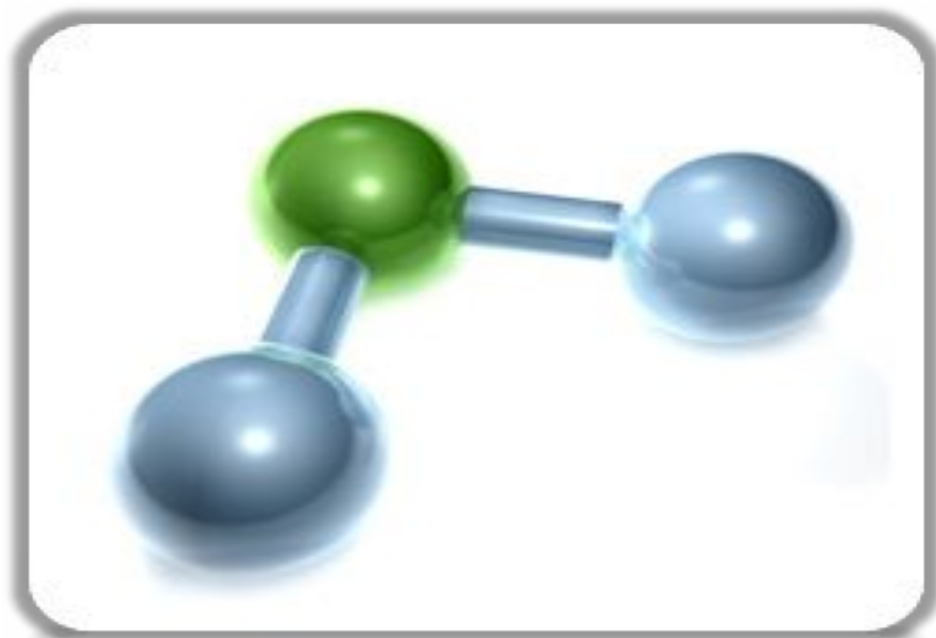


*СВЕРХТЕКУЧИЙ  
ГЕЛИЙ III*

**He-3**



# СОДЕРЖАНИЕ

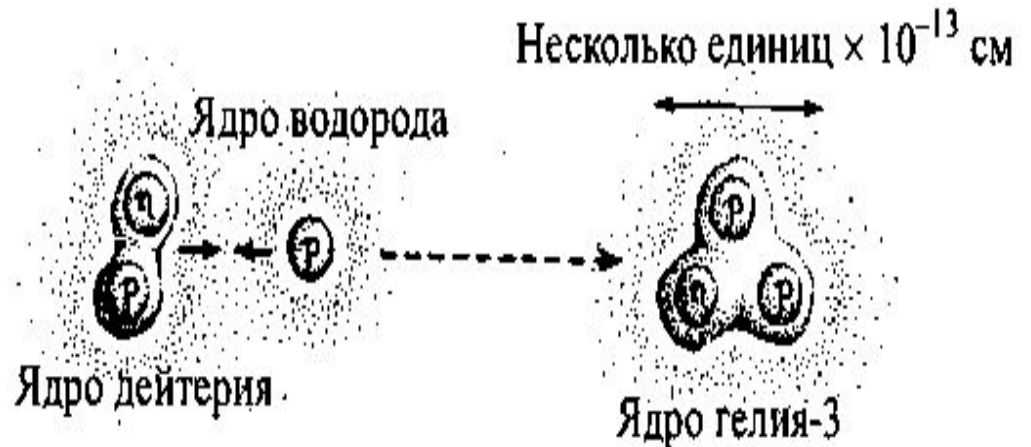
- ❖ История открытия
- ❖ Что такое Сверхтекучесть в жидком гелии - 3 ?
- ❖ Физические свойства
- ❖ Использование
- ❖ Актуальная решения с добычей гелий - 3

# ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ



Существование гелия-3 было предположено австралийским ученым Марком Олифантом во время работы в Кембриджском университете в 1934. Окончательно открыли этот изотоп Луис Альварес и Роберт Корног в 1939.

