

XVII КОЛМОГОРОВСКИЕ ЧТЕНИЯ



THE 17th KOLMOGOROV READINGS

ADVANCED EDUCATION AND SCIENCE CENTER

**Proceedings of
the 17th International Scientific Conference of students
“Kolmogorov readings”
May 3-6, 2017**

PHYSICS

Moscow

2017

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
(факультет) – школа-интернат имени А.Н. Колмогорова
Московского государственного университета
имени М.В. Ломоносова**

**Материалы
XVII Международной научной конференции школьников
“Колмогоровские чтения”
3-6 мая 2017**

ФИЗИКА

**Москва
2017**

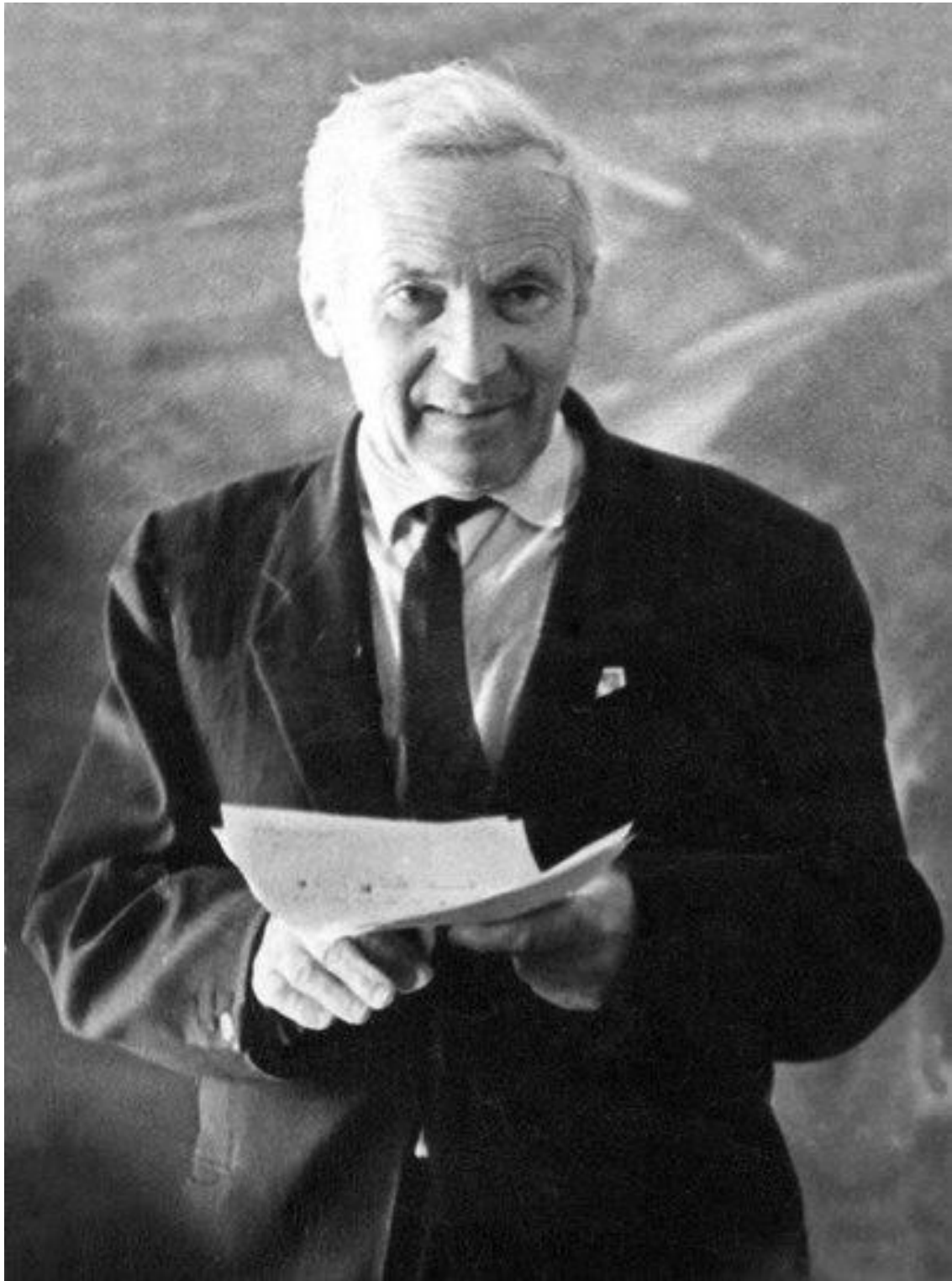
Председатель организационного комитета
XVII Международной научной конференции школьников
“Колмогоровские чтения”:
академик В.А. Садовничий

Редакционный совет сборника тезисов “Физика”:
В.Н. Задков (председатель), С.Н. Сергеев

Материалы
XVII Международной научной конференции школьников
“Колмогоровские чтения”

В настоящий сборник вошли тезисы приглашённых докладчиков
XVII Международной научной конференции школьников
“Колмогоровские чтения” по секции
“Физика”

© Специализированный учебно-научный центр (факультет) –
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова
Московского государственного университета имени
М.В. Ломоносова, 2017 г.



