

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ПЕТРОЗАВОДСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ" (ПетрГУ)

Физико-технический институт
Кафедра общей физики

Жидкий гелий

Выполнили студенты 21114 Группы
Михалёв Константин Владимирович
Долганов Артём Дмитриевич
Руководитель: к.ф.-м.н., доцент
Сергеева Ольга Владимировна

Цель и задачи:

Цель: изучить понятие жидкого гелия и узнать, как его получают в науке.

Задачи:

1. Познакомиться с понятием «жидкий гелий»
2. Узнать как получают жидкий гелий
3. Выяснить, в чем заключается практическое применение жидкого гелия

История открытия



- Жидкий гелий впервые был получен в 1908 году, когда голландский химик и физик Хейке Камерлинг-Оннес смог получить гелий в жидком виде с использованием технологии дросселирования. Для этого ему потребовалось провести сложный эксперимент, в процессе которого газообразное вещество было охлаждено в доведенном до кипения водороде, находящимся в среде вакуума.
- Интенсивно испаряясь, превращенный в жидкость водород выступал в качестве дополнительного источника холода. В итоге это и позволило добиться рекордно низкого на тот момент температурного показателя, близкого по своему значению к абсолютному нулю по шкале Кельвина. В 1913 году за свой эксперимент голландский ученый получил одну из наиболее престижных наград в области науки – Нобелевскую премию по физике.

Что такое жидкий гелий?

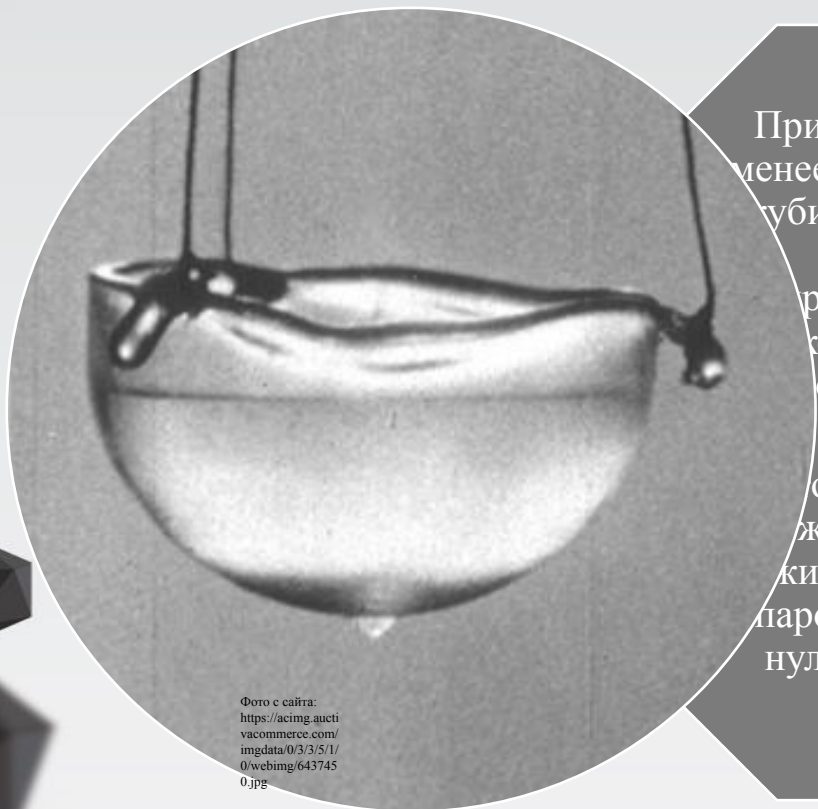


Фото с сайта:
<https://acimg.auctiva.commerce.com/imgdata/0/3/3/5/1/0/webimg/6437450.jpg>

При нормальном давлении температура жидкого гелия составляет менее минус 269 градусов по Цельсию, а плотность – 0,13 грамма на кубический сантиметр. Твёрдый гелий удаётся получить лишь при давлении выше 25 атм. Визуально он представляет собой прозрачную жидкость, лишенную цвета. Она отличается очень высокой способностью преломлять свет, поэтому ее сложно увидеть. Когда от кипеть доведенный до жидкообразной формы газ начинает кипеть при отрицательных 268,95 градусах по Цельсию.

