



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Низкопотенциальный резонансный электролиз как метод получения водорода

«Физика»

Григорьева Александра Ростиславовна, Красавин Эдуард Михайлович (научный руководитель, Педагог - организатор), место выполнения работы: МБОУ "СОШ №1"

Есть целый ряд известных способов разложения воды: химический, термохимический, электролиз и другие, но все они обладают одним и тем же крупным недостатком - в технологическом процессе получения водорода используется дорогостоящая высокопотенциальная энергия, на получение которой, в свою очередь, затрачивается дефицитное ископаемое топливо (уголь, природный газ, нефтепродукты) или электроэнергия, вырабатываемая на электростанциях. Такое производство водорода, естественно, всегда будет оставаться неэкономичным и экологически опасным, а, следовательно, бесперспективным. Поэтому в современное время актуальным является вопрос о концентрации низкопотенциальной энергии до необходимых термодинамических параметров при синтезе водорода.

В ходе работы использовались, метод эксперимента. Проводилась экспериментальная проверка возможностей импульсного электролиза на плоских электродах и анализ полученных, в ходе эксперимента, данных.

В результате проделанной работы, изготовлена рабочая модель установки и проверены режимы её работы. Экспериментами доказана эффективность метода резонансного электролиза. Несмотря на все сложности в изготовлении и необходимость дальнейших исследований, мы считаем метод резонансного электролиза очень перспективным для развития энергетики будущего.

Метод резонансного электролиза воды является действительно достаточно эффективным для получения топливного газа и использования его в дальнейшем в перспективных энергетических установках; необходимо дальнейшее изучение процессов протекающих при резонансном электролизе, поскольку многие моменты изготовления установки не находят полного объяснения и проверялись только экспериментальным путём.

Список литературы:

1. Patent Corporation Treaty 4.344.831; 4.184.931; 4.023.545; 3.980.053 N PCT/US80/1362, опубликовано 30 апреля 1981;
2. Канарев Ф.М., Электролиз воды <http://kubagro.ru/science/prof.php?kanarev>.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Моделирование плазменной энергетической установки прямого преобразования энергии в лабораторных условиях

«Физика»

Доманова Мария Евгеньевна, Красавин Эдуард Михайлович (научный руководитель, Педагог - организатор), место выполнения работы: МБОУ "СОШ №1"

Целью данной работы является – разработка и создание модели плазменной энергетической установки прямого преобразования энергии. Разработка технологической схемы модели исходя из процессов, протекающих в рабочей зоне генератора. Разработка технологии получения стабильного потока ионизированной плазмы, в качестве рабочего тела генератора. На основе разработанных технологических схем, создание экспериментальной модели МГД –генератора (Фарадеевского типа) в котором, в качестве рабочего тела используется ионизированная плазма. Исследование рабочих характеристик модели.

Лабораторный эксперимент. Анализ результатов эксперимента. Моделирование процессов

Разработанные технологические схемы, позволили изготовить две экспериментальные модели МГД – генераторов фарадеевского типа с использованием разрядной и факельной плазмы. Исследование выходных параметров генераторов доказало эффект преобразования энергии плазмы в магнитном поле. Изготовленные демонстрационные модели МГД – преобразователей, несмотря на скромные выходные параметры по напряжению и току, показали принципиальную возможность подобного преобразования энергии.

При условии осуществления масштабных моделей, можно получить значительно более высокие выходные параметры тока, что предполагает их практическое использование.

Список литературы:

1. Р. Роза, Магнитогидродинамическое преобразование энергии, пер. с англ., М., 1970
2. В.Е. Голант, А.П. Жилинский, И.Е. Сахаров, Основы физики плазмы. М.: Атомиздат, 1977



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Исследование квантованных состояний нелинейных колебательных систем на примере аргументного маятника

«Физика»

Богатый Александр Александрович, Михедько Евгений Викторович (научный руководитель, педагог доп.образования), место выполнения работы: в ДДТ

Главная особенность нелинейных колебательных систем – наличие устойчивых дискретных амплитуд и отсутствие резонансных «скачков». Возникновение теории нелинейных колебаний связывают с именами Леонида Мандельштама, Александра Андронова и Николая Папалекси. В работе поставлена цель - исследовать условия возникновения различных состояний нелинейной колебательной системы при изменении ее амплитуды и параметров внешнего воздействия. Объект исследования – механические колебания в нелинейной системе, предмет исследования – внутренние и внешние параметры, влияющие на процесс протекания колебаний.

В процессе исследования собран аргументный маятник, на свободном конце которого помещен небольшой магнит, взаимодействующий с магнитным полем соленоида, питаемого от переменного тока. На первом этапе рассчитан размер катушки для получения устойчивых колебаний, на втором - выполнены расчеты квантованных амплитуд, на третьем - исследованы параметры колебаний при изменении напряжения и частоты переменного тока.

В результате подтверждена возможность воздействия внешним переменным полем на низкочастотный маятник для получения колебаний с частотой, близкой к собственной частоте колебательной системы. Режим колебаний маятника представляет стационарное устойчивое движение с самоподстраивающейся амплитудой. На количество возможных «квантованных» состояний влияют длина маятника и частота переменного тока. Изменение напряжения на катушке не влияет на значения амплитуд колебаний.

В исследуемом процессе колебаний прослеживается четкий механизм наличия обратной связи. Изучение нелинейных колебаний возможно не только в механических, но и в электрических системах (например, колебательный контур с диодом). В механике и электротехнике нелинейные колебания могут использоваться для создания генераторов, моторов, устройств, способных реализовывать режимы функционирования с дискретным множеством скоростей, частот и амплитуд.

Список литературы:

1. Андронов А. А., Витт А. А., Хайкин С. Э., Теория колебаний;
2. Кузнецов А. П. Лекции по теории колебаний и волн. Нелинейные колебания;
3. Пеннер Д., Дубошинский Д. Б., Дубошинский Я. Б. Колебания с саморегулирующимся временем взаимодействия;



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Исследование эффекта вращения тела в электростатическом поле

«Физика»

Телегин Глеб Сергеевич, Михедакко Евгений Викторович (научный руководитель, педагог доп. образования), место выполнения работы: в ДДТ, в школе

Среди огромного множества электродвигателей выделяют особые устройства, интерес к работе которых не иссяк и по сей день. Такие двигатели называются электростатическими. В основе их работы лежит принцип вращения тела в постоянном электрическом поле. Причем, как выяснилось в процессе исследования, вращаются в электростатическом поле, как диэлектрики, так и проводники. Нас заинтересовали физические процессы, лежащие в основе вращения тел в постоянном электрическом поле. Изучение данных процессов даст возможность разработать устройство преобразования энергии, в котором используется постоянное электрическое поле. В этом мы видим актуальность нашего исследования.

Для достижения основной цели работы нами изучен теоретический материал по теме исследования; проведены эксперименты по исследованию вращения тел, изготовленных из различных материалов, в электростатическом поле; разработана действующая модель двигателя и исследованы ее характеристики.

Изученные нами процессы дают возможность преобразовать энергию электрического поля в механическую. Мы убедились, что вращение диэлектриков в постоянном электрическом поле вызвано поляризацией материала, вращение проводников обусловлено возникновением «ионного ветра», количество оборотов двигателя зависит от величины подаваемого напряжения и от формы электродов, ротор можно заставить вращаться в любую сторону, наиболее эффективным является ротор, состоящий из проводников и диэлектриков.

Рассчитанный коэффициент полезного действия установки не высок, но мы считаем, что такие двигатели могут найти свое применение при использовании энергии природного электричества. Планируем в дальнейшем исследовать работу электростатического двигателя в условиях пониженного давления, т.е. в условиях, приближенных к космическим.

Список литературы:

1. Ильин А. Непонятно, но просто! // Журнал Юный техник, №4/2007;
2. Кузнецов В., Квитко В., Ефимов А. Исследуем варианты электростатического двигателя. // Журнал Двигатель, №2/2009г;
3. Лебедев В.С. Двигатель Герца-Квинке. // Журнал Потенциал, №12/2010г.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Физика в балете

«Физика»

Маркелова Диана Муразовна, Нечаева Татьяна Валентиновна (научный руководитель, учитель физики), место выполнения работы: в школе

Гипотеза: Знание законов физики и применение их в работе танцовщиков поможет им в исполнении танцевальных элементов, а также сможет уменьшить вероятность травмирования артистов. Цель: 1. Исследование влияния знаний законов физики на качество выполнения танцевальных элементов и их безопасность. 2. Научиться находить центр тяжести у предметов правильной и неправильной формы, рассчитывать частоту вращения при различном радиусе и установить зависимость угловой скорости от частоты вращения. Задачи: 1. Изучить литературу по данному вопросу с точки зрения физики и балетного искусства. 2. Познакомиться с законами равновесия тел и их вращения. 3. Научиться применять эти знания для выполнения исследовательских работ.

В работе используются следующие методы: Изучение научной литературы по теме исследования, работа с информацией в сети интернет, Наблюдение, эксперимент (три лабораторных работы), анализ, синтез, моделирование.

Практические работы №1,2,3: «Нахождение центра тяжести у предметов правильной и неправильной формы, а также расчёт частоты и угловой скорости» Выводы: 1) Устойчивое положение создается центром тяжести. 2) Научилась находить частоту вращения и угловую скорость при разных положениях тела. 3) Убедилась, что для увеличения частоты и угловой скорости вращения нужно приблизить части тела к оси вращения. 4) Если точки тела расположить дальше от оси вращения, то частота и угловая скорость вращения уменьшаются.

Танцор – это не только физически подготовленный человек, но и в какой-то степени физик. Ведь каждый номер должен быть идеально отработан, а без знаний физики — это достаточно затруднительно. Зная законы вращения и равновесия, а также умея управлять центром тяжести своего тела, я смогу более уверенно выполнять сложные элементы классического балета и избежать вероятность травмирования.

Список литературы:

1. Физика. 10 класс : учеб. Для общеобразоват. Учреждений: базовый и профил. уровни / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев, Н. Н. Сотский; под ред. В. И. Николаева, Н. А. Парфентьевой. – 19-е изд. - М.: Просвещение, 2010 – 366 с.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Изучение скользящего разряда по поверхности жидкости и возможности его использования для очистки воды от нефтепродуктов

«Физика»

*Якубовский Ярослав Александрович, Якубовская Элла Николаевна (научный руководитель, Учитель физики),
место выполнения работы: В школе*

Рассматриваются методы очистки жидкостей с помощью электрических разрядов различного типа. Большой интерес вызывают разряды, в которых в качестве электродов используется жидкость (водные растворы, электролиты, техническая и водопроводная вода). С помощью этих разрядов можно воздействовать на состояние электродной жидкости, вызывая в ней различные физико-химические процессы. Применение электрических разрядов в большинстве случаев сложны по своей структуре, их эксплуатационные затраты на очистку сравнимы с химическими способами различными реагентами, но они являются более экологичными и позволяют наряду с очисткой проводить обеззараживание воды. Цель работы: изучение скользящего разряда по поверхности жидкости и возможности его практического использования для очистки воды. Для реализации поставленной цели были намечены следующие задачи: • Провести анализ литературных данных о технологиях обработки воды электроразрядными способами. • Создать установку для получения поверхностного разряда в жидкости. • Установить факторы, которые оказывают наибольшее влияние на получение поверхностного разряда. • Определить возможность использования разряда для очистки воды от нефтепродуктов. Провести лабораторный эксперимент.