**Гелий-3** — более лёгкий из двух стабильных изотопов гелия. Ядро гелия-3(3) (гелион) состоит из двух протонов и одного нейтрона



Открытие было сделано в 1971 году.  
За открытие сверхтекучести гелия-3 в 1996 г. была присуждена  
Нобелевская премия по физике Дугласу Ошерову, Роберту  
Ричардсону и Дэвиду Ли.



# ЧТО ТАКОЕ СВЕРХТЕКУЧЕСТЬ В ЖИДКОМ ГЕЛИИ-3?

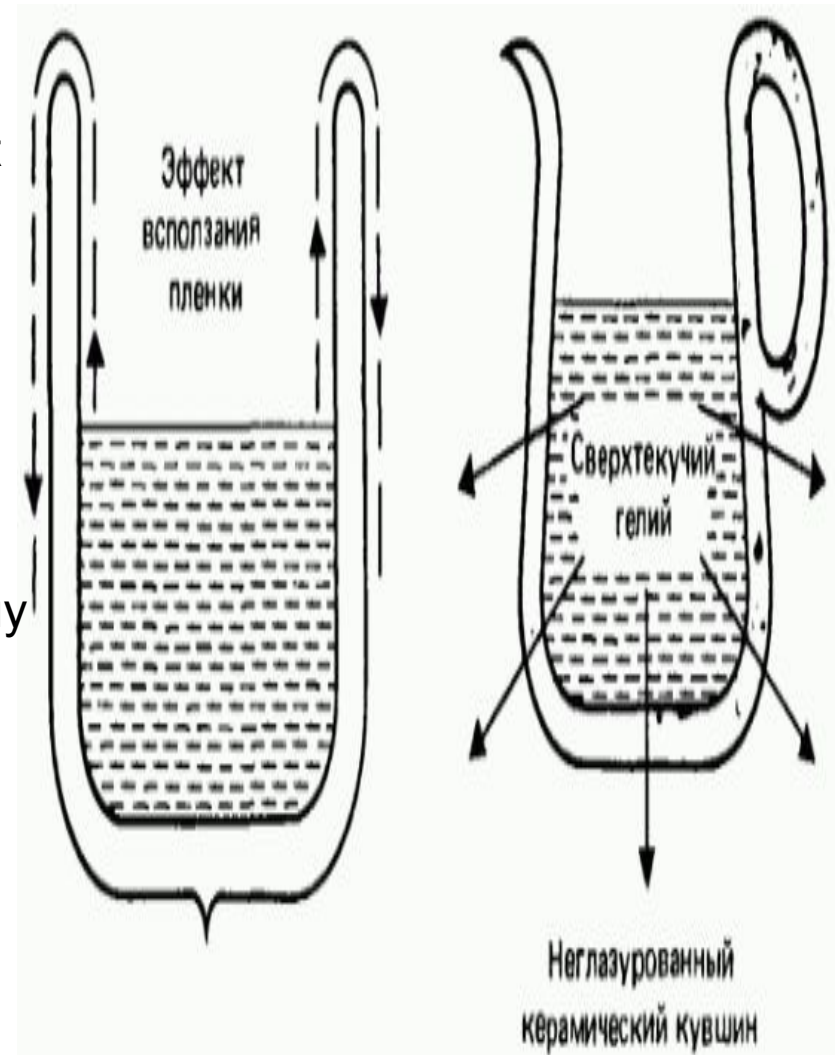
**Сверхтекучесть жидкого гелия** — способность вещества в особом состоянии, возникающем при понижении температуры к абсолютному нулю, протекать через узкие щели и капилляры без трения.

Вблизи абсолютного нуля температур все атомы гелия оказываются в основном энергетическом состоянии.

Поскольку энергия состояний дискретна, атом может получить не любую энергию, а только такую, которая равна энергетическому зазору между соседними уровнями энергии.

Но при низкой температуре энергия столкновений может оказаться меньше этой величины, в результате чего рассеяние энергии попросту не будет происходить.