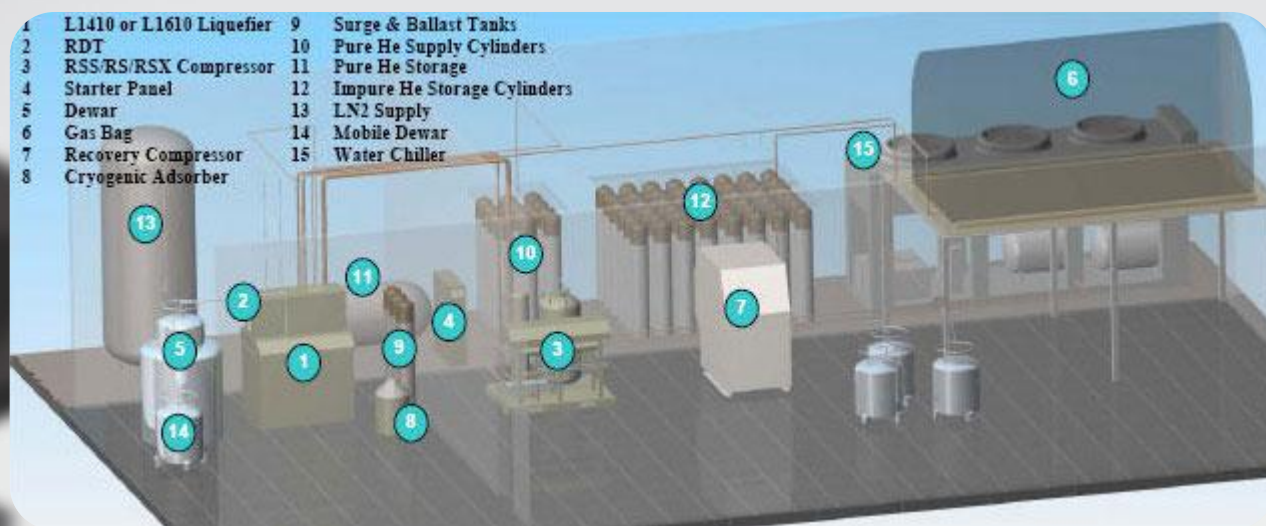
Это самая холодная жидкость, в сравнении с которой все прочие жидкие газы можно считать «горячими»; это единственная жидкость, не отвердевающая под давлением своих насыщенных паров даже при температуре сколь угодно близкой к абсолютному нулю. Твёрдая и газообразная фазы гелия не могут существовать совместно.

Получение жидкого гелия

В промышленности гелий получают из гелийсодержащих природных газов. От других газов гелий отделяют методом глубокого охлаждения, используя то, что он сжижается труднее всех остальных газов. Охлаждение производят дросселированием в несколько стадий очищая его от CO_2 и углеводородов. В результате получается смесь гелия, неона и водорода. Эту смесь, сырой гелий, (He — 70-90 % об.) очищают от водорода (4-5 %) с помощью CuO при 650—800 К. Окончательная очистка достигается охлаждением оставшейся смеси кипящим под вакуумом N_2 и адсорбцией примесей на активном угле в адсорберах, также охлаждаемых жидким N_2 . Производят гелий технической чистоты (99,80 % по объёму гелий) и высокой чистоты (99,985 %). Такая процедура становится возможна лишь при предварительном охлаждении гелия до 35-40°К

Как получают сжиженный гелий в лабораториях?

В лабораториях сжиженный гелий получают с помощью гелиевого ожижителя Linde L1410, произведенный немецкой компанией Linde Process Plants, Inc. (LPP)



