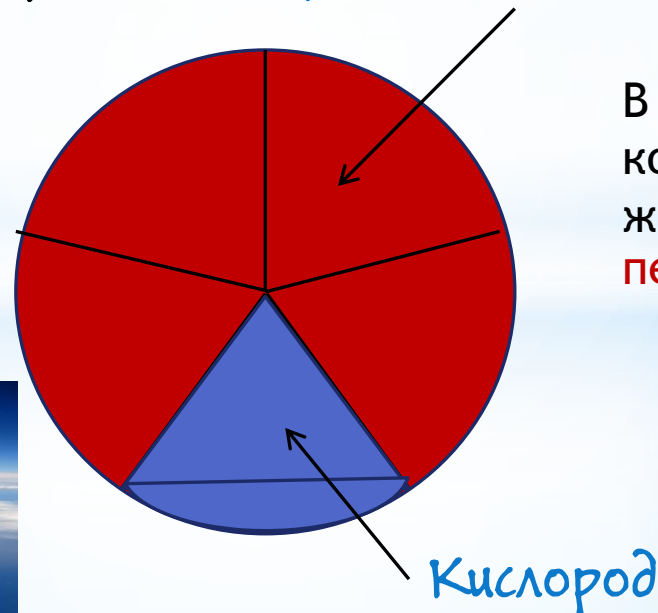
У-образная
трубка

(t до -112°C)

Воздух - газообразное вещество в котором существуют все живые организмы на Земле - животные, растения.

Для поддержания жизни необходим **Кислород**, который содержится в воздухе, также в воздухе присутствует второй основной газ - **Азот** и очень незначительное количество других газов - углекислый газ, водяной пар и другие.

Воздух = **Кислород** + **Азот**



В приборах Фарадея компоненты воздуха в жидкое состояние **не переходили !!!**

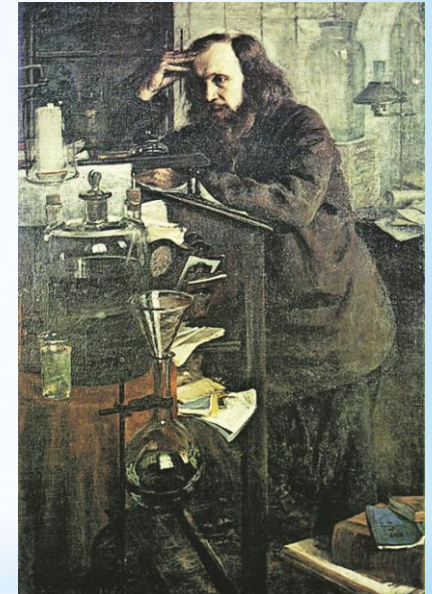




Yours truly sincerely
Thomas Andrews.

Во второй половине 19 века, 1869 году опытно было установлено, что для каждого вещества существует определенная температура, выше которой, вещество не может существовать в жидком состоянии.

Эта температура называется **Критической температурой** вещества.



Вывод 2. Вещество может существовать в жидком состоянии только при температуре ниже критической.

Каковы значения критических температур для веществ ?

Для Воды $T_{кр} = 374^{\circ}\text{C}$.

Для углекислого газа $T_{кр} = 31^{\circ}\text{C}$.

составляющие воздуха:

для Азота $T_{кр} = \text{минус } 147^{\circ}\text{C}$.

для Кислорода $T_{кр} = \text{минус } 119^{\circ}\text{C}$.

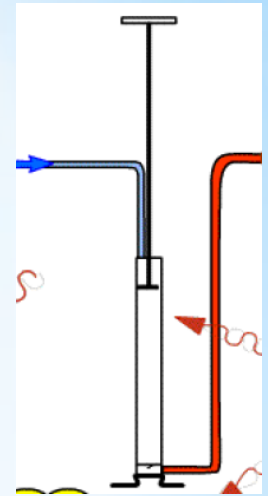
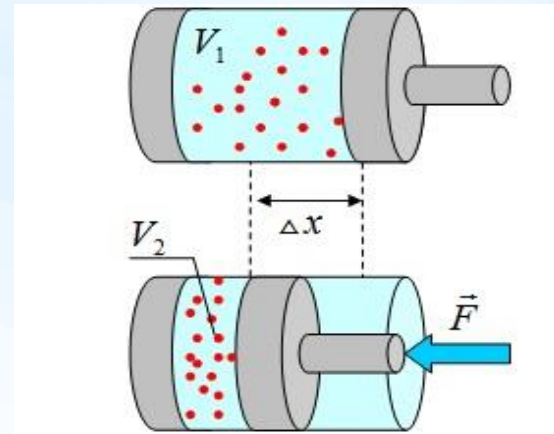
Такие низкие температуры в природе не существуют,
их нужно создавать специальными устройствами.