Жидкость будет течь без трения



# ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

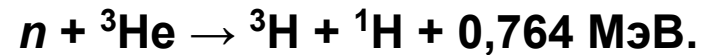
Показатель	$^4\text{He}$	$^3\text{He}$
$T_{\text{пл.}}$ , К	2,0 (3,76 МПа)	1,0 (3,87 МПа)
$T_{\text{кип.}}$ , К	4,215	3,19
Плотн., кг/м <sup>3</sup> газообразного	0,178	0,134
жидкого	145 (0 К)	82,35
$t_{\text{крит.}}$ , К	5,25	3,35
$p_{\text{крит.}}$ , МПа	0,23	0,12
$d_{\text{крит.}}$ , кг/м <sup>3</sup>	69,3	41,3
$S_{\text{р}}^0$ , Дж/(моль · К)	20,79	20,79
$\Delta H_{\text{пл}}^0$ , Дж/моль	8,4	—
$\Delta H_{\text{исп}}^0$ , Дж/моль	81,2	24,7
$S_{298}^0$ , Дж/(моль · К)	126,04	—

Атомная масса гелия-3 равна 3,016 (у гелия-4 она равна 4,0026, ввиду чего их физические свойства весьма отличаются). Гелий-3 кипит при 3,19 К (гелий-4 — при 4,23 К), его критическая точка равна 3,35 К (у гелия-4 — 5,19 К). Плотность жидкого гелия-3 при температуре кипения и нормальном давлении равна 59 г/л, тогда как у гелия-4 она равна 124,73 г/л, в 2 раза больше. Удельная теплота испарения равна 26 Дж/моль (у гелия-4 — 82,9 Дж/моль)

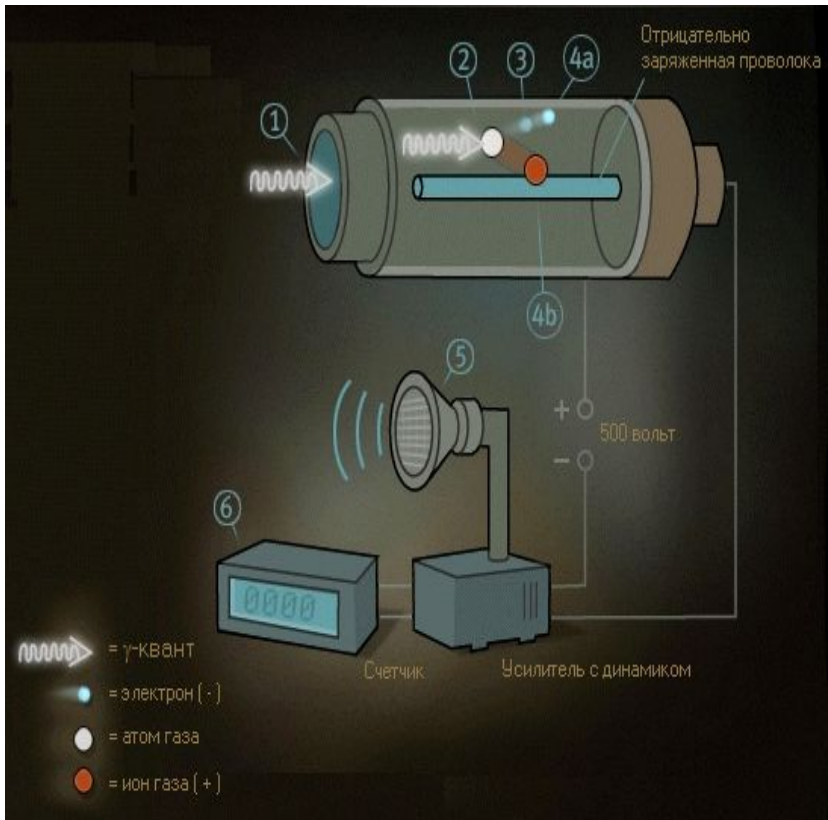
# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