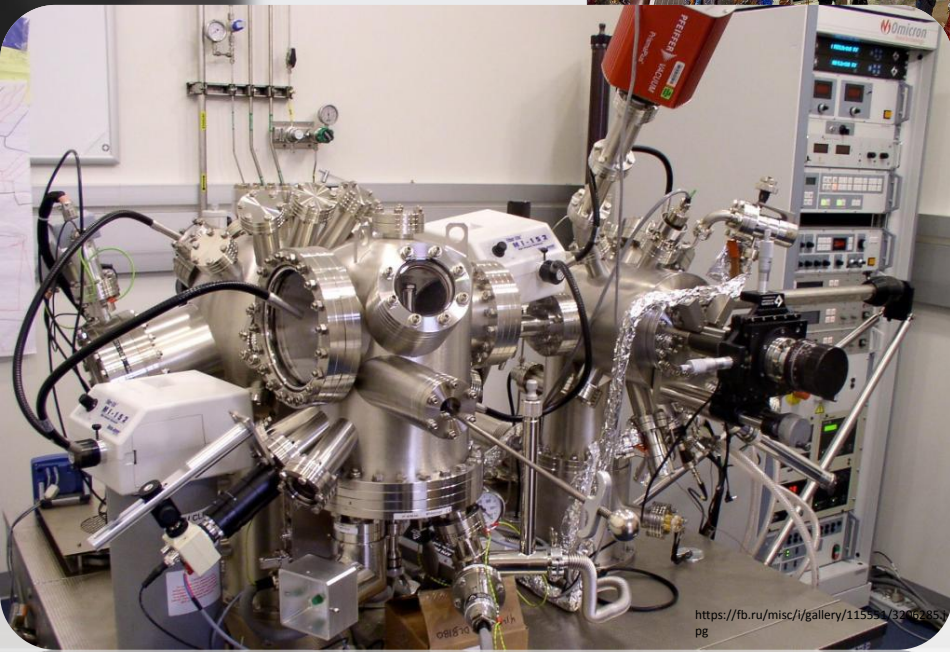
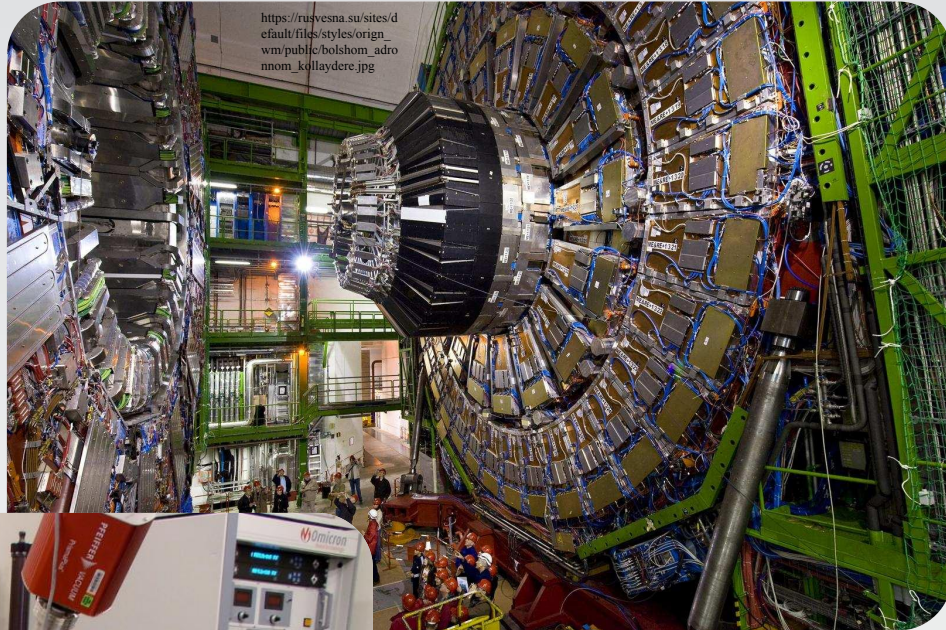
Схематическое изображение ожижительной системы Linde L1410 / L1610

(1- ожижитель L1410 / L1610; 2- передача жидкого гелия; 3 – компрессор; 4 – табло стартера; 5 – дьюар; 6 – баллон для газа; 7 – возвращающий компрессор; 8 – криогенный поглатитель; 9 – повышающий и балластный танк; 10 – наполняемые чистым гелием цилиндры; 11 – хранилище чистого гелия; 12 – цилиндры для хранения нечистого гелия; 13 – наполнение LN2; 14 – передвижной дьюар; 15 – водное охлаждение)

Проблемы получения:

1. Невозможность получения абсолютного нуля
2. Малое содержание гелия в природе (в воздухе, например, он присутствует в ничтожном проценте, и его трудно было добывать. Но американцы первые нашли, что, оказывается, природного гелия довольно много в подземных газах, где количество его доходит до 1 - 1.5%)
3. Сложные для получения внешние условия (крайне низкие значениями критической температуры и давления (-268°C и 2,26 ат))