Нами было создано устройство для получения скользящего разряда на поверхности воды. Измерение массовой концентрации нефтепродуктов в обработанной воде проводилась флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». Измерялась концентрация нефтепродуктов после обработки импульсным электрическим разрядом и фильтрованием.

Выводы: -распространение разряда зависит от формы катода и приложенного напряжения; -обязательным условием появления скользящего разряда над поверхностью жидкости является наличие первоначального линейного пробоя воздуха между катодом и -поверхностью жидкости; -на основании эксперимента построены графики зависимости характеристик скользящего разряда; -доказана возможность очистки скользящим разрядом воды от поверхностных загрязнений нефтепродуктами; -предложен проект установки для очистки воды.

Мы предлагаем проект установки для очистки воды от нефтепродуктов. Установка может применяться для очистки воды от нефтепродуктов для малых предприятий: автомойках, станциях техобслуживания автотранспорта, ремонтных мастерских. Для очистки воды можно использовать небольшие установки, где вода перед фильтрацией будет распыляться и обрабатываться искровым разрядом.

Список литературы:

1. Баринов, Ю.А. О возможности очистки воды от поверхностных загрязнений нефтепродуктами с помощью электрического разряда в открытой атмосфере;
2. Белошеев, В.П. Лидерный разряд на поверхности воды в виде фигур Лихтенберга;
3. Красько, А.С. Техника высоких нап



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Влияние солнечной и геомагнитной активности на растительный и животный мир южного Байкала

«Физика»

Каргапольцева Марина Сергеевна, Ляхов Николай Николаевич (научный руководитель, Доцент, канд. физ.-мат. наук), место выполнения работы: Частное образовательное учреждение «Школа-интернат № 21 ОАО «РЖД», пос. Танхой Кабанского района Республики Бурятия

В настоящее время мировое сообщество все более стало осознавать важность исследований реальной трансформации в биосфере, связанной с влиянием гелиогеофизических и иных космических факторов, а не только с глобальными изменениями климата. При этом в качестве индикатора чаще всего используется относительное число солнечных пятен (число Вольфа), хотя физически более обоснованным является применение данных о геомагнитной активности. Задачи исследования: провести измерения годовых колец деревьев, спиленных на южном берегу Байкала; сделать выборку данных о численности популяции соболя из ежегодных отчетов Байкальского заповедника; на основе математической обработки и сопоставления полученных временных рядов с индексами солнечной и геомагнитной активности сделать вывод о характере их связи.

Вычисления среднегодовых значений индексов солнечной и геомагнитной активности по данным специализированных сайтов; метод скользящих средних; прямые измерения радиуса годовых колец деревьев с помощью штангенциркуля; математическая обработка данных и построение графиков с помощью Microsoft Office Excel.

Проведенные исследования показали: наиболее репрезентативными индексами, связанными с изменениями в биосфере являются геомагнитные; период изменения численности соболя соответствует периоду солнечной активности и составляет примерно 11 лет; изменения уровня геомагнитной активности опережают изменения в биосфере на 1-2 года в популяции соболя и около 4 лет в популяции байкальского омуля продуктивного возраста; наибольший прирост дерева наблюдается в периоды минимальной геомагнитной активности и наоборот.

Проведенные исследования показали, что идея связи геомагнитной активности с процессами в биосфере Земли актуальна и целесообразно продолжение исследовательских работ в этом направлении.

Список литературы:

1. Чижевский, А.Л. Земное эхо солнечных бурь. – Москва: Мысль, 1976 – 367 с.;
2. Мамонтов А.М. Оценка общих уловов омуля в озере Байкал//Лимнологический институт СО РАН;
3. Летопись природы Байкальского Государственного Природного Биосферного заповедника.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Использование поляризованного света в искусстве

«Физика»

Ерохин Артём Вадимович, Видякина Наталья Борисовна (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: МБОУ Гимназия №2

Свет – это электромагнитная волна (по теории Максвелла), в которой лучи движутся в различных направлениях. Будучи поперечной волной, свет может быть поляризован. Из всех световых явлений наиболее перспективным и наименее изучаемым в творческом направлении является поляризация света. Это явление хорошо наблюдается и может быть очень зрелищным, доставляя эстетическое удовольствие. Цель работы заключается в реализации путем эксперимента технологии получения произведений искусства с применением поляризации света. В работе раскрывается принцип явления поляризации и его практическое применение в различных областях деятельности.

Описаны технологии дизайна,использующие поляризованный свет на примере:-FRIZIONS «фризионы » - картины,полученные при помощи поляризованного света и льда. В качестве образца применялась замороженная вода,замороженные растворы различных веществ;- POLAGE «полаж»-красочные произведения,созданные без капли красок;- кристаллической живописи - опыты с кристаллами легли в основу нового направления изобразительного искусства.

Для достижения поставленной цели в ходе работы были проведены эксперименты по получению снимков – фризионов и снимков – полажей. В качестве образца для снимков – фризионов применялась замороженная вода (от одного до нескольких слоев), а так же замороженные растворы различных веществ. В качестве образца для снимков – полажей - целлофановая пленка (2 слоя).

Выполненные эксперименты доказывают, что технологии дизайна, появившиеся в результате внедрения поляризационных светофильтров, могут привести к созданию новых видов и жанров в искусстве фотографии и световых инсталляций.

Список литературы:

1. А.Г. Андреев, А.В. Семиколенов Поляризация световых волн.-Методические указания МГТУ им. Н.Э. Баумана.Москва 2014;
2. А.Пронина, МГХПА им. С.Г. Строганова Технологии художественной фотографии с использованием светофильтров.-Фотоника №5



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Прочностные свойства материалов, используемых для аддитивных технологий

«Физика»

*Шиберин Евгений Игоревич, Шиберин Игорь Владимирович (научный руководитель, инженер-исследователь),
место выполнения работы: СарФТИ НИЯУ МИФИ*

В последние десятилетия технологический уровень разработки и производства изделий для многочисленных отраслей характеризуется широким внедрением и распространением аддитивной технологии производства. На современных 3D-принтерах изготавливаются детали самолётов, космических аппаратов, инструменты, протезы и импланты, ювелирные изделия и др. Сегодня самым распространенным способом 3D-печати в мире, на основе которого работают миллионы 3D-принтеров – от самых дешевых до промышленных систем трехмерной печати, является технология аддитивного производства FDM (Fused deposition modeling) – послойное построение изделия из расплавленной пластиковой нити. FDM-принтеры работают с различными типами пластиков, самым популярным и доступным из которых является ABS и PLA.

Сжатие цилиндрических образцов при фиксированной скорости деформирования (определялся условный предел текучести); растяжение (на разрыв) плоских гантелевидных образцов при трех скоростях деформирования (определялся условный предел текучести и предел прочности). Исследования с образцами из трех различных пластмасс проводились на кафедре ТиЭМ СарФТИ НИЯУ МИФИ при помощи электромеханической испытательной машины AG-100kNX фирмы Shimadzu.

1. Наибольшее механическое сопротивление - PLA пластик, наименее прочный - «белый» ABS пластик. 2. При растяжении образцов, для трех разновидностей пластиков выявлен рост значения условного предела текучести при увеличении скорости деформации. 3. Наблюдаются значительные отклонения в результатах измерения прочностных характеристик, по видимому, связанные с отклонениями при изготовлении образцов: параллельности взаимных плоскостей в образцах на сжатие и не точности в изготовлении образцов на растяжение.

Исследования позволяют сделать выводы о механических свойствах изготавливаемой из таких материалов продукции и осуществлять контроль заявленных прочностных характеристик при смене поставщиков расходных материалов. В ближайшей перспективе мною планируется дополнить представленные исследования путем проведения испытания ABS и PLA пластиков на длительную прочность, ползучесть и релаксацию, испытания на трение и износ.

Список литературы:

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение. Машиностроение;
2. Батьков Ю.В., Богданов Е.Н., Научно-исследовательский центр по определению физико-механических характеристик конструкционных материалов.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Разработка и создание просветляющего покрытия на основе $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ для текстурированных кремневых солнечных элементов

«Физика»

Хоружий Кирилл Александрович, Невенчаный Юрий Никитич, Кудряшов Дмитрий Александрович (научный руководитель, Кандидат химических наук), место выполнения работы: Санкт-Петербургский академический университет – научно-образовательный центр нанотехнологий РАН, лаборатория возобновляемых источников энергии

Солнечная энергетика является активно развивающейся отраслью. Солнечную энергию можно преобразовать как в тепловую, так и в электрическую. Для преобразования в электрическую энергию используются солнечные элементы (СЭ), важнейшая характеристика которых КПД. Одной из возможных причин его снижения является существенное отражение солнечного света от поверхности СЭ. Существуют несколько способов уменьшения количества отражённого света: нанесение просветляющего покрытия и текстурирование поверхности СЭ определенным образом. Цель проекта: разработка технологии формирования просветляющего покрытия на основе слоев SiO_2 и Si_3N_4 , сформированных методом магнетронного распыления, для текстурированных кремневых солнечных элементов. Были определены характеристики осаждаемых слоев, рассчитаны параметры двухслойного покрытия, определена скорость роста отдельных слоёв покрытия при различных мощностях магнетрона. На основе рассчитанных данных была проведена серия экспериментов по росту покрытия и определены толщины слоёв, при которых отражение минимально. Измерен интегральный спектр отражения просветляющего покрытия в диапазоне длин волн 300 – 1200 нм. Изготовленное покрытие отражает в среднем 10 % света, что существенно меньше 36 % процентов, отражающихся от полированной поверхности кремния.

Формирование слоёв $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$ проводилось на установке ВЧ магнетронного распыления ВОР EDWARDS при мощности магнетрона 100 – 300 Вт и давлении 10-2 мбар. В качестве рабочих газов использовались Ar и (O_2 либо N_2). Использовалась кремниевая (99.9999%) мишень. Напыление слоев производили на подложках из Si(100) и кварцевых пластинах. Толщину определяли при помощи профилометра XP-1, показатель преломления - на эллипсомере HORIBA.

