

*Государственное образовательное учреждение  
лицей №1557  
Зеленоградского административного округа г. Москвы*

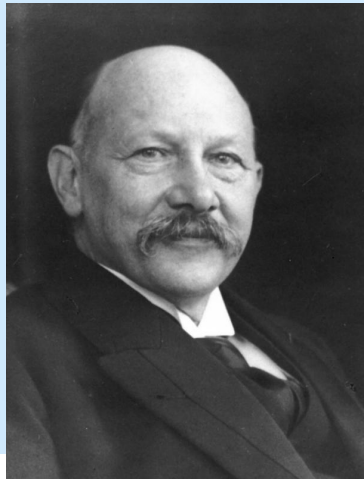
Презентация на тему:  
**СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ**



**Исполнитель:**  
Бугакова Алевтина  
10 «А» класс  
**Преподаватель:**  
Петунина Елена Александровна

2012

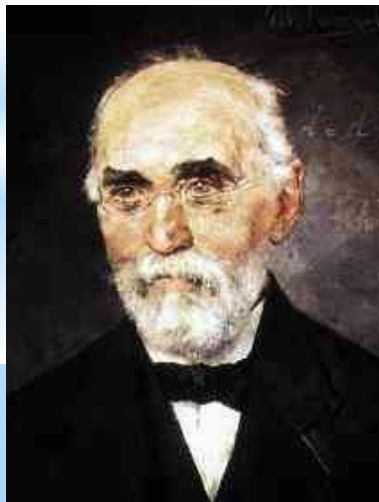
**Великие физики, которые прославились, занимаясь теорией и практикой сверхпроводимости.**



Камерлинг –  
Оннес -  
голландский  
физик



Пауль Друде Карл  
Людвиг — немецкий  
физик



Хендрик Антон  
Лоренц-  
голландский  
физик



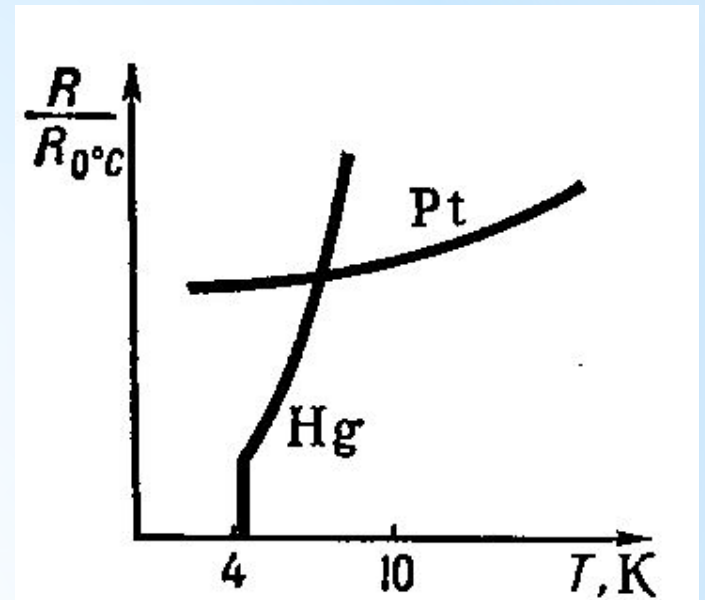
Академик В.Л. Гинзбург,  
нобелевский лауреат за  
работы по  
сверхпроводимости

# Сверхпроводимость

**Сверхпроводимость** - свойство многих проводников, состоящее в том, что их электрическое сопротивление скачком падает до нуля при охлаждении ниже определённой критической температуры  $T_k$ , характерной для данного материала.

Сверхпроводимость обнаружена у более чем 25 металлических элементов, у большого числа сплавов и интерметаллических соединений, а также у некоторых полупроводников.

В 1911 году голландский физик Камерлинг - Оннес обнаружил, что при охлаждении ртути в жидком гелии её сопротивление сначала меняется постепенно, а затем при температуре 4,2 К резко падает до нуля.



