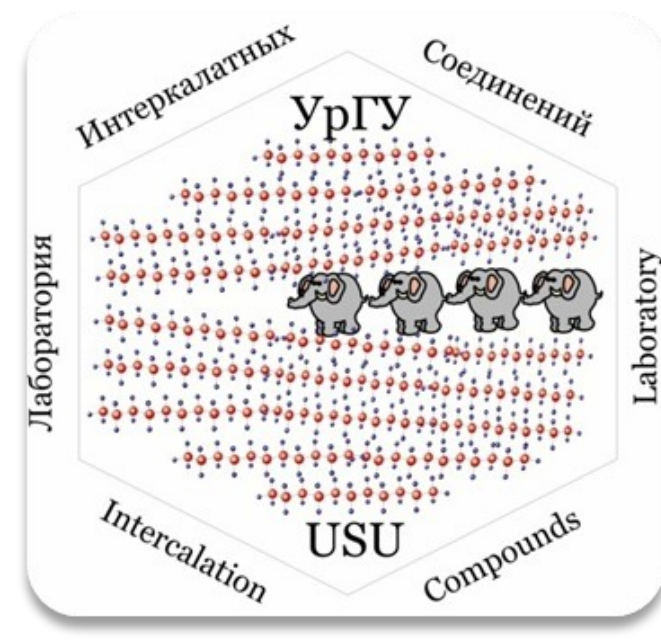


Интеркалатные соединения -

светлое
будущее
человечества!



Ну вот. Если уж заговорили о химии, то нужно наверное сначала сказать, из чего наши материалы состоят. Для начала напугаем вас длинным и сложным названием соединений - интеркалатные соединения на основе дихалькогенидов титана. Что, страшно? Столько слов - и все непонятные. Начнём, наверное, с конца. Под словом «халькоген» понимаются три элемента из таблицы Менделеева - это сера, селен и теллур. Приставка «ди» означает, что на элементарную ячейку (т.е. самую маленькую часть кристаллической решётки, размножив которую в любом направлении мы получим всю кристаллическую решётку целиком) приходится два атома этого самого халькогена. Под словом же «интеркаляция» понимается обратное внедрение атомов, ионов или даже целых больших молекул в межслоевое пространство, так называемую Ван-дер-Ваальсову щель (см. рисунки 1 и 2).

Дорогие абитуриенты, студенты и просто проходящие мимо! Если вы остановились перед этим стендом, значит либо 1) вам безразлична судьба отечественной науки, либо 2) просто глаз зацепился за красивые картинки. Вне зависимости от того, какая причина вынудила вас начать чтение сего текста, рекомендуем дочитать до конца - возможно, перед вами откроется хоть малая (мы бы даже сказали, крошечная) часть того, что учёные называют «тайной природы».

Итак....

Начнём, пожалуй!

Мы физики, занимаемся физикой твёрдого тела, точнее, той её частью, которая связана с электрон-фононным взаимодействием. Ну, если слово «электрон» вам знакомо, то слово «фонон», вероятно, вызывает некоторые вопросы. Поэтому попробуем объяснить, что же это такое. Представим, что есть у нас под рукой кристаллическая решётка. Абсолютно любая. Поваренная соль, например. В строго определённых местах этой решётки (называемых узлами) сидят атомы. Но атомы не просто так сидят, а колеблются. Узел — это положение равновесия, а не строго определённое положение атома. Так вот. Распространение этих самых колебаний по кристаллической решётке — это волна. Но при этом эту же волну можно в некоторых случаях рассматривать как частицу. И вот эту самую частицу и называют фононом. В физике элементарную частицу чего-то называют квантом. Таким образом, фонон — это квант колебаний кристаллической решётки.

Но электрон-фононное взаимодействие живёт только в материалах. Поэтому существенной частью нашей работы является поиск и синтез новых материалов, с новыми параметрами электрон-фононного взаимодействия, а заодно, и новым набором физических свойств.

Поэтому, существенной частью нашей работы является и химическая деятельность.

