

4 тур - 7 мая 2025

Вопрос для 5-7 классов.



ЛИТВАК Максим Леонидович

Профессор РАН

доктор физико-математических наук

заведующий лабораторией нейтронной и гамма-спектроскопии в Институте космических исследований РАН
руководитель бюро профессоров РАН Отделения физических наук РАН

<https://www.energia.ru/ktt/monographer/litvak.html>

<https://istina.msu.ru/workers/46762538/>

<https://iki.cosmos.ru/tag/maksim-litvak>

Вопрос «Фотографии с Марса»:

Современная космонавтика, стартовав в нашей стране с первого спутника и первого космонавта, достигла небывалых высот. Достижениями этой области науки мы пользуемся, практически, непрерывно (спутниковая связь, навигация, новые материалы и многое другое). При этом продолжаются и фундаментальные исследования. Так человечество научилось исследовать различные небесные тела с помощью управляемых беспилотных аппаратов. Перечислите все небесные тела, на которых удалось осуществить успешную посадку и работу космических исследовательских аппаратов.

В настоящее время на поверхности Марса работает марсоход Curiosity (<https://science.nasa.gov/mission/msl-curiosity>). Работа марсохода поддерживается специальным орбитальным аппаратом – искусственным спутником Mars Reconnaissance Orbiter, летающим по полярной круговой орбите с высотой 290 км над поверхностью Марса. Интересно, что один из основных исследовательских инструментов на борту этого ровера – нейтронный детектор, необходимый, в частности, для обнаружения воды, - был разработан и изготовлен в Институте космических исследований РАН, в т.ч. при участии автора вопроса (примечание организаторов: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11214-012-9892-2>).

Получаемую информацию (фотографии, научные и телеметрические данные) марсоход передает на Землю. Радиопередатчик марсохода позволяет передавать информацию со скоростью 1 Мб/с, однако его конструкция не позволяет передавать данные напрямую на Землю с разумной скоростью. Попробуйте предложить способ и оцените скорость эффективной передачи фотографий (каждая из которых имеет размер 1 Мб) на Землю.



«Селфи» марсохода Curiosity в кратере Гейла на Марсе 31 октября 2012 г.

Источник фото: <https://photojournal.jpl.nasa.gov/catalog/PIA16239>

Подробнее о Curiosity: <https://science.nasa.gov/mission/msl-curiosity/>

Одной из основных задач миссии Curiosity являлся поиск воды на Марсе, осуществлялся с использованием нейтронного детектора, разработанного и созданного российскими учёными в ИКИ РАН, при участии автора задачи(см. также <https://www.ioffe.ru/astro/Seminars/litvak25.pdf>).

4 тур - 7 мая 2025

Вопрос для 8-9 классов.



ДМИТРИЕВ Владимир Владимирович

Академик РАН

доктор физико-математических наук

Главный научный сотрудник Института физических проблем им. Капицы РАН

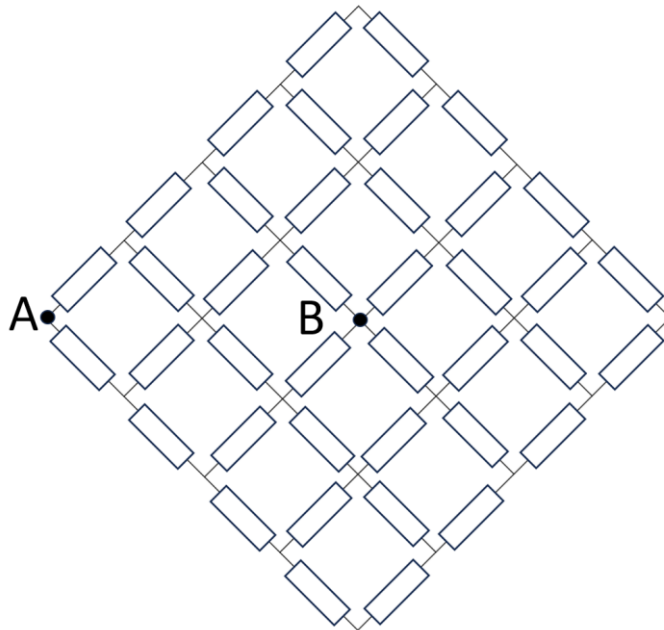
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Дмитриев,_Владимир_Владимирович_\(физик\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Дмитриев,_Владимир_Владимирович_(физик))

<https://kapitza.ras.ru/people/dmitriev/WelcomeK.html>

Вопрос «Сопротивление»:

4й тур викторины 7 мая приурочен ко Дню Радио. Наш соотечественник Александр Степанович Попов в этот день представил изобретенный им грозоотметчик — прибор по сути являющийся радиоприемником.

В радиотехнике расчёт электронных схем - это одна из основных задач. В связи с этим предлагается классическая задача расчёта оригинальной сложной схемы сопротивлений.



Вопрос: Чему равно электрическое сопротивление между точками A и B(см.рис.), если каждый резистор имеет сопротивление 1 кОм?

4 тур - 7 мая 2025

Вопрос для 10-11 классов.