Каким образом достичь таких
низких температур ???

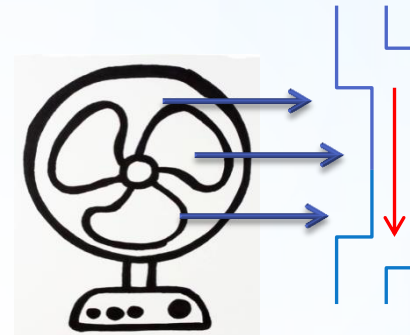


Последовательность процессов

Первоначально газ сжимают, то есть **повышают его давление**, при этом его температура также возрастает.

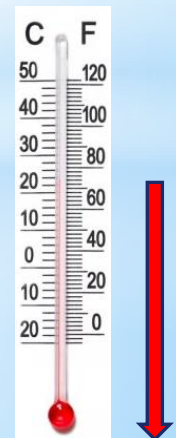
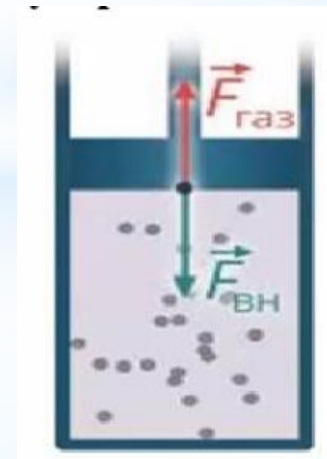


Затем сжатый газ **охлаждают** с помощью окружающей среды - воздухом или водой до 20°C или с помощью других веществ до более низких значений.



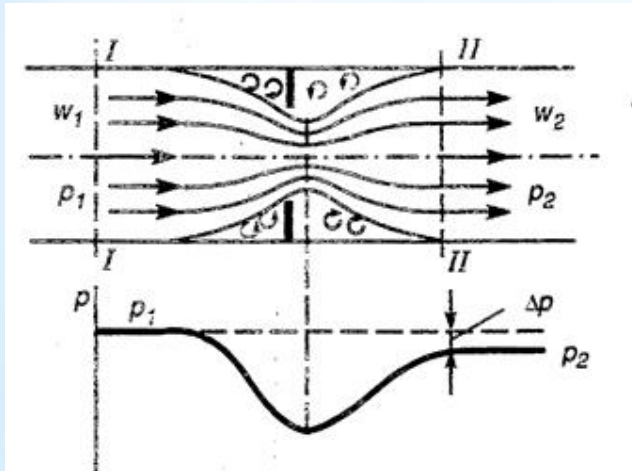
Далее сжатый газ совершает работу, затрачивает свою энергию, его давление **уменьшается**, при этом температура газа будет снижаться.

Вещество может перейти из газообразного состояния в жидкое.

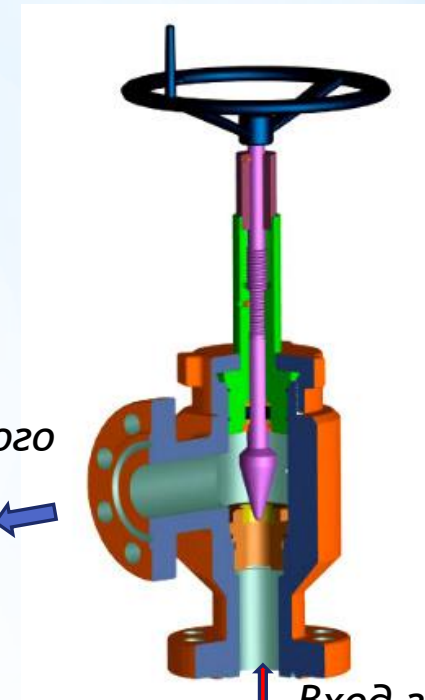


Способы расширения газа высокого давления

1. **Дросселирование** - газ проходит через сужение трубопроводе, вентиле, при этом его давление и температура понижаются