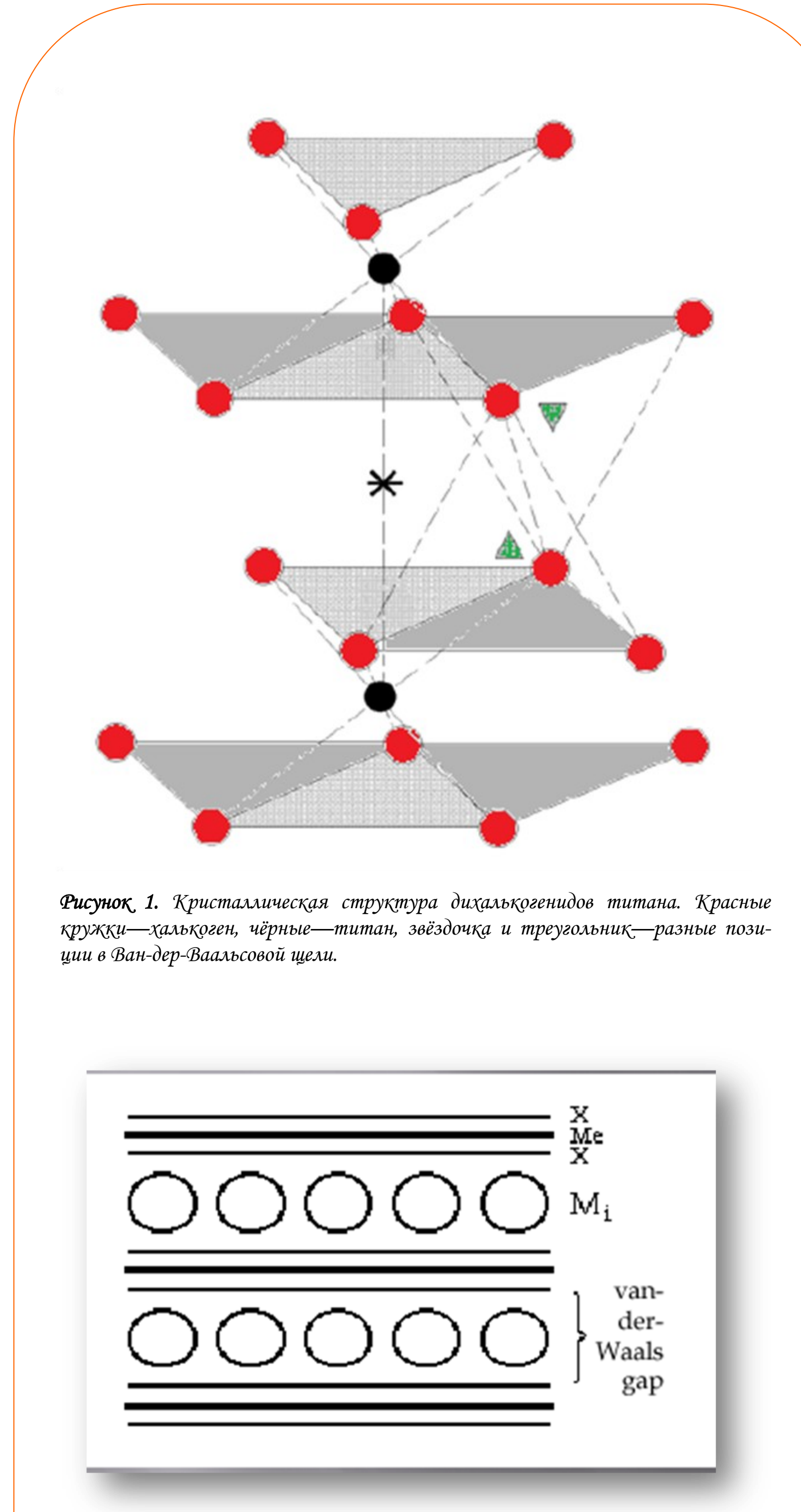


Рисунок 1. Кристаллическая структура дихалькогенидов титана. Красные кружки — халькоген, чёрные — титан, звездочка и треугольнички — разные позиции в Ван-дер-Ваальсовой щели.