Однако нулевое сопротивление — не единственная отличительная черта сверхпроводимости. Ещё из теории Друде известно, что проводимость металлов увеличивается с понижением температуры, то есть электрическое сопротивление стремится к нулю.

Голландский физик Камерлинг-Оннес был удостоен Нобелевской премии по физике 1913 г. «за исследования свойств вещества при низких температурах».

В дальнейшем было выяснено, что более 25 химических элементов — металлов при очень низких температурах становятся сверхпроводниками. У каждого из них своя критическая температура перехода в состояние с нулевым сопротивлением. Самое низкое значение ее у вольфрама — 0,012 К, самое высокое у ниобия — 9 К.

Сверхпроводимость наблюдается не только у чистых металлов, но и у многих химических соединений и сплавов. При этом сами элементы, входящие в состав сверхпроводящего соединения, могут и не являться сверхпроводниками. Например, **NiBi**, **Au<sub>2</sub>Bi**, **PdTe**, **PtSb** и другие.

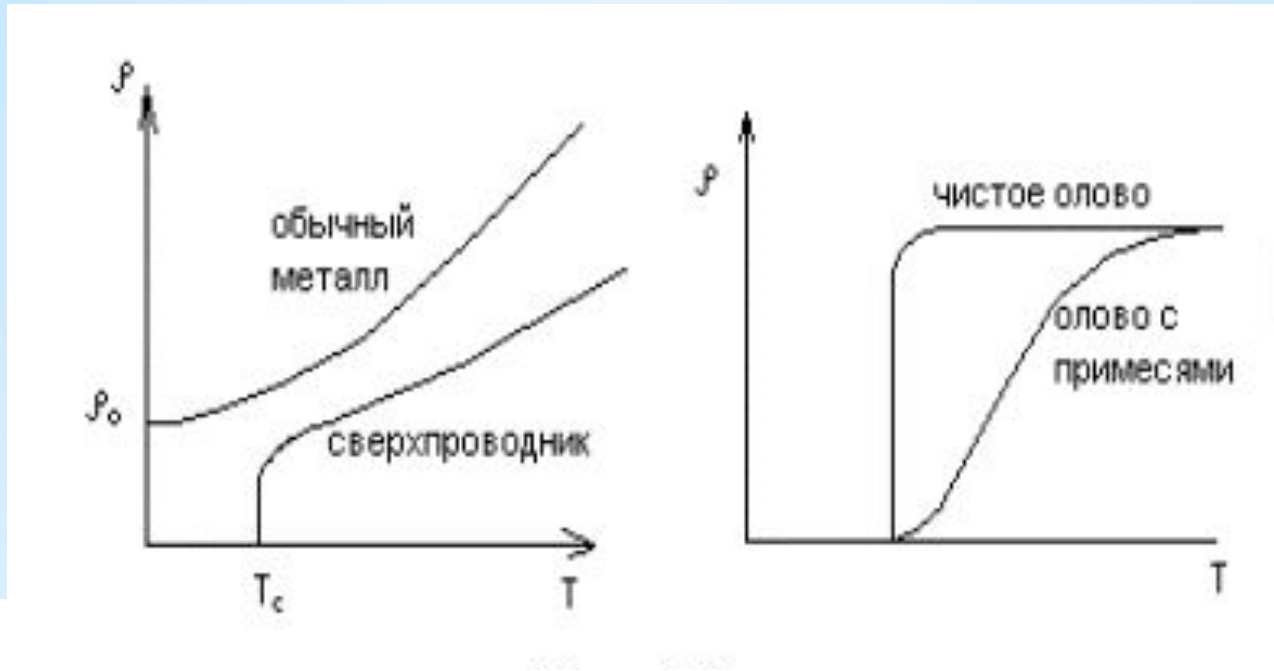
До 1986 г. были известны сверхпроводники, обладающие этим свойством при очень низких температурах — ниже  $-259\text{ }^{\circ}\text{C}$ . В 1986-1987 годах были обнаружены материалы с температурой перехода в сверхпроводящее состояние около  $-173\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Это явление получило название высокотемпературной сверхпроводимости, и для его наблюдения можно использовать вместо жидкого гелия жидкий азот.