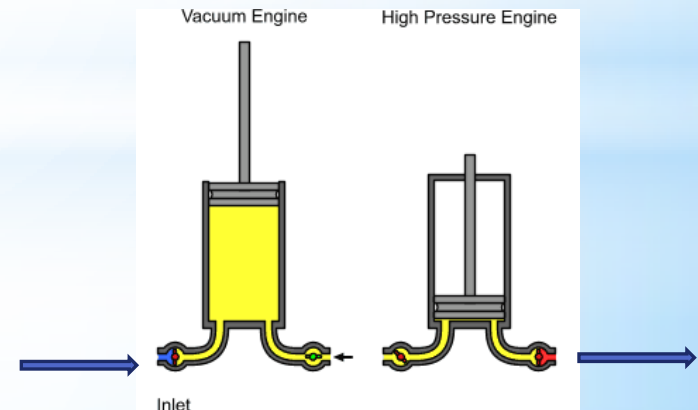


Выход газа низкого давления

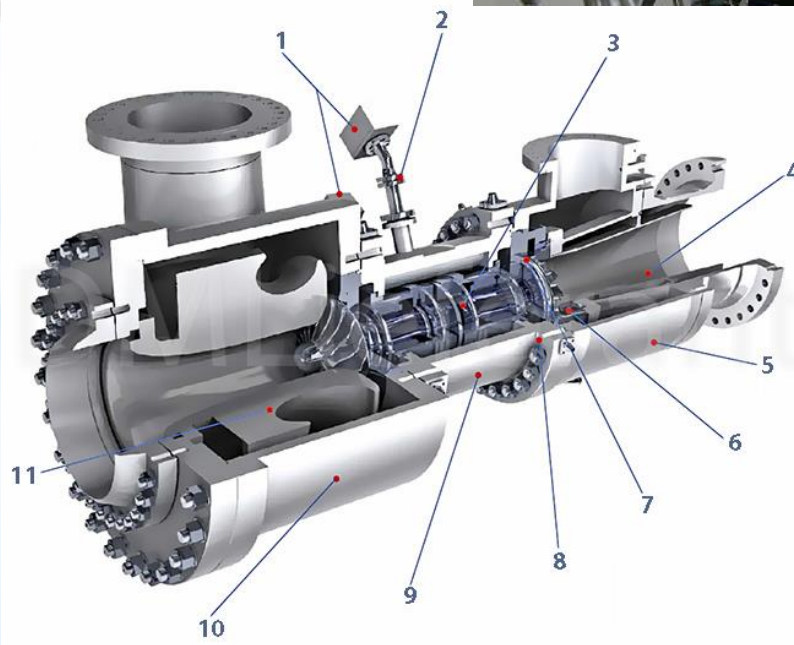
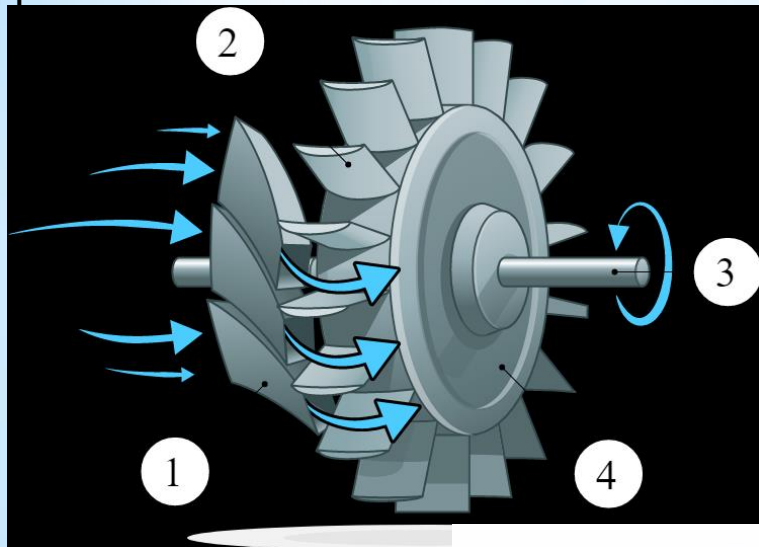