С помощью метода магнетронного распыления была изготовлена серия покрытий SiO_2 и Si_3N_4 , выращенных при различных мощностях магнетрона. Определены скорости роста данных пленок, а также коэффициент пропускания и показатель преломления. С учетом ранее рассчитанных значений толщин отдельных слоев и экспериментально полученных данных была изготовлена серия двухслойных просветляющих покрытий различающихся толщиной отдельных слоев и осажденных на кремниевую подложку, после чего были измерены спектры отражения.

Было разработано и изготовлено двухслойное покрытие на основе $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$. Измеренное значение коэффициента отражения в диапазоне длин волн 400 – 1200 нм составило 10 % процентов, что существенно меньше 36 % процентов, отражающихся от полированной поверхности кремния. Данное покрытие будет использоваться при изготовлении двухпереходного СЭ на базе лаборатории Академического университета РАН.

Список литературы:

1. Проектирование, изготовление и исследование интерференционных покрытий, Е.Н. Котликов, Г.А. Варфоломеев, Н.П. Лавровская, А.Н. Тропин, Е.В. Хонинаева.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Создание беспилотного планера для аэрофотосъемки местности

«Физика»

*Ревняков Кирилл Андреевич, Жунина Светлана Джуманазаровна (научный руководитель, Учитель физики),
место выполнения работы: дома*

Цель: Создать максимально экономичный планер для качественной аэрофотосъемки местности.
Задачи: 1 Изучить теоретический материал о видах летательных аппаратов, устройстве планера. 2 Разработать процесс моделирования и сборки, выполнить экономичную, экологически чистую и надёжную конструкцию. 3 Создать действующую модель с встроенной экшн - камерой. 4 Провести аэрофотосъемку местности. **Объект исследования:** безмоторный и беспилотный планер. **Предмет исследования:** возможность осуществлять аэрофотосъемку местности при помощи простого и безопасного устройства. **Гипотеза эксперимента:** при помощи небольших экономических затрат возможно решать важные государственные задачи. Актуальность данного проекта в том, что иногда человеку нужно увидеть событие под необычным углом, например, сверху. И именно такой аппарат, как планер, более всего подходит для этих целей по ряду причин: 1 Отсутствие двигателей, которые могут отказать. 2 Малое отклонение от курса. 3 Экономичность. 4 Отсутствие пилотов, которые могут погибнуть. В ходе выполнения работы мы познакомились с понятием аэрофотосъемки, ее возможностями; с устройством и принципом действия планера (качество планера, физика полета - в спокойном воздухе и восходящих потоках), законом Бернулли (возникновение подъемной силы крыла).

Методы исследования: сбор информации из научно - популярной литературы и интернет - источников, анализ, обобщение, лабораторный эксперимент по измерению подъемной силы крыла, разработка, построение и испытание моделей (схематичная, резиномоторная, тип "Пионер" с встроенной экшн - камерой).

1. Изучен материал, касающийся устройства планера и физики его полета. 2. Проведен эксперимент по определению подъемной силы крыла. 3. Построены и испытаны модели (схематичная, резиномоторная, тип "Пионер"). 4. Кабрирование устранено путем утяжеления носа планера. Даже самая простая модель показала хорошие летательные свойства: подъем, непрерывный длительный и плавный полет, мягкое приземление. 5. Проведен запуск с включенной экшн - камерой и осуществлена аэрофотосъемка местности.

Планер летает, используя потенциальную энергию и энергию восходящих воздушных потоков. При проверке на практике возможности планирования объекта тяжелее воздуха полностью доказана. Так же полностью подтвердилась гипотеза о том, что при помощи небольших экономических затрат и совершенно без затрат человеческих ресурсов возможно решать важные государственные задачи в области метеорологии, инженерии, туризма, охраны порядка и т. д.

Список литературы:

1. Анохин П. Л. Бумажные летающие модели. М.: ДОСААФ, 2009 г.;
2. Васильченко В. Кордовые летающие модели. М.: ДОСААФ, 2004 г.;
3. Рожков В. С. Строим летающие модели. М.: Патриот, 2007 г.;
4. Тарадеев Б.В. Летающие модели-копии. М.: ДОСААФ 2010 г.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Теория комплексных твисторов и загадка сингулярности

«Физика»

Гудков Евгений Леонидович, Митрофанов Юрий Александрович (научный руководитель, Педагог доп. образования), место выполнения работы: дома

Краткая постановка цели и задач исследования: В данной работе рассматривается новая вариация сигма – модели с учетом квантовой интерпретации теоремы Больцмана для применения её в качестве математической базы для описания взаимодействия инстантонов в частности её приложения для гипотетического нарушения симметрии странности элементарных частиц при спин –орбитальном взаимодействии. На основе этой гипотезы предложена модель нового математического пространства рефлексивного и гильбертова пространства по типу пространства Соболева рассмотрены двумерные спиновые цепочки на основе допущений радикала на координатах Риндлера рассмотрены три вида комплексных твисторов. Кроме струн Дирихле здесь освещены динамика струн Неймана и Виттена. Значимость и новизна исследования. Благодаря данной работе можно сформулировать нестрогое решение задачи конформности для струн Дирихле. Таким образом задача была решена частично для бустрапной фазы регуляции инстантона.

Методы проведения исследований: 1. Мысленный эксперимент. 2. Научные суждения согласно методологии Декарта (дедукция) 3. Индуктивное умозаключение 4. Построение логических рассуждений, на основе документальных свидетельств, (как следствие индукции).

Введены эти математические и космологические понятия: синтетическая геодезическая линия, рефлексивные полностью \ отчасти индуцированные твисторы, пертурбативные стационарные наблюдаемые пересмотрено применение принципа Ритца . Показано применение координат Риндлера в нелинейной сигма-модели Изучена метастабильная фаза инстантона. Убраны ограничительные константы теории высших спинов. Установлено - для черных дыр большую роль играют узловые векторы. Выведена лоренцевская система отсчета - конформный сверхпроводник.

В дальнейшем планируется транспонировать модель на группы Ли и другие неабелевы калибровочные группы симметрии.

Список литературы:

1. Инстантоны, струны и конформная теория поля(сборник статей) под редакцией А. Белавина;
2. Теория струн и М – теория. Современное введение К . Беккер , М. Беккер , Дж Шварц, Поль Дирак Собрание научных трудов том
- 3.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Изучение вызванных короткими импульсами напряжения отказов и восстановление их эксплуатационных свойств

«Физика»

Пацкевич Диана Дмитриевна, Миханова Юлия Геннадьевна (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: в школе

Светодиодное освещение в наше время довольно распространено. Прежде всего, по причине высокой энергоэффективности, надежности, небольших размеров и безопасности использования светодиодов. В ходе изучения особенностей строения и функционирования светодиодов, нами был обнаружен интересный эффект: вольтамперная характеристика (ВАХ) вышедших из строя светодиодов приобретает вид, характерный для исходных светодиодов, после воздействия на последние больших (до 130 мА) по величине токов в течении 5-20 с. Это и стало основой нашей работы. Цель работы - доказать возможность возвращения эксплуатационных свойств поврежденных короткими импульсами напряжения светодиодов и продемонстрировать «восстановление» их ВАХ в результате подачи тока большой величины. Способы продления срока службы приборов, в которых функционально предусмотрено наличие светодиодов, уже неоднократно изучались. Мы же своей работой предлагаем использовать для этой цели восстановление вышедших из строя светодиодов.

Мы определяли начальную вольтамперную характеристику светодиода с помощью характериографа, выводили светодиод из строя под действием коротких импульсов высокого напряжения, исследовали конечную характеристику вышедшего из строя светодиода. После чего, приступали к восстановлению ВАХ светодиодов под действием тока, превышающего допустимый предел. Для построения графиков использовали программу Origin.

Характеристики восстановленного светодиода практически не отличаются от характеристик исходного. Результаты: 1) светодиод может работать намного дольше, чем тот отрезок времени, что предписывается ему производителем, 2) разработан метод восстановления светодиода без применения специального оборудования, 3) выдвинуто несколько гипотез, объясняющих явление восстановления (об остаточном заряде и об избыточной концентрации точечных дефектов).

Результаты работы могут быть использованы для продления срока службы приборов, в которых функционально предусмотрено использование светодиодов с зелёным свечением. В дальнейшем мы планируем экспериментально проверить выдвинутые в работе гипотезы, а также найти зависимость возможности восстановления светодиода от типа полупроводникового кристалла.

Список литературы:

1. Левинштейн, М.Е., Симин, Г.С. Знакомство с полупроводниками, 1984 – 240 с.;
2. Левинштейн, М.Б., Симин, Г.С., Барьеры (От кристалла до интегральной схемы), 1987 – 320 с.;
3. Шуберт, Ф.Е. Светодиоды, 2008 – 496 с.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Система неразрушающего экспресс-контроля композитных и металлических изделий методом активной термографии

«Физика»

Редченко Владимир Олегович, Тарасов Олег Александрович (научный руководитель, Кандидат наук, учитель физики), место выполнения работы: Школа

Режим эксплуатации самолетов и вертолетов подразумевает их быструю диагностику во время стоянки. Помимо металлических деталей в летной технике широко используются композитные материалы. Из-за особой структуры последних, тепловизионный способ их диагностики наиболее приемлем. Тепловизионная диагностика деталей – это сложная техническая задача, требующая разработки специального программного обеспечения, по сложности сопоставимого с УЗИ и томографией. С другой стороны физические принципы распространения тепла в однородных и композиционных материалах одинаковы, и сравнительно просты, что позволяло надеяться на выявление скрытых дефектов в деталях из этих материалов, при наблюдении динамики распространения тепла в них. Поэтому для исследования были поставлены следующие задачи: Задачи исследования: 1) Рассмотреть металлические и композиционные материалы, используемые в авиационной и космической промышленности и их свойства. 2) Провести эксперимент по бесконтактной диагностике самостоятельно изготовленных композиционных материалов и металлических деталей летной техники.

Исследование проведено в рамках серии совместных проектных работ Физико-математической школы Тюменской области и ОАО «ЮТэйр-Инжиниринг», направленных на повышение скорости и точности неразрушающей дефектоскопии деталей и узлов летной техники. Научно-техническое сотрудничество с ведущей российской авиационно-технической базой вертолетов запланировано с учетом реальных проблем эксплуатации винтокрылой техники в условиях Западной Сибири.

Таким образом, мы опытным путем установили, что с помощью недорогого диагностического тепловизора (на примере Testo 871, 70тыс. руб.) можно определять не только внутреннее строение композита и профиль его толщины, но и качество его контакта с нижележащим основанием, а также оценивать геометрические размеры дефекта (его толщину или ширину).

Данная возможность будет удобна для первичного обнаружения дефектов авиационной техники. Таким образом, для сокращения времени диагностических работ и повышения их качества целесообразно использовать сначала термографическую систему, а затем на найденных дефектах точные классические способы.