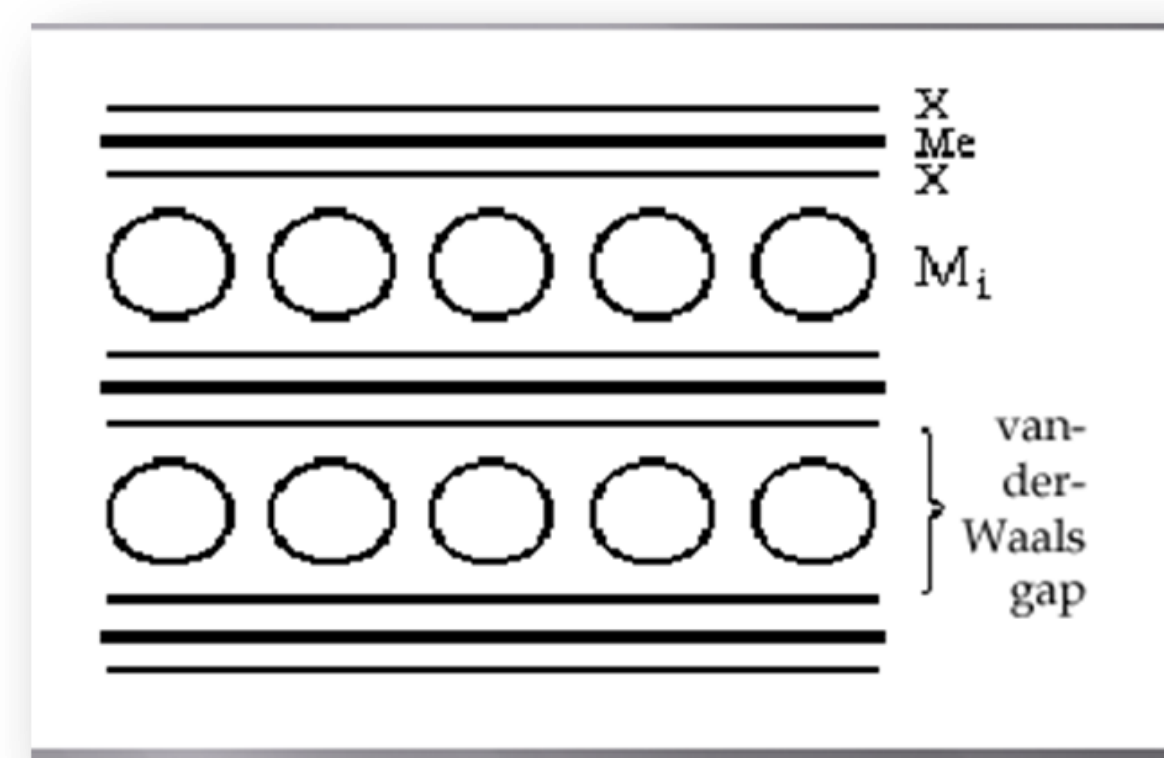


Рисунок 2. Схематическое изображение слоистости материалов. Слои слёб Халькоген (X) - Титан (Me) - Халькоген (X) разделены пустым промежутком — так называемой Ван-дер-Ваальсовой щелью.

Разумеется, вы спросите — и что, много возможно этих самых материалов? Поди что уже БОЛЬШАЯ часть их исследована и делать тут больше нечего... Как бы ни так! Да, мы синтезировали уже много разных разновидностей: Cr_xTiSe_2 , Mn_xTiSe_2 , Fe_xTiTe_2 , Co_xTiTe_2 , Cr_xTiTe_2 , Ag_xTiSe_2 , Ag_xTiTe_2 , Ag_xZrTe_2 , Ag_xZrSe_2 , а также некоторые системы с редкоземельными элементами. Плюс проведена интеркаляция дихалькогенидов титана молекулярными комплексами: металлорганическими и органическими молекулами (рисунок 3) и мономолекулярными слоями кубических монокалькогенидов простых и редкоземельных металлов (рисунок 4). О! Это составляет ВСЕГО порядка 2% от всего разнообразия материалов. Так что поле деятельности поистине неограниченно!

Здесь показано, какой радостью можно заполнять Ван-дер-Ваальсову щель (ту, которая обозначена звездочкой на рисунке 1 и большими кружками на рисунке 2)