Вход газа высокого давления

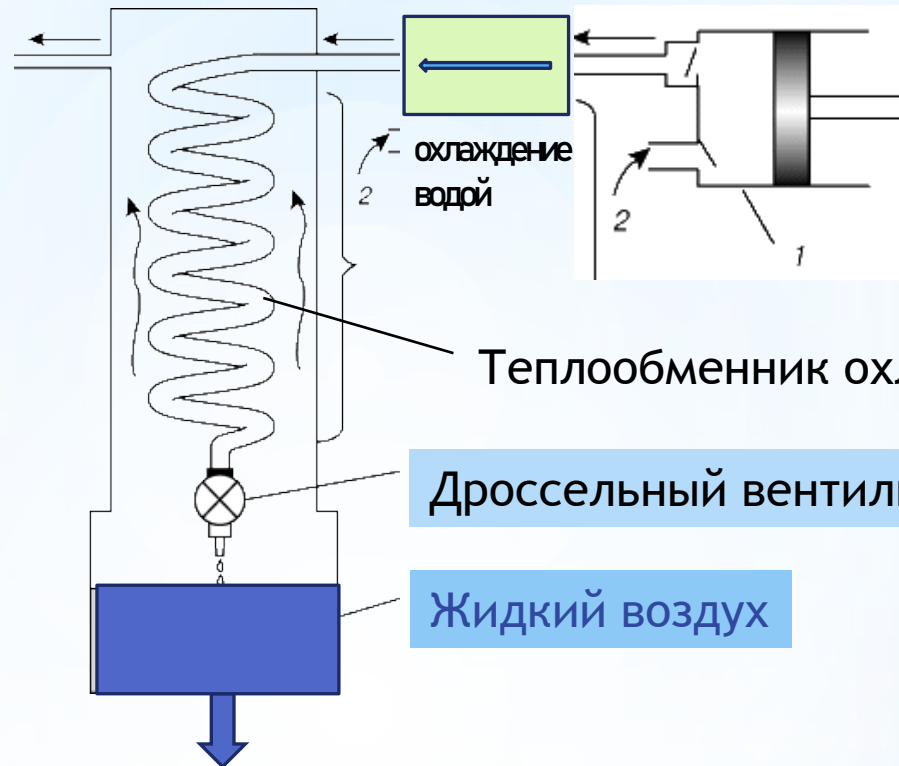
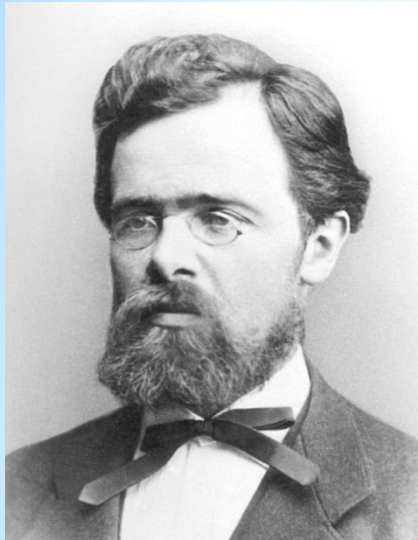
2. Расширение с совершением работы - газ поступает в цилиндр специальной машины - **ДЕТАНДЕР** и толкает поршень, при этом он отдает свою энергию поршню, его температура понижается



Наиболее мощные расширительные машины - это **турбодетандеры**, в них газ **вращает рабочее колесо**, воздействуя на лопатки колеса, при этом колесо раскручивается до больших скоростей, а газ снижает температуру и давление