Список литературы:

1. Морозов Г.А. Развитие методов неразрушающего контроля в авиации. — Контроль. Диагностика, № 7, 2002, с. 3-8.;
2. Вавилов В.П., Климов А.Г., Тепловизоры и их применения, М.: Интел универсал. 2002, - 88с.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Применение анизотропии ячеек Штейнера в новых композиционных материалах

«Физика»

Драцкая Альбина Ивановна, Скворцова Анастасия Андреевна (научный руководитель, Студентка 3 курса НИУ МАИ), место выполнения работы: МБОУ "Гимназия №5", город Королёв, Московская область, кружок "Юный физик - умелые руки"

Цель работы - создание нового лёгкого и прочного композиционного материала. В этой работе я изучаю арматурный каркас без наполнителя. Моей задачей было сделать каркас как можно легче. Каркас композиционного материала состоит из ячеек. Пока я изучаю только квадратные и кубические ячейки. Математическая задача для квадратной ячейки известна – это задача Штейнера о соединении четырёх вершин квадрата самой короткой линией. Решение – пять отрезков. Я получила это решение совершенно новым способом, глядя сбоку на мыльные плёнки на кубическом каркасе. Потом я решила более сложную задачу о соединении восьми вершин куба самой короткой линией. Это 13 отрезков, а не 12, как показывают мыльные плёнки на кубике. Техническая постановка задачи заключается в соединении множества самых лёгких ячеек Штейнера в одну конструкцию. Сначала нужно было соединить квадратные ячейки. Ячейка Штейнера похожа на жучка, поэтому две ячейки можно соединить двумя способами. Жёсткость и гибкость ячейки Штейнера разная в различных направлениях. Это свойство анизотропии жёсткости. Для достижения цели работы мне нужно было узнать и выразить в числах жёсткость и гибкость ячейки в разных направлениях. После этого надо было проверить правильность расчётов и сделать модель арматуры нового композиционного материала.

Я спаяла из проволоки три конструкции по 6 ячеек Штейнера. В первой арматуре переемычки расположены продольно, во второй поперечно, в третьей чередуются. По очереди закрепляла конструкции в штативе за один конец, подвешивала грузы к другому концу, измеряла прогиб. По первой и второй арматуре определила гибкость и жёсткость одной ячейки в разных направлениях, а потом пересчитала результат на третью арматуру. Сошлось. Ошибка 30%.

Ячейки в арматуре соединены последовательно, поэтому я измеряла не жёсткость, а обратную величину – гибкость. Если нагрузка приложена поперёк ячейки, ячейки расположены плашмя, то гибкость арматуры почти не зависит от способа соединения ячеек, она равна 7,8-9,7 мм/Н. Если сила приложена вдоль ячейки, то гибкость арматуры сильно анизотропна, она равна 0,6 мм/Н в самом жёстком направлении и 4,0 мм/Н в самом гибком направлении ячейки. Этот результат позволяет заранее задавать свойства материала.

Я применила свойства анизотропии жёсткости для создания образцов нового материала. Для этого предложила технологию эпоксидного литья в парафиновые формы, в которых вырезала ячейки Штейнера, соединённые по-разному для получения материалов с заданной гибкостью или жёсткостью. Моей арматурой заинтересовались строители. Я получила предложение от Компании «А-ГРУПП» сделать новую металлотрубу с ячейкой Штейнера для выставки МеталлЭкспо-2019.

Список литературы:

1. Сайт <https://youtu.be/DXPpcvVcnRI>;
2. Сайт <https://youtu.be/31ZpsofFEW0>;
3. Сайт <https://youtu.be/hRUs8yz1JeI>;
4. Сайт <https://youtu.be/vZOu-Ge6hD0>;

5. Сайт <https://youtu.be/4i38ltYQ0cw>.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Сонолюминесценция как новый источник энергии

«Физика»

Хаярова Елизавета Сергеевна, Отсутствует Отсутствует Отсутствует (научный руководитель, Отсутствует), место выполнения работы: Домашняя обстановка, без помощи лабораторных условий.

Сонолюминесценция – слабое свечение в жидкости, возникающее под действием ультразвуковых волн. В природе существует подобное явление на примере рака-богомла. Благодаря сверхпрочной броне, имея относительно маленький размер, они бьют с силой более полторы тысячи ньютонов. При закрытии клешни образуются маленькие и горячие пузырьки, создающие мощную ударную волну. Образующий небольшой пучек света называется сонолюминесценцией. В настоящее время для объяснения механизма сонолюминесценции существует две основные группы теорий: тепловые и электрические. Возникновение сонолюминесценции и звукохимических реакций обусловлено весьма эффективным концентрированием сравнительно невысоких энергии акустического поля внутри пузырьков, что приводит к образованию возбужденных молекул, в некоторых случаях, и ионов. В последнее мгновение своего коллапса, когда температура внутри своего кавитационного пузырька достигает тысяч градусов, он испускает короткую вспышку света. В экстремально температурных условиях внутри кавитационного пузырька зажигается реакция термоядерного синтеза. Первый из фундаментальных проблем при изучении сонолюминесценции и кавитации является исследованием электрической или тепловой природы сонолюминесценции в одно- и многопузырьковых кавитационных полях.

Определили, что на стадии «схлопывания», пар ведет обыкновенным образом, как и газ. Наблюдается несколько форм кавитационных пузырьков в жидкости: сферическая, радиальная и кумулятивные струи. Разработаны две гипотезы, насчет того, что происходит: - при нагреве пузыря, начинаются разные химические реакции. Большинство молекул взаимодействуют друг с другом. - внутри пузырька находятся другие субстанции.

Можно представить следующую последовательность процессов при пульсации пузырьков: увеличение их радиуса в результате всасывания растворенного в жидкости газа и достижения резонансного размера, возникновение деформаций, потеря устойчивости и расщепление. При расщеплении и деформации кавитационных пузырьков образуются локальные некомпенсированные электрические заряды и возникает локальная напряженность электрического поля, превышающая критическую.

Перспективы применения: -сверхминиатюрная химическая лаборатория; -запуск термоядерной реакции, -акустическая камера; -запуск термоядерного реактора. В ближайшем будущем явление будет наконец понятным в деталях и, возможно, найдет свое применение в науке и может быть даже в быту.

Список литературы:

1. Маргулис М.А. УФН, 2000, Вып.3, С. 263-287;
2. Хаярова Е.С. Сонолюминесценция как новый источник энергии// Журнал «Научный журнал»10(33) 2018-Т.2.-С. 8-11



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Получение графитопластика

«Физика»

Михайлюк Родион Андреевич, Шубин Анатолий Николаевич (научный руководитель, учитель), место выполнения работы: гимназия

В данной работе были изучены физические, химические и защитные свойства графита и пластика. На основании полученных данных было решено создать новый материал – графитопластик, который был получен путём плавления раздробленного графита с нарезанным пластиком. В результате получился псевдосплав графита и пластика, который обладает свойствами металлического проводника. Информационные электронные средства дают понятие графитопласта, который используют в мебельном покрытии, но нет понятия графитопластика. В своей работе мы создали новый материал – соединение графита и пластика, которое можно использовать в электротехнике как проводник электрического тока, а также для защиты от нейтронного излучения. Изучить научную литературу по электрическим и защитным свойствам графита и полиэтилена, из которого изготовлены пластиковые бутылки. Получить новый материал на основе соединения графита и пластика. Определить плотность нового материала. Провести серию опытов по изучению электропроводности нового материала – графитопластика. Изучить защитные свойства нового материала от нейтронного излучения. Улучшить экологическое состояние окружающей среды, так как для получения данного материала используется вторичное сырьё – использованные пластиковые бутылки.

Методы исследования: - теоретический; - экспериментальный; - сравнительный; - моделирование. Оборудование: духовая печь, железная ёмкость, нарезанный пластик, раздробленный графит, весы с разновесом, мензурка, вода, образцы графитопластика, источник постоянного тока, миллиамперметр, вольтметр, соединительные провода (крокодильчики), образцы графитопластика.

1. Получение образцов графитопластика; 2. Определение плотности графитопластика; 3. Определение электропроводности, сопротивления и удельного сопротивления графитопластика; 4. Проверка сопротивления образцов графитопластика с помощью самодельного прибора омметра и термометра. Практическая значимость: результаты исследования могут быть полезны в создании защитных материалов от нейтронного излучения, а также как новый вид проводника электрического тока.

Экспериментально доказали, что графитопластик обладает электропроводностью. Удельное сопротивление графитопластика превышает удельное сопротивление графита в 4,4 раза, а по сравнению с нихромом (сплав) в 52 раза. На этом я не останавлиюсь, в моих планах провести исследования образцов графитопластика по защите от нейтронного излучения в институте радиобиологии Национальной академии наук Республики Беларусь.

Список литературы:

1. Беккерт, М. Мир металла / М.Беккерт. – М.: Мир, 1980 – 67 с.;
2. Графит: характеристики, сфера использования материала [Электронный ресурс]. – 2018 Режим доступа : <http://uglerod.com/grafit/>. – Дата доступа: 23.03.2018



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Исследование физико-химических характеристик и особенностей структурирования водных растворов производных эндометаллофуллеренов методом малоуглового нейтронного рассеяния

«Физика»

Орлова Виктория Анатольевна, Суясова Марина Вадимовна (научный руководитель, научный сотрудник ЛХСУМ НИЦ КИ), место выполнения работы: ЛХСУМ НТИЦ «Углеродные структуры» НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ

Склонность фуллеренов и их водорастворимых производных к агрегации отмечена исследователями давно и изучается уже на протяжении многих лет [1]. Известно, что способы экстракции и синтеза водорастворимых производных фуллеренов влияют на склонность молекул к формированию крупных кластеров [2]. Для производных эндометаллофуллеренов (ЭМФ) тенденции к агрегации имеют непосредственное практическое значение, так как именно благодаря образованию кластеров водорастворимые производные парамагнитных эндофуллеренов существенно увеличивают контрастность МРТ-изображения [3]. К сожалению, поведение различных производных эндометаллофуллеренов, в особенности комплексов с биосовместимыми полимерами, до сих пор слабо изучено. В связи с описанными проблемами была поставлена цель работы – изучить физико-химические характеристики и особенности структурирования водных растворов полимерных производных эндометаллофуллеренов гадолиния и самария методом малоуглового нейтронного рассеяния. Термины: фуллерены, эндометаллофуллерены (ЭМФ).

Для исследования особенностей структурирования производных эндометаллофуллеренов было измерено малоугловое рассеяние нейтронов в их водных растворах на дифрактометре «ЮМО». Полученные из эксперимента сечения были аппроксимированы модельной функцией рассеяния [4]. Использованное научное программное обеспечение: OriginLab 7.0, Microsoft Office. Работа выполнена в ЛХСУМ НТИЦ «Углеродные структуры» НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ.