- \* Свойством сверхпроводимости обладают около половины металлов и несколько сотен сплавов.
- \* Сверхпроводящие свойства зависят от типа кристаллической структуры. Изменение её может перевести вещество из обычного в сверхпроводящее состояние.
- \* Критические температуры изотопов элементов, переходящих в сверхпроводящее состояние, связаны с массами изотопов соотношением:

$$T_c(M_c)^{1/2} = \text{const} \quad (\text{изотопический эффект})$$

Сильное магнитное поле разрушает эффект сверхпроводимости. Следовательно, при помещении в магнитное поле свойство сверхпроводимости может исчезнуть.

## Реакция сверхпроводников на примеси



- \* Введение примеси в сверхпроводник уменьшает резкость перехода в сверхпроводящее состояние.
- \* В нормальных металлах ток исчезает примерно через  $10^{-12}$  с. В сверхпроводнике ток, может циркулировать годами (теоретически 105 лет!).

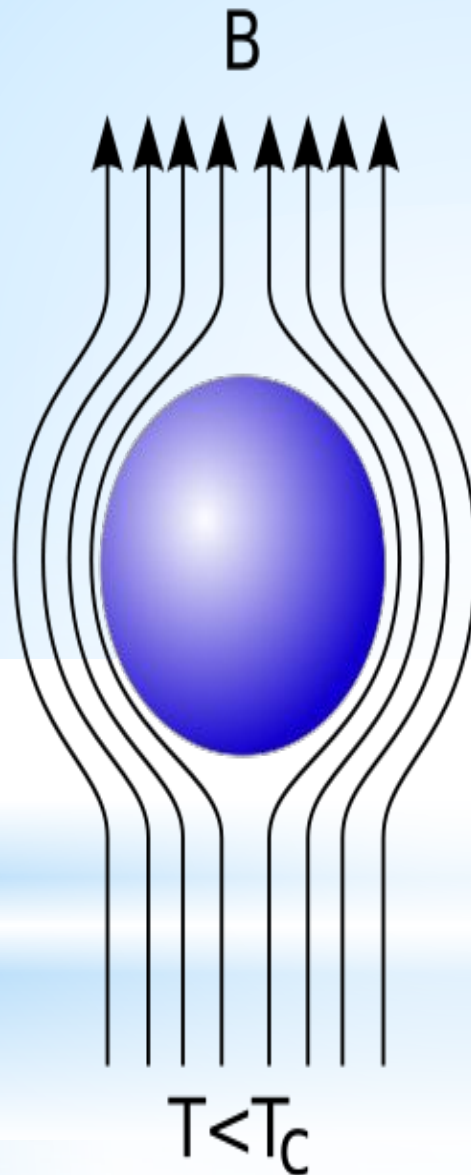
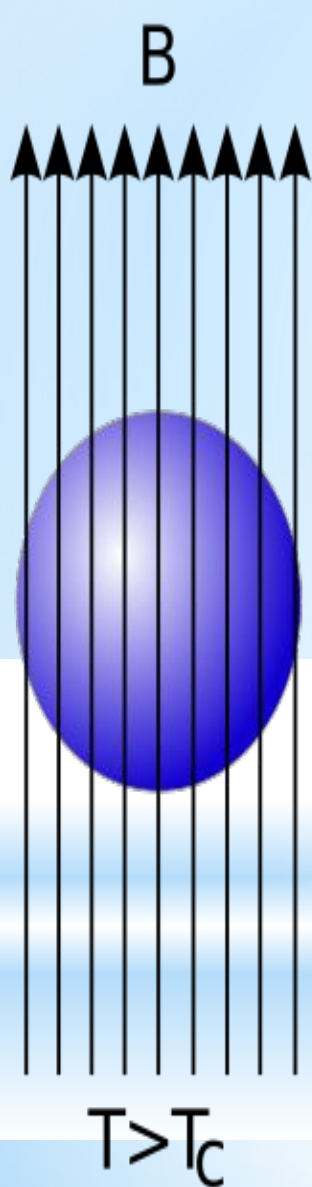
# Физическая природа сверхпроводимости

Явление сверхпроводимости можно понять и обосновать только с помощью квантовых представлений.