Установка **Карла Линде** (1895 г) для получения жидкого воздуха



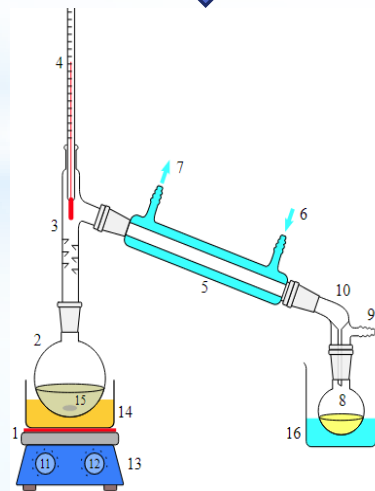
*Сжатие газа
в компрессоре*

Теплообменник охлаждения газа

Дроссельный вентиль

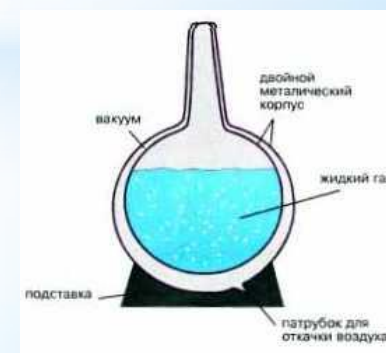
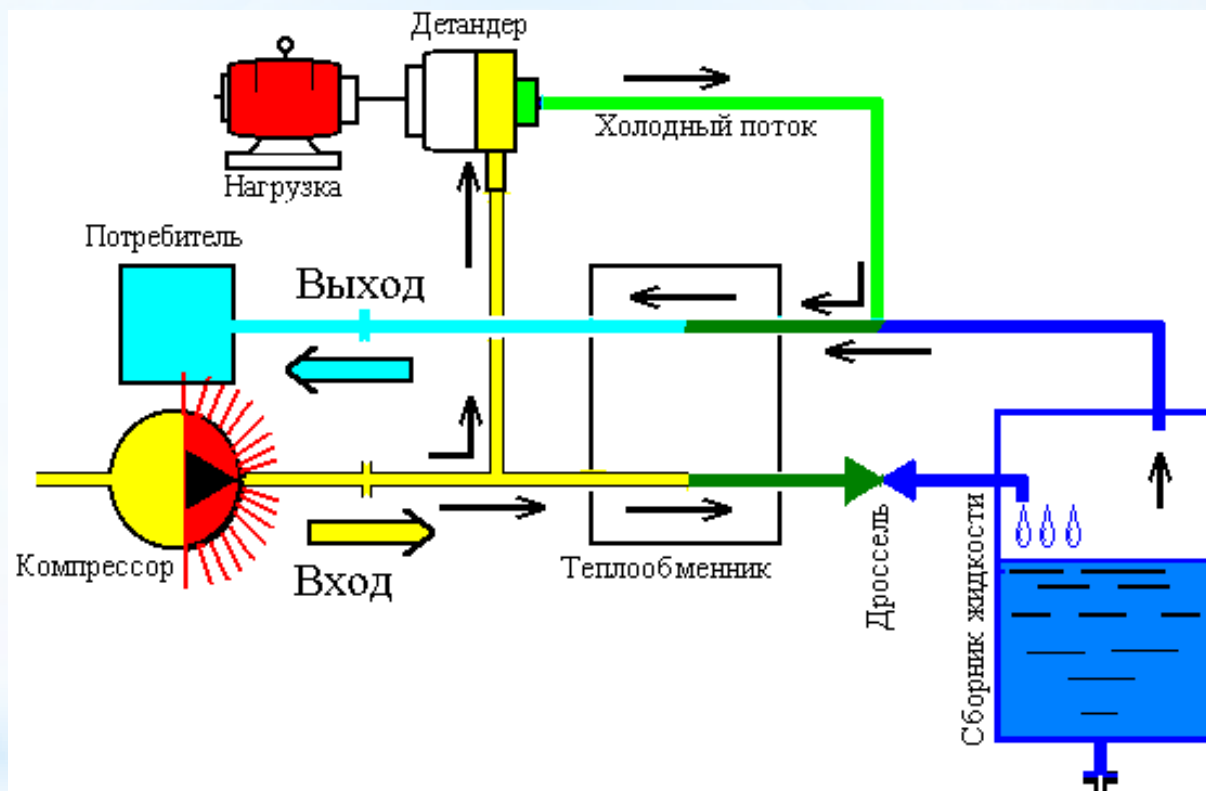
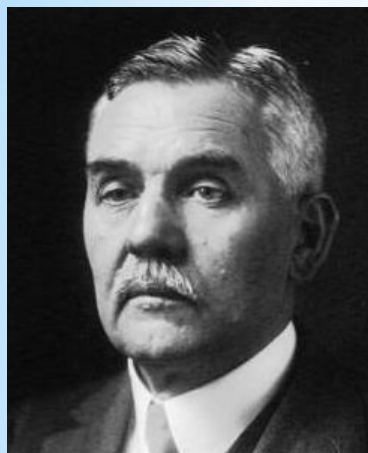
Жидкий воздух