В работе исследовано поведение водных растворов производных ЭМФ гадолиния и самария с поливинилпирролидоном. Аппроксимацией данных малоуглового нейтронного рассеяния рассчитаны радиусы корреляции, фрактальные размерности и другие параметры. Установлено, что структурная организация комплексов ЭМФ гадолиния и самария не меняется существенным образом при вариации концентрации от 0,5 до 5% масс. В растворах присутствуют малые кластеры радиусом $R_1 \sim 1-2$ нм и крупные объединения агрегатов с радиусом корреляции $R_2 \sim 12-16$.

Результаты работы носят фундаментальный характер и могут быть полезны при внедрении водорастворимых производных фуллеренов в биомедицину в качестве МРТ-контрастирующих агентов и изотопных противоопухолевых препаратов. Одним из путей развития работы является проведение математического анализа корреляционных функций, полученных с помощью Фурье-преобразования исходных экспериментальных данных.

Список литературы:

1. В. Н. Безмельницын. Успехи физ. наук. 1998 №168.с.1195–1220.;
2. E. Nakamura. Acc. Chem. Res. 2003 V. 36 p. 807-815.;
3. S. Laus. J. Am. Chem. Soc. 2005 V.127 p. 9368-9369.;
4. М. В. Суясова и др. ЖПХ. 201
5. Т. 88, с. 60–68



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Исследование явления дифракции на примере лучистого фонаря

«Физика»

Цветкова Алина Николаевна, Цветкова Светлана Евгеньевна (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: дома

Лучи, появляющиеся на фотографиях — широко известное явление. Как они появляются? Чтобы разобраться начнем с того, что фотоаппарат собирает свет, падающий на объектив, и концентрирует его в очень маленькой области, т.е. в диафрагме. В силу своей волновой природы свет огибает препятствия, рассеивается, отклоняется от своего первоначального направления, что и может приводить к появлению на изображении лучей, исходящих из источника света. Но как именно образуются лучи и от чего зависят их характеристики?

В данной работе были использованы такие методы, как: фотосъемка, работа с источниками, эксперимент, сравнение и анализ. Основные инструменты: цифровой фотоаппарат, источник света, программа MATLAB.

Было изучено явление дифракции на примере лучистого фонаря. Выяснено от чего зависят характеристики лучей. Если диафрагма объектива имеет нечётное число лепестков, то число дифракционных лучей будет вдвое превышать число лепестков диафрагмы. Если же число лепестков чётное, то количество лучей окажется равным числу лепестков. Лучи возникают из-за дифракции Френеля. В ходе работы с программой Matlab было выяснено от чего зависит интерференционная картина.

Мной были рассмотрены характеристики лучей, появляющихся на фотографии. В дальнейшем я планирую рассмотреть возможные варианты устранения лучей и варианты их усиления на снимке. Это может быть применено в астрономии и в производстве фототехники.

Список литературы:

1. Г. Я. Мякишев, А. З. Сияков Физика, оптика. – М.: Дрофа, 2002;
2. Н. И. Калитеевский Волновая оптика;
3. Сайт <http://save-spv.narod.ru/opt/403.pdf>;
4. Сайт http://cito-web.yspu.org/link1/lab/lab_op8/node3.html#labr_8_r_
- 5.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Сборка различных моделей теплового двигателя Стирлинга в домашних условиях и изучение их характеристик

«Физика»

*Феоктистов Владислав Сергеевич, Краснова Валентина Александровна (научный руководитель, учитель физики),
место выполнения работы: ГБОУ СОШ №1 "ОЦ" ж.-д. ст.Шентала*

Двигатель Стирлинга, некогда известный, был надолго забыт из-за широкого распространения другого мотора (внутреннего сгорания). Но сегодня о нем слышно все больше. Может быть, у него есть шансы стать более популярным и найти свое место в новой модификации в современном мире? Целью данной работы является сборка различных модификаций двигателя Стирлинга, их апробация в домашних условиях, вычисление и сравнение мощностей и КПД установок с различными охладителями. Задачи, решаемые в работе: 1) Изучить и проанализировать литературу по избранной теме. 2) Собрать действующие модели гамма и альфа Стирлинга. 3) Определить мощность и КПД установок. 4) Рассмотреть возможности применения данной модели на уроках физики как наглядное пособие. Двигатель Стирлинга — тепловая машина, в которой жидкое или газообразное рабочее тело движется в замкнутом объеме, разновидность двигателя внешнего сгорания. Основан на периодическом нагреве и охлаждении рабочего тела с извлечением энергии из возникающего при этом изменения объема рабочего тела.

Для достижения цели и подтверждения гипотезы использованы следующие методы: поисковый, эвристический, исследовательский, анализа и сравнения, систематизации и обобщения, доказательства гипотезы, планирование исследования, оформление результатов проведенного исследования. Использовались подручные материалы, инструменты для сборки моделей, мультиметр (для измерения напряжения и силы тока).

Были созданы следующие модели: 1) Первая модель одноцилиндрового двигателя Стирлинга с воздушным охладителем модификации гамма; 2) вторая модель четырехцилиндрового двигателя с рабочим цилиндром из шприцов модификации гамма; 3) третья модель четырехцилиндрового двигателя с рабочим цилиндром из мембраны с водяным охладителем модификации гамма; 4) двигатель Стирлинг с водяным охладителем модификации альфа. Мощность, КПД различных моделей двигателя Стирлинга зависят от объема цилиндров, типа охладителя, разности температур нагр

Я собрал три действующие модели гамма и одну альфа модификации двигателя Стирлинга, а также вычислил мощность и КПД третьей модели гамма и альфа двигателей с различными охладителями и сравнил их. Модели можно использовать на уроках физики.

Список литературы:

1. Сайт <http://gildiam.ru/Portals/0/doc/literature/Stirlinging.pdf>;
2. Сайт http://www.rosinmn.ru/ecovillage/STIRLING_stirling.htm;
3. Сайт <http://mashintop.ru/articles.php?id=3240>; Машина Стирлинга. С.А.Киров и др. - Уч. пособие – М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2018,



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Прецизионное измерение температуры акустическим методом

«Физика»

Журав Илья Алексеевич, Балусов Сергей Станиславович, Богданов Сергей Витальевич (научный руководитель, Начальник лаборатории, к.ф.-м.н), место выполнения работы: Дом Юных Техников, г. Королев.

Международным бюро мер и весов в 2018 году было принято решение пересмотреть определения килограмма, ампера, моля, градуса кельвина на основе физических констант. В частности, градус кельвина теперь будет определяться методом определения скорости звука в одноатомном газе с учетом закрепленного значения постоянной Больцмана. Основной задачей исследования предлагается изготовить цилиндрический резонатор, как более простой и технологичный, собрать схему генерации и детектирования ультразвуковых колебаний на пьезокерамических излучателях, схему управления на контроллере Arduino и схему поддержания постоянной температуры резонатора с использованием термоэлектрических элементов под управлением Arduino. Цель нашего исследования - изучить метод прецизионной акустической термометрии, взяв за основу метод определения температуры гелия и аргона в сферическом резонаторе и сконструировать установку для измерения параметров окружающей среды акустическим методом для решения практических задач, таких, как дистанционное измерение температуры и скорости движения газов или воздуха, контроль загрязнения воздуха, определить и минимизировать погрешности измерений.

В работе мы взяли за основу метод определения скорости звука из статьи [1]. Изготовили цилиндрический резонатор из меди. На торцах резонатора установлены ультразвуковые излучатели, одновременно являющиеся и приемниками. Генератор и детектор ультразвука выполнены на микроконтроллере Arduino. Так же на Arduino выполнена схема ПИД регулятора температуры резонатора. Гелий подается в резонатор из баллона с редуктором через капиллярные трубки.

Сконструирован и собран линейный резонатор для измерения скорости звука, блоки управления и измерения на Arduino Nano, ПИД регулятор для поддержания заданной температуры. Написана программа для управления и сбора данных. Проведены эксперименты по измерению скорости звука в одноатомных газах. Проведен анализ возникновения возможных погрешностей и пути их снижения. Получены экспериментальные данные при температурах 0 °C и 20 °C, в среде гелия и аргона, согласие с литературными данными хорошее.

Изучив методы измерения скорости звука в одноатомных газах, можно использовать наработанные результаты исследования для изучения других газов и воздуха контролируя их температуру, давление, влажность или состав. Метод акустической термометрии может найти применение в медицине для контроля температуры внутренних органов человека, для дистанционного контроля параметров окружающей среды – температуры, давления, влажности.

Список литературы:

1. Determination of the Boltzmann constant k from the speed of sound in helium gas at the triple point of water, авторы L Pitre, L Risegari, F Sparasci, M D Plimmer, M E Himbert, P A Giuliano Albo. Metrologia 52 (2015) S263–S273



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Танцующая монета

«Физика»

Ефимов Вячеслав Алексеевич, Ким Дин Чер (научный руководитель, Канд. физ.-мат. наук), место выполнения работы: Площадка ТЮФ, ЦМИТ "Zoomer"

В задаче «Танцующая монета» с формулировкой "Возьмите сильно охлажденную бутылку и положите монету на горлышко. Спустя некоторое время вы услышите шум и увидите движение монеты. Объясните это явление и изучите, какие параметры влияют на "танец". из 31-го Международного турнира юных физиков 2018 г., наблюдаются интригующие, сложные и разнообразные физические явления все еще не до конца понятые. Целью данной работы является комплексное экспериментальное и теоретическое исследование тепловых, механических и акустических явлений, происходящих в данном устройстве.

Была построена экспериментальная установка "танцующей монеты", состоящая из 1.5 литровой бутылки и датчика на основе платы Arduino, подключенного к компьютеру, благодаря которому были измерены давление, температура и влажность в сосуде в течение всего «танца». Так же записан и исследован звук издаваемый монетой, изучены издаваемые акустические частоты излучения.

Для тепловых процессов предложена модель Ньютона-Рихтера для теплообмена газа в сосуде с окружающей средой и адиабатическая модель расширения газа. Получена формула периода любого подскока при танце. Для объяснения акустических эффектов рассмотрены модели звучания сосуда как отрезка трубы, резонатора Гельмгольца и твердой оболочки вращения. Получено хорошее согласие экспериментальных данных с предсказаниями построенных теоретических моделей.

Благодаря проведенным исследованиям мы смогли в достаточной степени понять все процессы протекающие при "танце" монеты на охлажденной бутылке. Так как наша теория согласуется с экспериментом, все данные полученные при изучении явления могут использоваться в решении других подобных задач.