Они были представлены в 1957 году американскими учеными Дж.Бардиным, Л.Купером, Дж.Шриффером и советским академиком Н.Н. Боголюбовым.

В 1986 году была открыта высокотемпературная сверхпроводимость соединений лантана, бария и других элементов ( $T = 100^{\circ}\text{K}$  - это температура кипения жидкого азота).

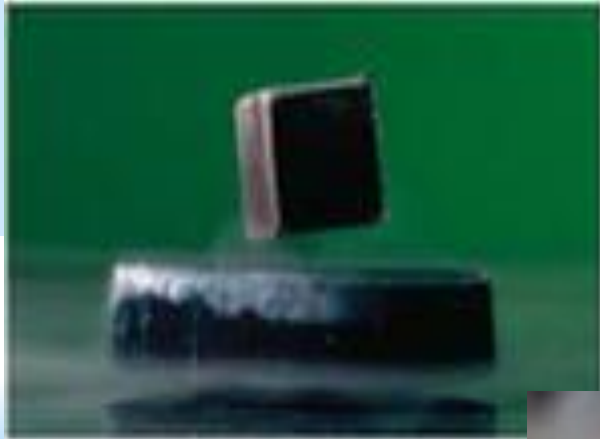




Одним из главных отличий сверхпроводников от идеальных проводников является эффект Мейснера, открытый в 1933 году, т.е. полное вытеснение магнитного поля из материала при переходе в сверхпроводящее состояние. Впервые явление наблюдалось в 1933 году немецкими физиками Мейснером и Оксенфельдом.

Гроб Мухаммеда — опыт,  
демонстрирующий этот эффект  
в сверхпроводниках.

По преданию, гроб с телом пророка  
Магомета висел в пространстве без всякой  
поддержки, поэтому этот опыт называют  
экспериментом с «магометовым гробом».



Отталкиваясь от неподвижного  
сверхпроводника, магнит  
всплывает сам и продолжает  
парить до тех пор, пока  
внешние условия не выведут  
сверхпроводник из  
сверхпроводящей фазы. В  
результате этого эффекта  
магнит, приближающийся к  
сверхпроводнику, «увидит»  
магнит обратной полярности  
точно такого же размера, что и  
вызывает левитацию.

Применение  
сверхпроводимости  
(СП-технологий)  
сегодня  
и  
завтра



# Сегодня

Перспективы практического применения сверхпроводимости были очевидны давно, но первые сверхпроводники требовали низких температур и могли проводить лишь небольшие токи; при превышении критической плотности тока сверхпроводимость разрушалась. Реальные применения сверхпроводимости стали возможными только после существенного прогресса в науке и технике – к 1970-м годам. Спектр применений сверхпроводников удобно разделить на относительно маломощную электронику (быстродействующие вычислительные устройства, детекторы магнитного поля и излучений, оборудование для связи в микроволновом диапазоне) и силовые применения (кабели, токоограничители, магниты, моторы, генераторы, накопители энергии).



В силовых применениях сверхпроводники позволяют снизить энергопотери и сократить массогабаритные показатели оборудования. Отсутствие электрического сопротивления позволяет использовать сверхпроводники для эффективной передачи электроэнергии.

Замена медной обмотки в трансформаторах на сверхпроводящие провода позволит уменьшить потери электроэнергии на 80-90% и снизить общую массу примерно в 2-3 раза. Исключение трансформаторного масла делает сверхпроводниковый трансформатор пожаробезопасным и экологически безупречным. Большая устойчивость к работе при перегрузках позволит заменить традиционный трансформатор менее мощным сверхпроводниковым, а уменьшенное старение изоляции из-за низких рабочих температур и отсутствия температурных градиентов позволит увеличить время эксплуатации.