Установка Разделения Смесей

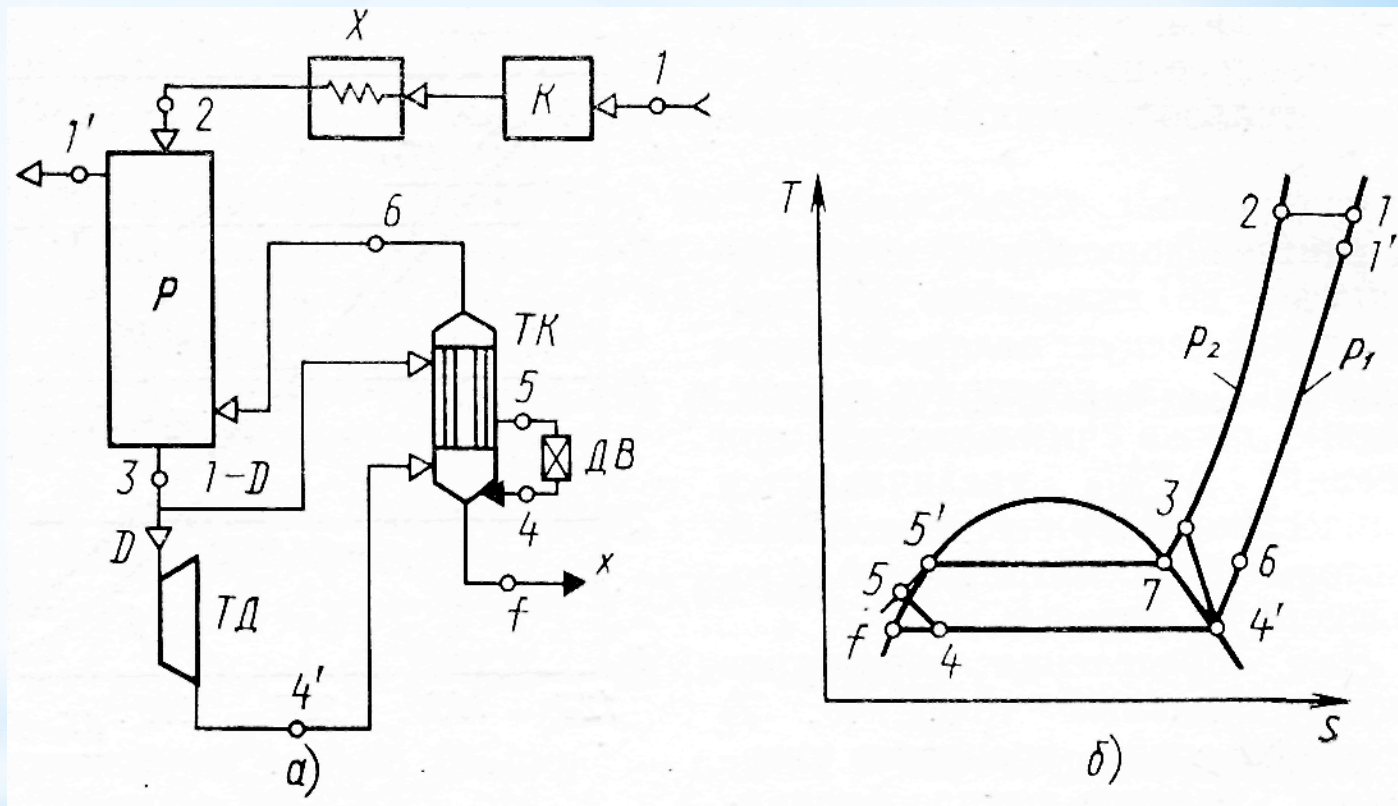


Сосуд Дьюара
для хранения
сжиженных
газов (азот,
кислород)