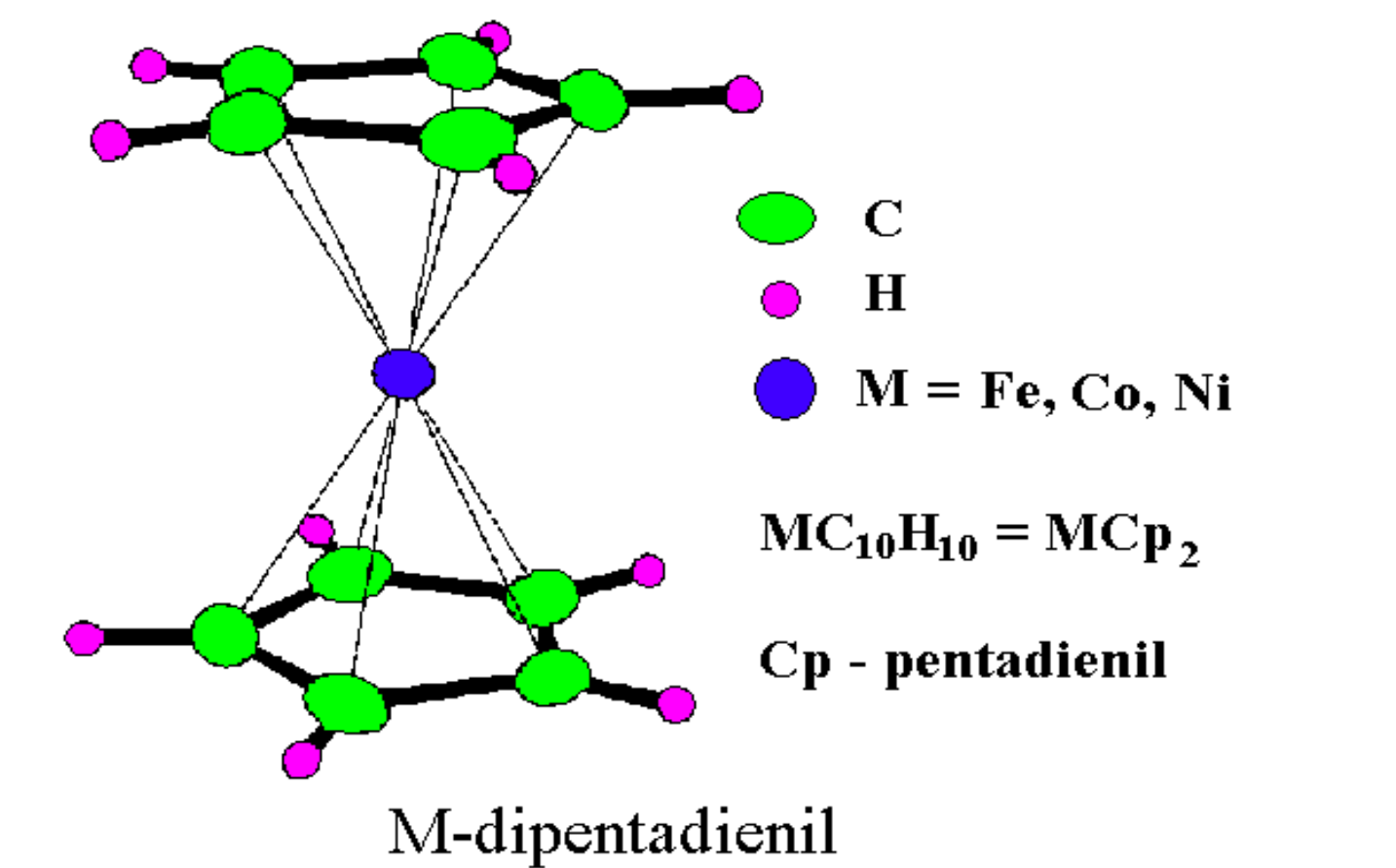


Рисунок 3. Металлоорганическая молекула, называемая металлоеном. Сверху и снизу находятся пентадиенильные группы, а между ними — металл. Этим металлом может быть железо, кобальт или никель.