Список литературы:

1. Савельев И.В. Курс общей физики.;
2. Цуя Martchenko at all. reference.kit: Problem 3;
3. Dancing Coin, Final report of China's team on 31th IYPT-2018;
4. М.А. Исакович. Общая акустика.;
5. Лорд Рэлей. Теория звука.;
6. Сайт <https://youtu.be/hfBuVRoHS0E>.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Исследование магнитного поля, генерируемого движущимся транспортом

«Физика»

*Жидович Максим Сергеевич, Куликовский Анатолий Эдмундович (научный руководитель, учитель информатики),
место выполнения работы: в гимназии*

Целью данной работы является исследование магнитного поля движущегося транспорта, измерение и анализ полученных результатов. Гипотеза исследования: магнитное поле, генерируемое движущимся транспортом, отличается в зависимости от типа транспортного средства, его скорости и направления движения, что позволяет использовать его для измерения трафика на дорогах и загруженность магистралей и определения других параметров движения транспортных средств, однако оно достаточно мало, чтобы использовать его для зарядки источника питания и передачи сигнала по Wi-Fi, как заявляют некоторые СМИ [1]. Актуальность данной работы заключается в том, что полученные в результате работы данные об оптимальном и наиболее экономичном освещении растений можно будет использовать для повышения урожайности и улучшения роста растений в тепличных хозяйствах страны при существенно снижении энергопотребления. Объектом исследования в работе выступает движущийся по автомобильным дорогам транспорт и его воздействие на расположенный в дорожном полотне датчик магнитного поля, в контексте государственной программы автоматического регулирования дорожного движения.

Основным методом исследования в данной работе является полевой натурный эксперимент в реальных дорожных условиях. Для проведения эксперимента автором была изучена соответствующая литература по теме, выбраны комплектующие и материалы, изготовлен опытный образец датчика, реагирующего на магнитное поле транспорта. Изготовленное опытное устройство было скрыто размещено на проезжей части автодороги и использовалось для получения данных исследования.

Изготовлено устройство для проведения опыта, проведены опыты по измерению магнитного поля, генерируемого транспортом в режиме реального времени, получены и обработаны данные, позволяющие распознавать тип и измерять скорость транспортных средств при помощи магниторезистивных датчиков, сделаны выводы о применимости заявленных в СМИ технологий в части автоматизации дорожного движения.

Удалось выяснить, что при помощи миниатюрных датчиков магнитного поля, встроенным в дорожное покрытие, возможно определить тип транспортного средства, направление и скорость его движения. Полученные в ходе опытов данные позволят создать автономное устройство, определяющее параметры движения и тип транспортных средств на основе их магнитного поля, что будет полезно при анализе дорожного трафика и автоматическом регулировании дорожного движения.

Список литературы:

1. Датчики против заторов. На первом кольце вводят спецалгоритм для автомобилей. [Электронный ресурс] / Новости. Авто. Onliner.by – Режим доступа: <https://auto.onliner.by/2018/08/28/minsk-1320> – Дата доступа: 28.08.2018



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Новый метод обезвреживания опасных космических объектов

«Физика»

Карачурин Рауль Нуриевич, Тимофеев Сергей Сергеевич, Зволлинский Владимир Иванович (научный руководитель, Кандидат химических наук), место выполнения работы: Центр на Донской

Всем известно об опасности падения астероидов на Землю. Однако существуют такие космические объекты как кометы, которые не менее, а иногда и более опасны для жизни на нашей планете. Продолжая наши исследования в области поиска способов борьбы с опасными космическими объектами (Работа была представлена на конкурсе Юниор в 2018 году https://yadi.sk/i/xRg5MBk5_o9UUQ), мы пришли к выводу, что наиболее часто предлагаемые методы, связанные с разрушением или отклонением астероидов от опасной траектории, в случае комет имеют определенные особенности и ограничения. Это связано с характером их орбит, делающим последние часто непредсказуемыми за счет гравитационного взаимодействия с массивными объектами и негравитационных эффектов. Даже относительно небольшая вероятность падения на сегодняшний момент, может стать реальной опасностью в короткие сроки. На данный момент известно множество объектов, имеющих высокую вероятность столкновения с Землей в ближайшие 100 лет, в том числе кометы.

Наша методика основана на эффекте электрогидравлического удара (ЭГУ). Суть этого явления заключается в возникновении очень резкой ударной волны при электрическом разряде в среде. Эксперименты проводились в Центре на Донской. Было использовано устройство собственной разработки (описано в тексте работы). Также было использовано специализированное программное обеспечение FindOrb, Solex, а также онлайн сервисы и данные JPL NASA и MinorPlanetCenter.

Мы провели эксперименты по разрушению образцов льда с помощью ЭГУ. Наблюдается полное разрушение образцов с широким разбросом осколков, при понижении напряжения, удается добиться частичного разрушения образца, который при этом покрывался сетью глубоких трещин. Также обнаружено, что охлаждение образцов повышает эффективность ЭГУ. Также проверено, что последовательное проведение разрядов и одновременное проведение нескольких разрядов заметно повышает эффективность разрушения.

Отметим, что отдельные составные части нашего метода в настоящее время не только теоретически разработаны, но и имеют опыт реального применения в космосе, вплоть до посадки зонда на поверхность кометы. Мы планируем провести дополнительные эксперименты для более подробного изучения данного эффекта, а также для повышения эффективности представленной нами методики.

Список литературы:

1. C. D. Hall and I. M. Ross, Dynamics and Control Problems in the Deflection of Near-Earth Objects Near-Earth Object Survey and Deflection Analysis of Alternatives Report to Congress March 2007



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Экспериментальное исследование механизма образования накипи

«Физика»

Погорелова Валерия Дмитриевна, Лаврентьев Анатолий Генрихович (научный руководитель, учитель физики и информатики), место выполнения работы: МБОУ "Лицей №2" г. Чебоксары

Цель работы: экспериментально исследовать механизм образования накипи и методы борьбы с ней. Задачи: 1. Экспериментально получить накипь на образцах. 2. Выяснить механизм оседания накипи на образцы. 3. Найти физические методы борьбы с ней. Накипь – это твердые отложения солей жесткости, которые формируются структурами кристаллов карбонатов кальция. Соли жесткости – ионы кальция, магния и бикарбоната – попадают в систему водоснабжения в растворенном виде из грунтовых вод и известняковых артезианских скважин, что обуславливает наличие жесткой воды в системе водоснабжения практически всех географических поясов России. Молекулы воды можно представить в виде элементарного диполя – частицу с положительно и отрицательно заряженными полюсами. Под действием сил взаимного притяжения диполи воды образуют так называемые кластеры, объединяясь вокруг присутствующих в виде микрочастиц и ионов примесей, не давая им взаимодействовать между собой. При нагревании воды кластерная структура разрушается, и ионы, соединяясь, образуют карбонат кальция, который и осаждается на нагревателях и трубах, создавая основу накипи.

Для исследования механизма оседания накипи на поверхность образцов использовали СЗМ NanoEducator в режиме атомно-силовой микроскопии (АСМ). Экспериментально исследовали оседание накипи на подложки из оцинкованной стали и меди. Для этого мы образцы кипятили вместе с жидкостью. Оцинкованную сталь кипятили в 2 этапа: первый – 20 раз, второй – 47 раз. С помощью АСМ мы сканировали подложку и образцы с осевшей накипью после каждого этапа.

При нагревании в начальном этапе обычно образуются кристаллы. Вторым образцом являлся медь. Подложка меди изначально крупнозернистая, с размерами зерен порядка 3-5 мкм. Визуальные наблюдения показывали, что на неровную поверхность меди накипь оседает более равномерно, чем на поверхность оцинкованной стали. На поверхности стали наблюдались отдельные крупные центры образования накипи.

Степень оседания накипи зависит от шероховатости поверхности. На более неровную поверхность она садится интенсивнее. Накипь имеет очень небольшой коэффициент теплопроводности (2,5 Вт/(к*м)). В результате работы удалось изучить принцип образования накипи, исследовать ее влияние на теплопередачу нагревательных элементов и найти один из экологически безопасных методов борьбы.

Список литературы:



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Оптимизация профилей крыльев летательных аппаратов

«Физика»

Хотулёв Всеволод Михайлович, Карелин Александр Юрьевич, Рязовский Алексей Игоревич (научный руководитель, ассистент кафедры "Высшая математика"), место выполнения работы: В школе

Существует ряд программ для анализа аэродинамических профилей. Наиболее широко используемым среди подобных средств является код XFOIL, созданный в Массачусетском Технологическом Университете. Будучи свободно распространяемой программой на языке FORTRAN, XFOIL имеет ряд как коммерческих (FlightStream, Aeolus), так и бесплатных (XFLR5, JavaFoil) аналогов. Принципиальным недостатком проприетарных средств анализа и оптимизации профилей крыла является дороговизна использования, в то время как бесплатные программы расчета аэродинамических профилей не позволяют осуществлять оптимизацию формы без привлечения дополнительных средств, а для использования зачастую требуют наличия у пользователя серьезной подготовки в сфере аэродинамики. Программное средство, разрабатываемое авторами, призвано дать инженерам-любителям возможность усовершенствовать летные характеристики создаваемых аппаратов без привлечения сторонних специалистов и значительных вычислительных мощностей.

Расчет распределений аэродинамических характеристик производится с помощью панельного метода. При расчете обтекания профиля панельным методом возникает необходимость решения плотной системы линейных алгебраических уравнений. Интегрирование найденных распределений скорости и давления осуществляется методом Симпсона.

В качестве тестового примера представлена оптимизация профиля по коэффициенту аэродинамического качества (отношению создаваемой подъемной силы к силе сопротивления) в газовом потоке с $M=0.3$, $Re=10^6$, набегающем под углом атаки $\alpha=5^\circ$. В роли начального значения выступает широко используемый аэродинамический профиль CLARK Y. Модификация формы профиля позволила увеличить значение аэродинамического качества с 52.5 до 64.7. В данном расчете использовалось разбиение начальной формы на 100 панелей.

Проведенные тесты демонстрируют возможность поиска оптимизированной формы известного профиля при помощи разрабатываемой программы. Авторы работы надеются, что создаваемый ими программный инструмент будет подспорьем для тех, кто хочет обеспечить близкие к оптимальным характеристики создаваемого летательного аппарата, однако не имеет доступа к значительным вычислительным мощностям.