САЛИХОВ Кев Минуллович

Академик РАН

доктор физико-математических наук

Руководитель научного направления физика в Казанском научном центре Российской академии наук

https://ru.wikipedia.org/wiki/Салихов,_Кев_Минуллович

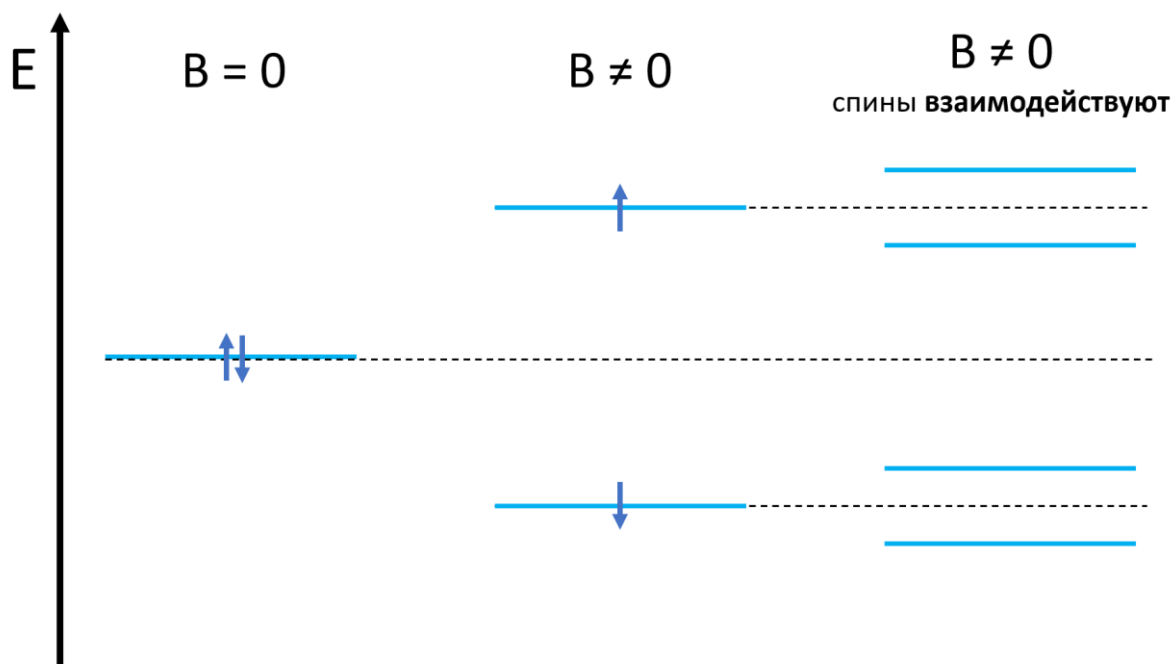
https://www.kfti.knc.ru/personal/salikhov/list.php?SECTION_ID=1898

Вопрос «Нанометрология с помощью электронного парамагнитного резонанса»:

В настоящее время расстояния между двумя атомами в больших молекулах могут быть измерены с помощью методов спектроскопии электронного парамагнитного резонанса в интервале расстояний от 1,5 нанометра до 8-10 нанометров.

Что такое электронный парамагнитный резонанс и как с его помощью можно измерить расстояние в нанометровом масштабе между атомами? Это оказывается возможным благодаря следующим обстоятельствам.

Вы уже знаете, что электрон имеет массу и заряд. Два электрона притягиваются друг к другу пропорционально произведению их масс. Благодаря заряду два электрона отталкиваются друг от друга, но электрон притягивается к положительно заряженным ядрам атомов. Однако, у электрона есть еще одно свойство: он имеет магнитный момент (типа стрелки магнитного компаса). Во внешнем магнитном поле спин электрона имеет только два стационарных состояния. Это было показано опытом Штерна-Герлаха, в котором пучок электронов пропусклся через неоднородное магнитное поле. Эти два состояния спинового момента электрона имеют разную энергию взаимодействия с внешним постоянным магнитным полем.



На схеме показаны уровни энергии спина электрона:

- без магнитного поля ($B=0$, слева), одинаковая энергия электронов с разными ориентациями спина,
- при включении магнитного поля (B не равно нулю, в центре схемы) уровни электронов электрона расщепляются, они разные для двух разных ориентаций спина электрона,
- если учесть еще и магнитное взаимодействие электрона с другим электроном, то уровни энергии далее расщепляются (уровни энергии справа на схеме).

Электроны можно перевести из одного состояния в другое, например, из самого нижнего уровня с на схеме справа можно перевести на самый верхний уровень. Для этого надо дать электрону дополнительную энергию. Для этого можно использовать квант переменного электромагнитного поля с такой частотой, чтобы энергия одного поглощенного кванта равнялась разности энергий выбранных состояний, между которыми происходит переход. Когда частота переменного поля совпадает с разностью энергии между двумя квантовыми состояниями спина электрона, спин электрона и внешнее переменное поле, как принято говорить, оказываются в резонансе. В условии резонанса выполняется закон сохранения энергии всей системы, т.е. энергия системы электрон+электромагнитная волна должна быть одной и той же до поглощения фотона и после поглощения фотона. Меняя частоту переменного магнитного поля (или индукцию магнитного поля B) можно измерить частоту всех возможных переходов между состояниями спинов.

Вот такой резонансный переход спина электрона был впервые наблюден Евгением Константиновичем Завойским в Казанском университете в 1944 году.

При переходе спина из одного состояния в другое, в котором его энергия возрастает (т.е. при вертикальном переходе вверх на схеме), происходит поглощение энергии переменного магнитного поля. В ЭПР эксперименте измеряется это поглощение.

Вопрос: Каким образом знание резонансных частот ЭПР позволяет найти расстояние между двумя электронами, локализованными на разных атомах?



Мемориальная доска во Франкфуртском институте в память об опыте Штерна-Герлаха

Источник: https://ru.wikipedia.org/wiki/Опыт_Штерна_—_Герлаха



Евгений Константинович Завойский(1907-1976)

Советский физик-экспериментатор. Первооткрыватель явления электронного парамагнитного резонанса

Подробнее:

<https://kfti.knc.ru/about-institute/zavoyskiy.php>

https://ru.wikipedia.org/wiki/Завойский,_Евгений_Константинович