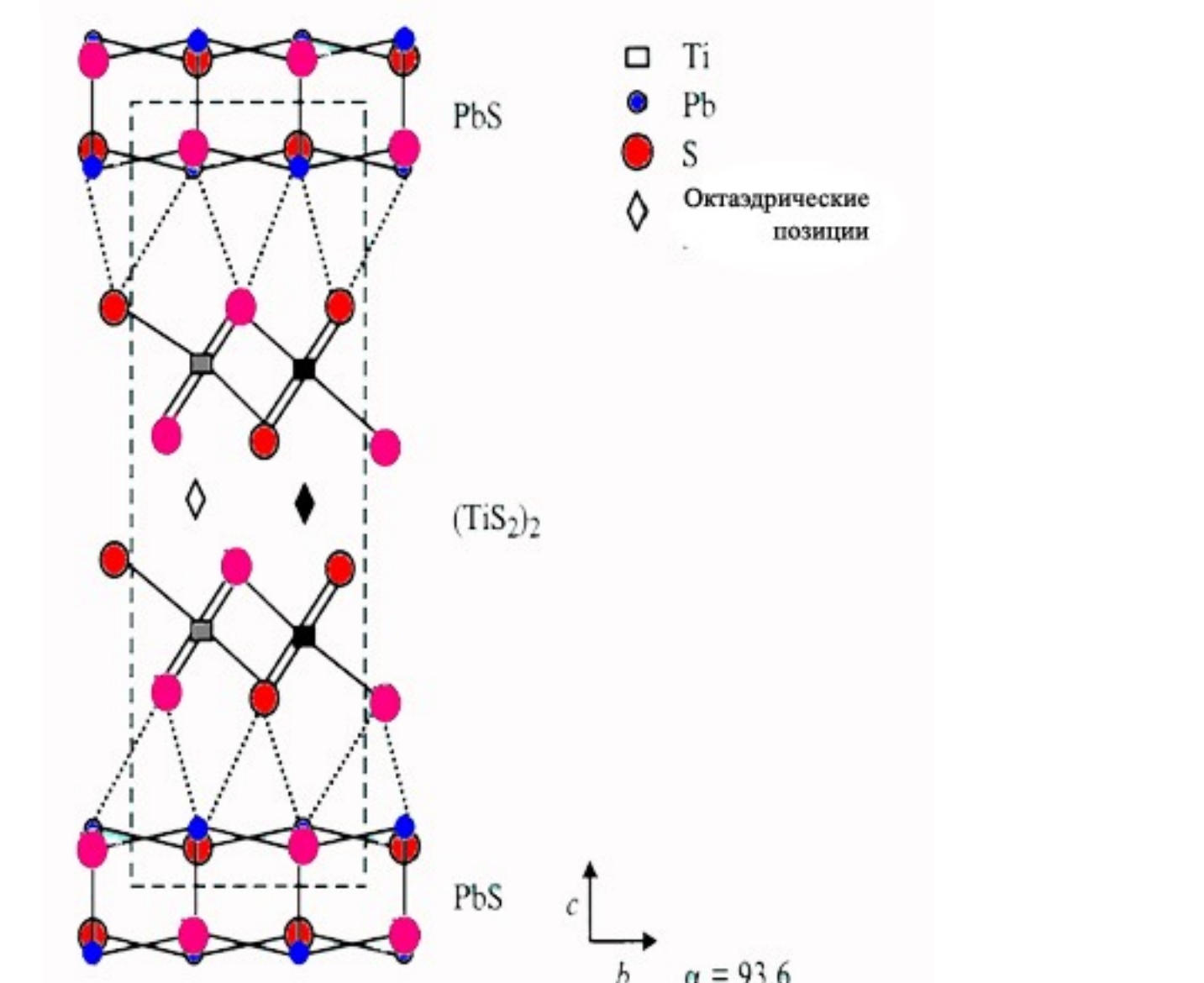
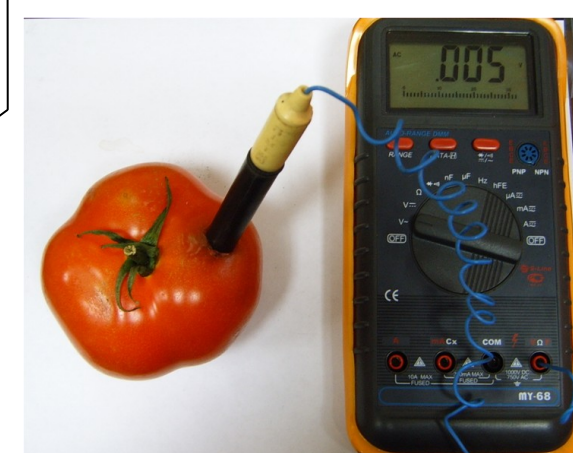


Рисунок 4. А здесь показаны интеркаляция мономолекулярными слоями кубических монокалькогенидов простых и редкоземельных металлов. Получающиеся материалы ещё называют мисфитами (то от двух английских слов: miss - неудача, отсутствие, и fit - подходит)

Теперь у вас, понятное дело, возник закономерный вопрос:
ЗАЧЕМ ВСЁ ЭТО???
А вот зачем:

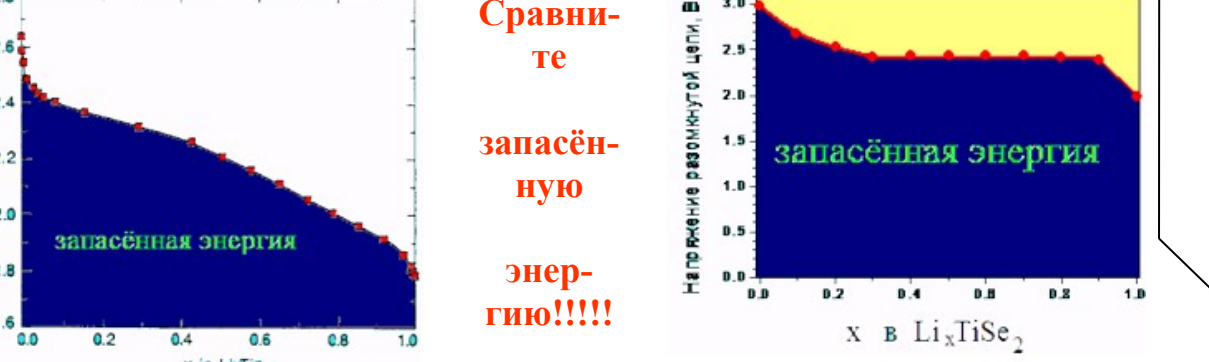
Уникальные ионселективные электроды для экспресс-диагностики

Нами разработана, запатентована и производится широкая гамма ионселективных электродов для химического анализа. В том числе, единственные в мире электроды для определения содержания $Co(II)$ и $Cr(III)$. Электрод для определения $Pb(II)$ с рекордной селективностью и устойчивостью к посторонним веществам.



Интервал определяемых концентраций $1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-1}$ моль/л. Точность определения характеризуется относительным стандартным отклонением, не превышающим 0,04 - 0,07.

Интеркалаты в литиевых аккумуляторах



Зависимость ЭДС от глубины разряда наиболее популярной батареи на основе системы $Li-TiSe_2$

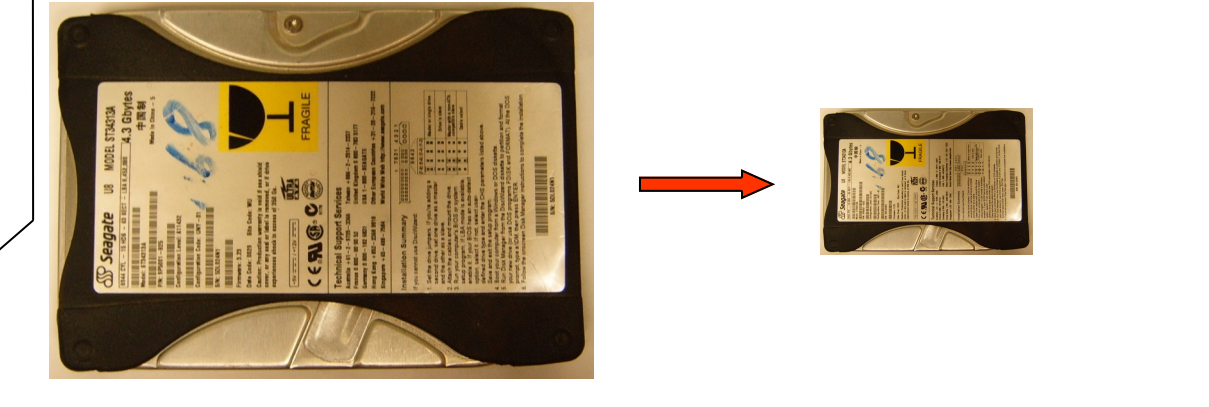


Это же самое для разработанной нами батареи на основе системы $Li-TiSe_2$

Интеркалаты с органическими молекулами

- 1) Возможна для рентгеновского излучения в направлении вдоль базисной плоскости в том числе для сверхструктурирующей литографии микроскоп — т.н. рентгеновский сканер. Ожидается разрешение до 0,5 - 0,7 нм.
- 2) Линия акустической задержки вдоль нормали к базисной плоскости.
- 3) Высокоанизотропные покрытия.