Список литературы:

1. Пархаев Е. С., Семенчиков Н. В. Некоторые вопросы оптимизации профиля крыла малоразмерного беспилотного летательного аппарата;
2. Drela M. XFOIL: An analysis and design system for low Reynolds number airfoils.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Механические ограничения на усилия в ползающем роботе

«Физика»

Дегтярёв Александр Андреевич, Лебедева Ольга Ивановна (научный руководитель, Учитель-логопед, МБУ ДО УМОЦ), место выполнения работы: МБОУ "Гимназия №5", город Королёв, Московская область, кружок "Юный физик - умелые руки"

Цель работы - создание ползающего механизма. Актуальность исследования обоснована необходимостью передвижения по слабым грунтам. Новизна работы заключается в теоретическом определении диапазона усилий в звеньях механизма, при которых возможно ползающее перемещение. Необходимость исследований ползающих механизмов с научной позиции связана с развитием робототехники и отсутствием в технической литературе строгого определения такого вида движения. В работе предлагается строгое определение ползающего механизма как бесколёсного устройства, способного передвигаться только за счёт силы трения покоя без отрыва звеньев от опорной поверхности. Следствием такого определения является постоянное давление механизма на опорную поверхность, причём минимально возможное. Так как отрыва звеньев механизма от опорной поверхности нет, то площадь опоры будет постоянной и максимальной, а давление будет минимально возможным. Это свойство ползающего механизма является важным для практики и повседневной жизни. Ползающий механизм создаёт минимально возможное давление на грунт, поэтому способен передвигаться по слабым почвам, например, по пескам, рыхлому снегу и болотам. Для доказательства правильности рассуждений надо было создать модель ползающего механизма.

Сначала три варианта ползающего механизма были изучены теоретически. Основой исследования является закон Амонтона-Кулона о невозможности превышения силой трения некоторой максимальной величины, при которой начинается скольжение тела. Потребовалось изучить взаимодействие нескольких трущихся тел. На основе теоретических данных была предложена и построена модель действующего устройства.

Доказано, что для получения ползающего движения должны соблюдаться строгие ограничения на усилия между звеньями. Если усилие будет меньше допустимого, то очередное звено ползающего механизма не передвинется, потому что не преодолеет силу трения. Если усилие будет больше допустимого, то звенья механизма разойдутся в противоположные стороны, механизм не переместится. Определены диапазоны допустимых усилий для различных схем ползающего механизма.

Приведено строгое определение ползающего механизма. Изучены три схемы ползающего механизма. Выбрана рациональная схема для совершенствования механизма. Создан действующий макет ползающего механизма. Предложено направление работы – автономное устройство. Доказано, что в автономном ползающем роботе ограничения на усилия будут менее жёсткими. Предложена новая схема логопедической игрушки «Гусеница».

Список литературы:

1. Краулеры (ползающие роботы): <http://robotrends.ru/robopedia/kraulery-polzayushie-roboty>;
2. Сайт <https://physics.ru/courses/op25part1/content/chapter1/section/paragraph13/theory.html#.XDtmRNSLRxA>



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Влияние вибраций на тепловую конвекцию во вращающейся горизонтальной полости

«Физика»

Шилов Артём Дмитриевич, Содномова Мария Александровна, Тараканова Дарья Михайловна, Вяткин Алексей Анатольевич (научный руководитель, Кандидат наук), место выполнения работы: МАОУ Средняя общеобразовательная "IT-школа" №10 г. Перми

Проведено экспериментальное исследование вибрационного воздействия на конвекцию тепловыделяющей жидкости во вращающемся горизонтальном цилиндре. Рассмотрен случай поступательных вибраций, перпендикулярных оси вращения. Эксперименты проводятся при вибрациях различной интенсивности; изучаются теплоперенос и структура возникающих течений. Задача связана с созданием эффективных методов управления тепловой конвекцией жидкости и развитием знаний о конвекции при вращении. Последнее связано с прогнозированием атмосферных явлений [1,2].

Исследования проведены на экспериментальном стенде, позволяющем задавать вращение полости и поступательные вибрации. В экспериментах изучается зависимость интенсивности тепловой конвекции во вращающейся цилиндрической полости от параметров вибраций, направленных перпендикулярно оси вращения. Проводятся температурные измерения на оси полости и ее цилиндрической стенке. Исследование проводилось на базе Лаборатории вибрационной гидромеханики ПГГПУ.

Изучено влияние поперечных вибраций на вращающуюся неоднородно нагретую жидкость. Исходно жидкость находится в устойчивом состоянии, благодаря центробежной силе инерции. Обнаружено, что максимальный теплоперенос достигается в случае, когда частоты вращения и вибраций близки, но не равны друг другу. Регистрируется теплоперенос значительной интенсивности. Предполагается, что данный эффект имеет резонансную природу. Исследованы течения жидкости с помощью PIV метода.

Исследовательский проект является частью большого исследования тепловой конвекции при действии различных осложняющих факторов. В рамках проекта было обнаружено резонансное возбуждение интенсивной конвекции. Проведены температурные измерения. Результаты исследования могут быть основой для создания эффективных инструментов управления тепловой конвекцией и использованы в химической отрасли и медицины.

Список литературы:

1. Незлин М.В., Снежкин Е.Н. «Вихри Россби и спиральные структуры», М. Наука, 1990;
2. “Аномальные” явления в жидкости при действии вибрации / И.И. Блехман, Л.И. Блехман, Л.А. Вайсберг [и др.] // Доклады Российской Академии наук – 2008 Т.422 №4 С. 470–474



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Антибактериальные нанокompозитные материалы, предназначенные для очистки воздуха

«Физика»

Власов Егор Александрович, Катаров Алексей Владимирович, Марковская Ирина Эдвардовна (научный руководитель, Учитель физики), место выполнения работы: Физ.тех ПетрГУ

Целью настоящей работы является разработка антибактериальных нанокompозитных покрытий путем матричной изоляции частиц серебра в пористых анодных оксидных пленках, сформированных на поверхности алюминия и алюминиевых сплавов, предназначенных для очистки воздуха от патогенных микроорганизмов. Разработка экологически безопасных материалов, обладающих сильным антимикробным действием, работающих в присутствии человека и не потребляющих электроэнергию, является весьма актуальной задачей. Предложенные в рамках настоящей работы антибактериальные нанокompозитные покрытия с металлооксидной матрицей позволят создать новые устройства для дезинфекции воздуха в закрытых помещениях.

Практическая часть включала: • подготовку образцов - получение нанопористых анодно-оксидных матриц анодированием неполированного алюминия; • анодирование- выполнялось с помощью автоматизированного экспериментального комплекса, позволяющего изменять параметры процесса – плотность тока, напряжение, температуру; • модификацию наночастицами серебра - формирование сербросодержащих нанокompозитных покрытий на основе анодно-оксидных матриц.

• исследование с помощью атомно-силового микроскопа- поверхность образцов исследовалась методом полуконтактной атомно-силовой микроскопии (АСМ); • оценку антибактериальной активности. Для установления антибактериального действия образцов были использованы чашки с питательной средой.

Идея проекта состоит в применении самоорганизованных пористых анодных оксидных пленок (ПАОА) на алюминии. При осаждении наночастиц серебра в ПАОА матрицу исключается агрегация частиц, заключенных в нанопоры оксида, что определяет устойчивость получаемых нанокompозитных структур, которые могут быть эффективно использованы для очистки воздуха от патогенных бактерий и микроорганизмов.

Список литературы:

1. Кокатев А.Н. Структура и свойства композитных покрытий на основе пористых анодных оксидов алюминия и титана, модифицированных наночастиц Ag и у-MnO₂: дис. канд. техн. наук: 01.04.07 Петрозаводск, 2013 170 с.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Физическая модель детектора газов на основе графена

«Физика»

Кравцунова Дарья Евгеньевна, Пиеничнов Владимир Евгеньевич (научный руководитель, к.ф.-м.н.), место выполнения работы: ИТМО

"Графен – относительно новый углеродный материал, набравший за последние годы большую популярность благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам. Одной из особенностей графеновых структур является зависимость электрофизических свойств от морфологии материала и параметров внешней атмосферы. Адсорбированные на поверхности графеновых структур молекулы различных газов, таких как O₂, CO, NO и др., могут изменять сопротивления материалов, причём значительно, благодаря чему на основе графена возможно создание высокочувствительных детекторов этих газов. Цель: Создать физическую модель газового сенсора на основе микроразмерных образцов графена. Под физической моделью мы понимаем совокупность собственно образца графена с присоединёнными к нему электродами и прочей «обвязкой»; всё вместе должно быть пригодно для включения в электрическую цепь и проведения электрофизических измерений. Итак, проблемы, требующие разрешения при создании газового сенсора на основе графена: ● научная проблема: обеспечение химической селективности газового сенсора на основе графена; ● исследовательская проблема: режимы включения сенсора, выбор аналитического сигнала, достижимая чувствительность; ● практическая проблема: получение графена и «сборка» сенсора;

В своей работе мы разработали технологию подсоединения проводящих дорожек к флейку графена (длина 15 мкм). Для подведения проводящих контактов к графену используется фотолитография. После подложка покрывается металлом методом химического никелирования. Потом обрабатывается ацетоном, под воздействием которого фоторезист вместе с металлом снимается, а на стекле остаются контакты в форме нашего шаблона для засветки.

Мы рассмотрели основные свойства графеновых структур применительно к созданию газовых сенсоров на их основе; построили свою физическую модель газового сенсора. Следующей задачей является обеспечить химическую селективность, т.е. как добиться, чтобы адсорбировались только молекулы того сорта, на который мы делаем датчик.

А что взять за аналитический сигнал? А какое время потребуется для измерений? Как придать селективность? И ещё много разных «возможно», «если», «а что ...». И для поиска ответов на все эти вопросы нужны дополнительные исследования и эксперименты, а для их проведения нужна физическая модель газового сенсора на основе графена. Планируется написание патента на разработку и внедрение в производство.

Список литературы:

1. Victor Sysoev, Alexander Sinitskii. Nature Communications, volume 8, Article number: 820 (2017);
2. А.А. Лебедев, С.П. Лебедев, С.Н. Новиков, В.Ю. Давыдов, А.Н. Смирнов, Д.П. Литвин, Ю.Н. Макаров, В.С. Левицкий. Журнал технической физики, 2016, т.86, в.3



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Полуавтономный арктический комплекс по хранению и транспортировке нефтепродуктов

«Физика»

Поднебеснова Яна Алексеевна, Шустров Дмитрий Михайлович, Збруев Денис Андреевич, Быстрицкая Ирина Сергеевна (научный руководитель, учитель математики), место выполнения работы: в школе

Разработка шельфа Арктики сейчас занимает одно из важнейших составляющих добычи нефти в России. Но в настоящее время разработки ведутся только на нескольких месторождениях, где используются недвижимые нефтедобывающие платформы, позволяющие добывать нефтепродукты на небольшой глубине, из-за чего становится крайне экономически затратно или невозможно вести добычу ресурса на больших глубинах. Помимо этого, существует проблема транспортировки нефти, которая осуществляется танкерами, перемещающиеся только в определённые сезоны гожа. Для решения этих проблем предлагается использовать полуавтономный подводный комплекс, состоящий из автоматизированного подводного хранилища дистанционного управления и использование новой концепции подводной лодки для переработки нефтепродуктов и их дальнейшей транспортировки. В результате вытекают следующие задачи: – Создать действующую модель подводного хранилища; – Разработать действующую модель программно-аппаратной системы управления хранилищем; – Предложить и создать модель подсистемы передачи удалённому оператору информации о состоянии хранилища по акустическому каналу через массив воды; – Создать действующую модель транспортно-обслуживавшей подсистемы на базе подводной лодки; – Создать программу управления модели подводной лодки.