Применение жидкого гелия

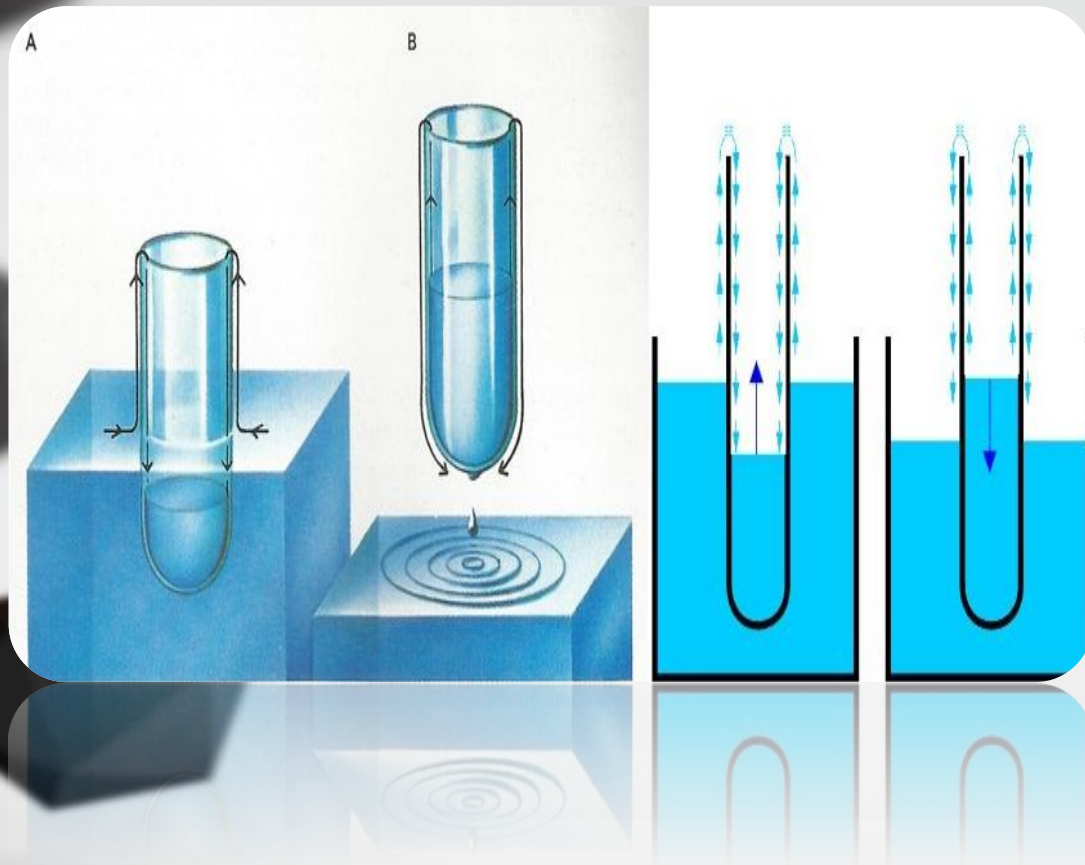


- криожидкость для получения и поддержания низких и сверхнизких температур (в основном в научных исследованиях);
- охлаждение сверхпроводящих магнитов;
- использование в криостатах растворения;
- использование в туннельных сканирующих микроскопах;
- ускорители элементарных частиц, так в Большом адронном коллайдере в ЦЕРНе используется 96 тонн жидкого гелия для поддержания температуры 1,9 К;
- криогенные электрические машины;
- охлаждение детекторов инфракрасного и высокочастотного излучения, сквид-магнетометров;
- медицинская техника.

Явление сверхтекучести

Для He II характерна сверхтекучесть — способность протекать без трения через узкие (диаметром менее 100 нм) капилляры и щели.

Относительное содержание He II растет с понижением температуры и достигает 100 % при абсолютном нуле температуры — с этим были связаны попытки получения сверхнизких температур путём пропускания жидкого гелия через очень тонкий капилляр, через который пройдет только сверхтекучая компонента. Однако за счёт того, что при близких к абсолютному нулю температурах теплоёмкость также стремится к нулю, добиться существенных результатов не удалось — за счёт неизбежного нагрева от стенок капилляра и излучения.



Список используемых источников:

Книги:

- Химическая энциклопедия. В 5-ти тт. / Редкол.: Кнунянц И. Л. (гл. ред). —М; Советская энциклопедия, 1988. — Т. 1. — С. 513—514. — 623 с. — 100 000 экз.
- Реперные точки ВПТШ-76³Й
- Наука и техника: Физика / Сверхтекучесть
- Академик П. Л. Капица, «Свойства жидкого гелия»

Ссылки:

- <http://vivovoco.astronet.ru/VV/PAPERS/NATURE/HELIUM.HTM>
- <http://xn--80affkvlgiu5a.xn--p1ai/zhidkiy-geliy-kvantovaya-zhidkost/>
- <https://znaesh-kak.com/x/g/%D0%B6%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D0%B8%D0%B9-%D0%B3%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D0%B9>
- <http://cryogenic.physics.by/index.php/ru/production-activity/process-of-obtaining>