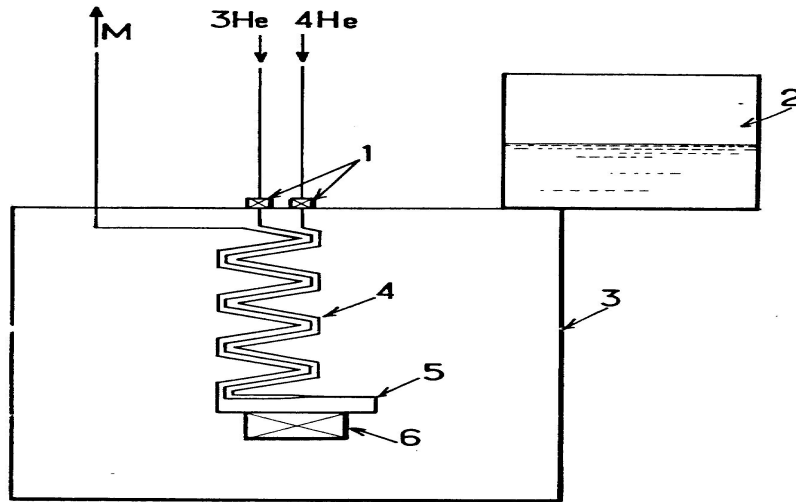
## ❖ Счётчики нейтронов

Газовые счётчики, наполненные гелием-3, используются для детектирования нейтронов. Это наиболее распространённый метод измерения нейтронного потока. В них происходит реакция



Заряженные продукты реакции — **тритон** и протон — регистрируются газовым счётчиком, работающим в режиме пропорционального счётчика или счётчика Гейгера-Мюллера.





Фиг.2

## ❖ Получение сверхнизких температур

Путём растворения жидкого гелия-3 в гелии-4 достигают милликельвиновых температур

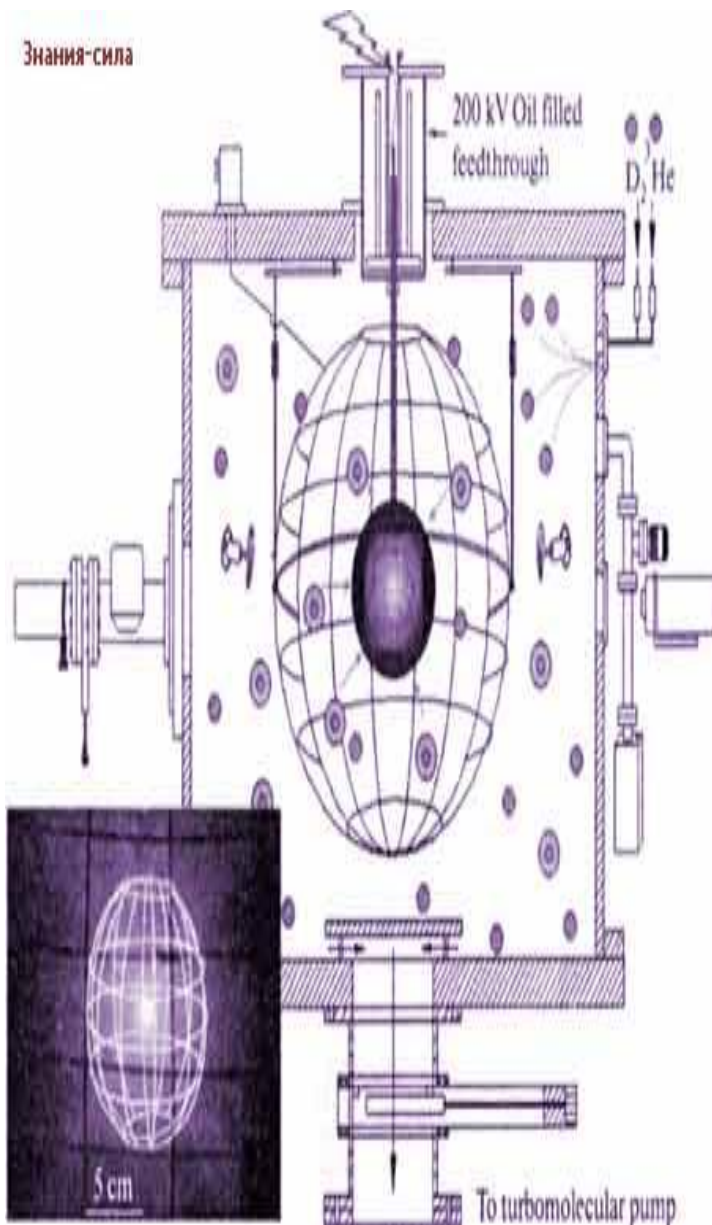
## ❖ Медицина

Поляризованный гелий-3 (он может долго храниться) недавно начал использоваться

в магнитно-резонансной томографии для получения изображения лёгких с помощью ядерного магнитного резонанса.