Разработка моделей и проведение экспериментов проходили в лабораториях «МАОУ Лицей № 38», испытание модели «Подводная лодка» проходили в экспериментальном бассейне Волжского Государственного Университет Водного Транспорта. При проведении работы использовались: работа Сониной М.С. «Подводный резервуар для хранения жидких углеводородов на месторождениях арктического шельфа», работа победителей «Инженерной олимпиады школьников» 2018 г "ПАК Нарвал".

в результате выполненной работы был выбран тип подводного хранилища нефтепродуктов для арктического шельфа; произведён расчёт нагрузок хранилища; создана действующая модель подводного нефтехранилища; разработана программно-аппаратная система управления загрузкой и освобождением хранилища; предложен способ дистанционного управления хранилищем; создана работоспособная модель «Подводная лодка» разработана система управления моделью «Подводная лодка»; проведены экспериментальные испытания, подтверждающие модели.

В ходе выполнения работы, созданы модели хранилища нефтепродуктов, модель «Подводная лодка» и системы управления моделями. Произведены расчеты для хранилища, модели «Подводная лодка» и ее параметров. Полученную систему можно использовать не только на территории Арктики, но и повсеместно. Пути развития: 1. Полная автоматизация работы комплекса; 2. Сокращение потребления электроэнергии; 3. Уменьшить риски при транспортировке углеводородов.

Список литературы:

1. Свердлин Г.М. - Прикладная гидроакустика;
2. Сонин М.С. – «Подводный резервуар для хранения жидких углеводородов на месторождениях арктического шельфа»;
3. Шунков В. Н. Подводные лодки. – Минск: Попурри, 2004 – 606 с.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Прыжок с "тарзанки"

«Физика»

Рядченко Алексей Евгеньевич, Сергеев Сергей Николаевич (научный руководитель, Доцент Физфака МГУ), место выполнения работы: в школе

Целью исследования было изучить дальность полёта человека, прыгающего с закреплённой на одном конце верёвки (так называемой «тарзанки»). Такие развлечения устраивают, например, дети, прыгая с обрыва реки в воду с помощью закреплённой на дереве верёвки, стараясь запрыгнуть в реку как можно дальше от берега. В отличие от хорошо известной задачи, в которой происходит полёт тела под некоторым углом к горизонту при заданной величине начальной скорости (в таком случае максимальная дальность обеспечивается при угле выстрела сорок пять градусов) рассматриваемая задача является многопараметрической: после прохождения нижней точки траектории скорость движения человека уменьшается, приходится учитывать также длину верёвки и высоту берега, с которого происходит начальный прыжок.

В процессе исследования было определено максимальное расстояние, на которое человек может прыгнуть с использованием такой конструкции и выяснено влияние на неё разных параметров задачи. Работа проводилась путём анализа уравнений движения путём численного моделирования уравнений движения в Python, и анализа полученных зависимостей «идеального» угла отрыва от высоты обрыва, длины веревки и высоты от земли до нижней точки тарзанки.

1) «Идеальный» угол между вертикалью и тарзанкой меньше 45 градусов, его точное значение зависит от соотношения высоты обрыва, длины тарзанки и высоты крепления тарзанки. 2) Ответ зависит от того, как отсчитывается максимальная дальность. Для расстояния по горизонтали от точки отрыва до точки приземления и от точки крепления тарзанки до точки приземления идеальный угол различается. 3) При заданной высоте крепления тарзанки для достижения максимальной дальности полёта выгоднее сделать максимально длинную верёвку.

В процессе решения данной задачи я применил численное моделирование, которое может быть полезно при решении других многопараметрических задач.

Список литературы:

1. Сайт pythonworld.ru/novosti-mira-python/scientific-graphics-in-python.html.



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Воздействие лазера постоянного излучения с длиной волны 532нм на старую бумагу

«Физика»

Джума Юрий Владимирович, Брандт Николай Николаевич (научный руководитель, к.ф.-м.н.), место выполнения работы: Физический Факультет Московского Государственного Университета им. М. В. Ломоносова

В рамках проведенных исследований изучался механизм и результат кратковременного воздействия лазера постоянного излучения с длиной волны 532нм на старую бумагу. Данные эксперименты являются продолжением ранее проведенной мной серии опытов по воздействию на бумагу лазером 10.6 мкм. Выбор лазера постоянного излучения обусловлен в первую очередь его большей перспективностью (меньшая стоимость и размер) с точки зрения реализации промышленной установки. Детальное исследование обнаруженного механизма осветления бумаги позволит в дальнейшем приступить к проектированию установки, решающей задачи восстановления цвета архивной бумаги (удаление желтого цвета, вызванного окислением целлюлозы и лигнина).

Исследование проводилось на базе лаборатории Физфака МГУ с использованием макетного стола лазерной установки. Была разработана оригинальная установка с сервоприводом зеркала, позволяющая управлять временем воздействия лазера на бумагу и диафрагмой для ограничения зон воздействия. Для анализа состава частиц, выделяющихся в процессе, использовался Рамановский спектрометр. Для анализа изображений использовался Wolfram Mathematica и ImageJ.

В результате проведенных исследований было формально зафиксировано, что при определенных условиях воздействия постоянного лазерного излучения достигается эффект обеления бумаги. Детальное исследование процесса позволило выдвинуть основную гипотезу (микровзрывы воды), объясняющую полученный результат, а также сформировать план дальнейших работ для ее подтверждения или опровержения.

В первую очередь планируется провести дополнительную серию опытов с использованием дегидратированной бумаги. Реализуется специальная нагревательная платформа, обеспечивающая предельно низкий процент влажности бумаги во время воздействия лазером. Полученные практические результаты позволят оценить возможность реализации промышленного решения по восстановлению бумаги, которое может быть применимо в архивном и музейном деле.

Список литературы:

1. Hunter L,a, b Versus CIE 1976 L*a*b* <https://www.hunterlab.com/application-notes.html>.
2. Notburga Gierlinger, Tobias Keplinger, Michael Harrington and Manfred Schwanninger. Raman Imaging of Lignocellulosic Feedstock (2013)



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Кобра из палочек

«Физика»

Домажирова Валерия Антоновна, Сладков Клим Дмитриевич (научный руководитель, ассистент каф. физики СУНЦ МГУ), место выполнения работы: лаборатория научного творчества СУНЦ МГУ

«Кобра из палочек» - это конструкция, состоящая из переплетённых между собой деревянных палочек. Если из цепи таких палочек вытащить крайнюю, система выйдет из равновесия, и палочки начнут вылетать в разные стороны, начиная с того края, где достали палочку. Целью данной работы является изучение распространения волнового фронта в цепи, лежащей в плоскости пола, на боку и подвешенной над поверхностью пола.

Оборудование: медицинские шпатели различной жесткости по 200 шт., скрещенные под углом 90° , видеокамера. В литературе изучалась «кобра», расположенная своей широкой частью на полу. В каждом эксперименте крайние палочки вынимались из цепи без изменения скорости любой части кобры. Исследовались экспериментальные значения амплитуды и скорости распространения волны в каждом случае в программе Tracker. Обработка данных проводилась в программе Excel.

Нами было обнаружено, что волновой распад «кобры» происходит и при повороте кобры на 90° , когда «кобра» стоит на торцевых частях палочек, и даже если подвесить «кобру» за один из её концов. При этом было показано, что изгиб цепи происходит в обе стороны от начального положения «кобры». Приблизительно через 0,05 секунды после начала движения скорость волнового фронта и амплитуда волны становятся неизменными. Была найдена зависимость скорости распространения волны от жёсткости используемых палочек.

Было проведено исследование явления распространения волнового фронта в «кобре из палочек», вследствие которого установлено, что с ростом жесткости используемых палочек растёт и скорость волны в цепи. В дальнейшем планируется изучить форму волнового фронта, а также научиться предсказывать «поведение» «кобры» в зависимости от всех параметров используемых палочек.

Список литературы:

1. Jérémy Sautel et al., The physics of a popsicle stick, American Journal of Physics.(2017);
2. Jean-Philippe Boucher et al., The popsicle-stick cobra wave. HAL.(2017).



БАЛТИЙСКИЙ НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ КОНКУРС 2019

Санкт-Петербург, 4-7 февраля 2019

Исследование полёта мяча при критических числах Рейнольдса

«Физика»

Лашков Леонид Александрович, Липатов Алексей Владимирович, Гарбарук Андрей Викторович (научный руководитель, Научный сотрудник), место выполнения работы: СПбГПУ

В современном футболе игроки научились искусно управляться с мячом. Из-за этого появляются новые футбольные приемы, например, прием “сухой лист”. “Сухой лист” - мяч, который летит с большой скоростью и сильно закручен, из-за этого на мяч начинает действовать сила Магнуса, вследствие чего мяч летит не по привычной траектории. Но этот эффект уже много кем изучен. Таким же удивительным эффектом является эффект knuckleball. Эффект возникает при сильном ударе по мячу без вращения. Это объясняется переходом пограничного потока из турбулентного в ламинарный. В процессе полета мяч тормозится и пограничный поток начинает менять из турбулентного в ламинарный. Вследствие чего сила давления действует на мяч не равномерно и возникает боковая сила, из-за которой мяч сходит со своей намеченной траектории [В]. Эффект Knuckleball исследовался до этого только, в рамках хобби людей.

В ходе работы были построены пневматическая пушка, а также системы контроля и воспроизведения скорости, построен светопролетный датчик, написана программа на языке программирования Java для моделирования траекторий полёта мяча. Так же были проверены эти системы с помощью других датчиков и сверхскоростной камеры. Далее на основе всего сделанного была посчитана скорость возникновения эффекта Knuckleball.

В ходе исследования было проведено очень много выстрелов, но только 20 выстрелов были проведены с известными давлением и временем открытия клапана и фиксировались камерой и датчиками и в них появлялся эффект knuckleball. На основе этих 20 запусков найдена скорость, при которой возникает эффект knuckleball. Из данных получено, что эффект knuckleball появляется при скорости $16,9 \pm 2,9$ м/с.

Построена пусковая установка Платформа для контроля угла Система запуска мяча Система измерения скорости Произведено тестирование и найдена погрешность измерения скорости в 10% Разработана программа для построения баллистической траектории Проведена серия экспериментов Определена скорость возникновения эффекта knuckleball

Список литературы:

1. The aerodynamics of the beautiful game by J.W.M. Bush Department of Mathematics, MIT;
2. Visualization of air flow around soccer ball using a particle image velocimetry Sungchan Hong¹, Takeshi Asai¹ & Kazuya Seo.