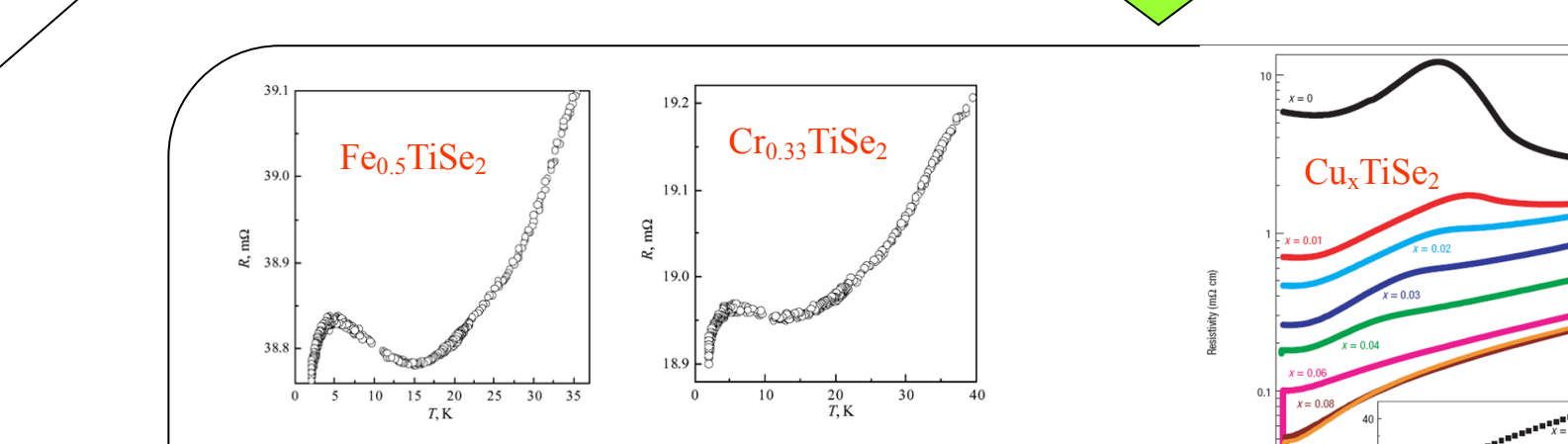
Материалы для спиновой электроники



Что, не нравятся большие жёсткие диски? А если мы сделаем магнитную головку (которая считывает информацию с дорожек диска) из материала со спиновой поляризацией (ну то есть электроны с противоположно направленными спинами в таком материале имеют разные энергии), это позволит нам существенно уменьшить размеры самого диска!!! И в материалах, интеркалированных хромом, такая поляризация ЕСТЬ!!!

Сверхпроводимость

Такое загадочное и многообещающее явление — сверхпроводимость. Сопротивление материала при определённой температуре резко уменьшается до НУЛЯ! А что это значит? А то, что электроны теперь движутся БЕЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ! Т.е. если мы возьмём сверхпроводник и согнём его в кольцо, то ток в нём будет существовать ВЕЧНО!!! Это вам ничего не напоминает? Конечно, идея создания Вечного Двигателя никогда не покидала человека. Сегодня существует много сверхпроводящих материалов, но к сожалению температуры перехода в это состояние слишком низкие. А нам-то надо, чтоб температуры были большими, чтобы можно было эти материалы использовать в хозяйстве (например, чтобы передавать ток по проводам). И вот, в 2005-м году впервые обнаружена сверхпроводимость дислендида титана, интеркалированного магнитными металлами.



А в 2006-м году обнаружена сверхпроводимость в системе $Cu-TiSe_2$. Пусть, что температуры перехода везде не такие чтоб большие (до 3 К), но ведь сверхпроводимость есть, а уж как повысить температуру перехода, мы придумаем!

ГДЕ НАС НАЙТИ?
Физический факультет, кафедра Физики конденсированного состояния вещества, к. 120 (корпус на ул. Куйбышева)
Титов Александр Натанович (зав. лабораторией)
Alexander.Titov@usu.ru
Меренцов Александр (аспирант)
Alexander.Merentsov@usu.ru
Титов Алексей (аспирант)
a.a.titov@mail.ru
Галиева Елена (аспирант)
physicsmet@yandex.ru

Мы в сети INTERNET:
www.physics.usu.ru/kfks (Кафедра физики конденсированного состояния)
www.interkalnad.ru и www.physicsmet.h10.ru
(лаборатория интеркалатных соединений)