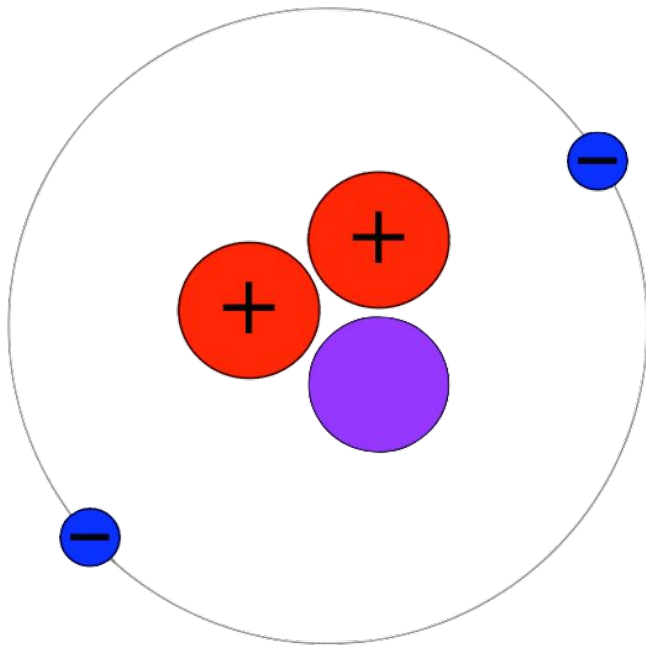


## ◆ Гелий-3 как ядерное топливо

Реакция  ${}^3\text{He} + \text{D} \rightarrow {}^4\text{He} + \text{p}$  имеет ряд преимуществ по сравнению с наиболее достижимой в земных условиях дейтериево-тритиевой реакцией  $\text{T} + \text{D} \rightarrow {}^4\text{He} + \text{n}$ . К этим преимуществам относятся:

- 1) В десятки раз более низкий поток нейтронов из зоны реакции, что резко уменьшает наведённую радиоактивность и деградацию конструкционных материалов реактора;
- 2) Получаемые протоны, в отличие от нейтронов, легко улавливаются и могут быть использованы для дополнительной генерации электроэнергии, например, в [МГД-генераторе](#);
- 3) Исходные материалы для синтеза неактивны и их хранение не требует особых мер предосторожности;
- 4) При аварии реактора с разгерметизацией активной зоны радиоактивность выброса близка к нулю.

## ❖ Актуальные решения с добычей гелий - 3



В настоящее время гелий-3 не добывается из природных источников, а создаётся искусственно, при распаде трития. Последний производился для термоядерного оружия путём облучения бора-10 и лития-6 в ядерных реакторах. Гелий-3 является побочным продуктом реакций, протекающих на Солнце. Другое дело — Луна, у которой нет атмосферы. В результате этого ценного вещества там находится до 10 млн тонн (по минимальным оценкам — 500 тысяч тонн<sup>[8]</sup>).

# ЛУННЫЙ ГЕЛИЙ 3 – ТЕРМОЯДЕРНОЕ ГОРЮЧИЕ БУДУЩЕГО



Другое дело — Луна, у которой нет атмосферы. В результате этого ценного вещества там находится до 10 млн тонн (по минимальным оценкам — 500 тысяч тонн<sup>[8]</sup>). Гипотетически, при термоядерном синтезе, когда в реакцию вступает 1 тонна гелия-3 с 0,67 тоннами дейтерия, высвобождается энергия, эквивалентная сгоранию 15 млн тонн нефти<sup>[9]</sup> (однако на настоящий момент не изучена техническая возможность осуществления данной реакции). Следовательно, населению нашей планеты лунного ресурса гелия-3 должно хватить примерно на пять тысячелетий<sup>[9]</sup>. Основной проблемой остаётся реальность добычи гелия из лунного реголита. Как упомянуто выше, содержание гелия-3 в реголите составляет ~1 г на 100 т. Поэтому для добычи тонны этого изотопа следует переработать не менее 100 млн тонн грунта.

**ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЗАКОНЧЕНА**



**Кокенов Ш**

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!!!**