Установка **Жоржа Клода** (1902 г) для получения жидкого воздуха, а затем Азота и Кислорода



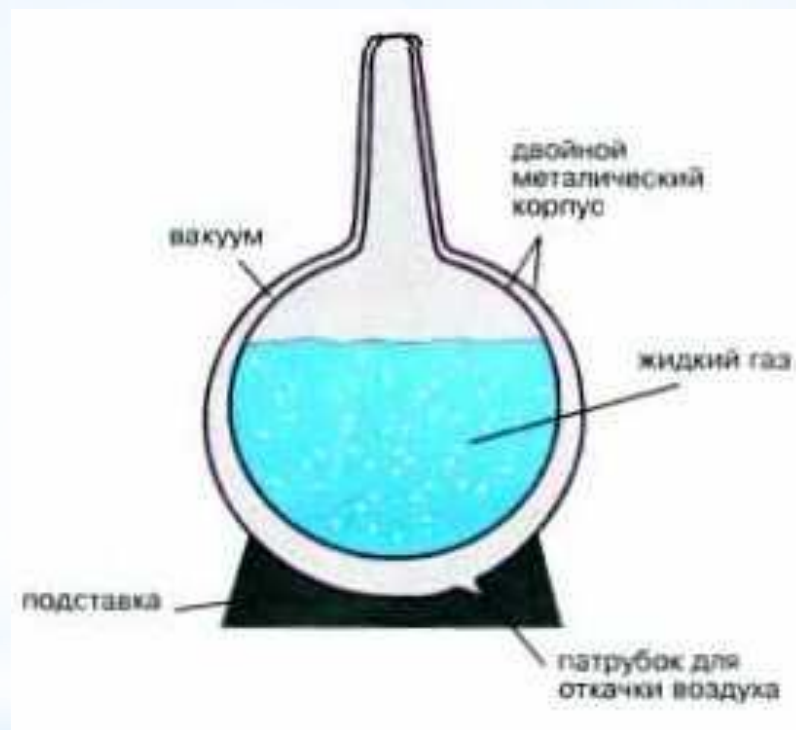
Установка **Петра Капицы** (1937 г) для получения жидкого воздуха, газообразного кислорода для выплавки стали



Сэр **Джеймс Дьюар** и его замечательное изобретение 1893 года



Сосуд для хранения жидких газов - азота и кислорода - **Сосуд Дьюара**



Вакуум - состояние газа, при давлении ниже атмосферного, чем ниже давление газа между стенками, тем меньше теплоты сможет пройти через них - принцип ТЕРМОСА.

Хранение и перевозка жидких газов - кислорода, азота и других газов



Использование кислорода

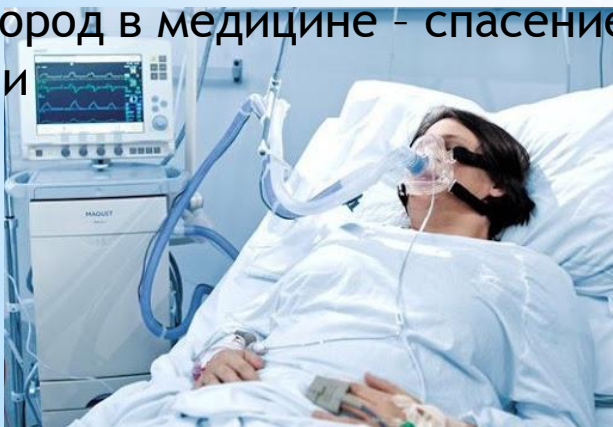
Жидкий кислород - компонент топлива для ракет
Заправка космической ракеты жидким кислородом перед стартом



Газообразный кислород - газовая резка и сварка металлов



Кислород в медицине - спасение жизни



Использование жидкого азота

Заморозка грунта при строительстве тоннелей



Криотерапия и криохирургия



Кроме воздуха также сжижают природный газ и перевозят его на крупных кораблях-танкерах



*Спасибо за внимание
и желаю успехов !*