## Будущее сверхпроводимости



Через 10-20 лет сверхпроводимость будет широко использоваться в энергетике, промышленности, на транспорте и гораздо шире в медицине и электронике. Внедрение СП-технологий приведет как к простой замене традиционного оборудования на более эффективное сверхпроводящее, так и к изменениям структурного характера и к появлению совершенно новых технологических нововведений. В электронике сверхпроводимость найдет широкое применение в компьютерных технологиях. Здесь сверхпроводящие элементы могут обеспечивать очень малые времена переключения, ничтожные потери мощности при использовании тонкопленочных элементов и большие объемные плотности монтажа схем. Потенциально наиболее выгодное промышленное применение сверхпроводимости связано с генерированием, передачей и эффективным использованием электроэнергии.

Например, по сверхпроводящему кабелю диаметром несколько сантиметров можно передавать столько же электроэнергии, как и по огромной сети ЛЭП, и при этом с очень малыми потерями. Более того, в связи с неизбежным изменением географии основных центров источников энергии (например, нефть/газ в районе шельфа и континентальной части Северного Ледовитого океана и Антарктиды, солнечная энергия – пустыни Африки и Австралии и т.д.), сопровождаемым отдалением от основных центров потребления, проблема повышения передаваемой мощности на большие расстояния при минимизации потерь становится всё более актуальной.

Сверхпроводниковые технологии чрезвычайно привлекательны для применения на флоте – как гражданском, так и военном. Сверхпроводниковые приводы и генераторы отличаются высокой компактностью при массе в 2-3 раза меньшей, чем у традиционных аналогов и обладают высокой тягой даже на низких оборотах. Отказ от механических редукторов и переход к прямому приводу гребного винта электродвигателем существенно поднимает КПД силовой установки. Уровень вибраций и шумов также значительно ниже, что важно не только для военных применений, но и для круизных лайнеров и рыболовецких судов. С развитием СП-технологий сверхпроводящие двигатели найдут широкое применение также и в самолетах и на автомобильном транспорте. Инженеры давно уже задумывались о том, как можно было бы использовать огромные магнитные поля, создаваемые с помощью сверхпроводников, для магнитной подвески поезда (магнитной левитации). За счет сил взаимного отталкивания между движущимся магнитом и током, индуцируемым в направляющем проводнике, поезд двигался бы плавно, без шума и трения и был бы способен развивать очень большую скорость.



Единственная в мире действующая пассажирская магнитно-левитационная (но не сверхпроводящая) железнодорожная линия протяженностью 30,5 км расположена в Китае. Строительство сверхпроводящей железной дороги запланировано в Японии.

Предполагается, что линия длиной 290 км соединит Токио и район в центральной Японии. Используемая технология подразумевает использование электродинамической подвески на сверхпроводящих магнитах, установленных как на поезде, так и на трассе. Тестовые испытания были успешно проведены еще в 2003 г., в их ходе был поставлен мировой рекорд скорости передвижения поезда (581 км/час). Ожидается, что дорога будет введена в эксплуатацию к 2020 г.

В перспективе возможны проекты совместной прокладки криотрубопроводов и железных дорог. Возможность ускорения макроскопических объектов электромагнитным полем найдет свое применение также на аэродромах и космодромах, где СП-магниты будут обеспечивать взлет/посадку воздушным судам и космическим кораблям. Рассматриваются также возможности применения сверхпроводящих магнитов для аккумуляции электроэнергии в магнитной гидродинамике и для производства термоядерной энергии (токамаки). Данные технологии, как известно, способны кардинальным образом изменить облик мировой энергетической системы.



# Используемые ресурсы:

- \* [http://www.superox.ru/application\\_superconductivity.htm](http://www.superox.ru/application_superconductivity.htm) Применение сверхпроводников
- \* [http://class-fizika.narod.ru/10\\_9.htm](http://class-fizika.narod.ru/10_9.htm)
- \* <http://www.physbook.ru/>
- \* <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D1%E2%E5%F0%F5%EF%F0%EE%E2%EE%E4%E8%EC%EE%F1%F2%FC> Сверхпроводимость
- \* <http://www.krugosvet.ru/node/38982> Сверхпроводимость