*Қақ в спорте не сразу ставят рекорды, так и подготовка к настоящему
научному творчеству требует тренировки.*

А.Н. Колмогоров

Оглавление

Прототип антропоморфной шагающей платформы и оптимальный алгоритм её перемещения. <i>Архипова А.</i>	9
Засчётно-экспериментальное исследование физических параметров электромагнитного поля вблизи бытовой рации и сотовых телефонов и выработка рекомендаций, снижающих вредное влияние их излучения на человека. <i>Белый И., Бисярин Ф.</i>	10
Исследования по применению электрических воздействий для очистки и регулирования состава водных сред. <i>Буланов М., Тюкин Н.</i>	11
Изучение свойств льда и композитов на его основе. <i>Волков А.</i>	13
Разработка универсального многоканального устройства для работы с ионоселективными электродами. <i>Деянков Д.</i>	14
Анализ солнечной активности за период 2015-2016 гг. <i>Дюндикова А.</i>	16
Исследования по искусственному образованию атмосферных вихрей для предупреждения погодных катаклизмов и их использование в ветроэнергетике. <i>Зыкова А., Стрельникова А.</i>	18
Исследование влияния внешних воздействий на структуру жидкой цилиндрической струи. <i>Козловский А., Сивашов И.</i>	19
Изучение резонирующего бокала с жидкостью. <i>Куон М.</i>	20
Количественный анализ динамики компонент системы Kepler-38. <i>Матов Н.</i>	22
Исследование газового разряда с полым катодом для синтеза нанопленок. <i>Милованов Е., Толстова П.</i>	24
Создание прибора для исследования оптических свойств водных растворов. <i>Митрофанова А.</i>	25
Максимизация скорости посылки в пневматической почте. <i>Некрасов А.</i>	26
Исследование возможности использования вихретокового метода контроля для получения информации о форме электропроводящих объектов. <i>Ничинский И.</i>	27
От рельсотрона до плазматрона. <i>Пересадыко П.</i>	28
Исследование профиля изгиба упругой полоски. <i>Поздняков А., Хохлач В.</i>	30
Управление оптическими модуляциями слабым светом. <i>Полянин К.</i>	31
Изучение свойств волосяного гигрометра. <i>Ратникова В.</i>	32
Оптимизация аэродинамических свойств квадрокоптеров. <i>Ракицкий М., Русских М., Сулимов Т., Устинов И., Чабан И.</i>	33
Магнитно-световой парус. <i>Тумаиш М., Тастемир Ж.</i>	35
Изучение кристаллизации из растворов в электрическом поле. <i>Филиппова Е.</i>	36
Расширение возможностей прибора Гука для измерения скорости течения в поверхностных слоях потока. <i>Шаров Г.</i>	37
Разработка установки дистилляции с регенерацией тепловых затрат за счет внешнего низкоуровневого источника и её применение к промышленному опреснению морской воды. <i>Зарубин Т.</i>	39
Технологии печати полимерных электродов для монослойного органического транзистора. <i>Андреянова А.</i>	41
Обратимые течения вязкой жидкости. <i>Милованова М.</i>	42

ПРОТОТИП АНТРОПОМОРФНОЙ ШАГАЮЩЕЙ ПЛАТФОРМЫ И ОПТИМАЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ЕЁ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Архипова Александра Сергеевна

*10 класс, Муниципальное автономное образовательное учреждение
Лицей научно-инженерного профиля, г. Королёв*

Научный руководитель: к.м.н. Архипов Сергей Васильевич, АО ГК «Медси»

Цель: разработать прототипа антропоморфной шагающей платформы и оптимальный алгоритм её перемещения. Для создания энергоэффективных антропоморфных роботов нами разработан шаровой шарнир с гибкими элементами по аналогии с тазобедренным суставом человека. Предложена классификация шаровых шарниров с гибкими элементами и их обозначения на схемах. Свойства шарового шарнира изучены на специально сконструированном «Стенде для испытания шаровых и цилиндрических шарниров». В эксперименте на стенде смоделирован одноопорный период шага антропоморфной шагающей платформы. Построены кривые перемещения общего центра масс платформы в одноопорном периоде шага, а также выведены уравнения зависимости его координат друг от друга и от времени. Выполнен чертеж конструкции антропоморфной шагающей платформы, на котором впервые использовано схематичное изображение шарниров с гибкими элементами. Изготовлена плоскостная модель антропоморфной шагающей платформы, на ней смоделированы движения в шарнирах педипулятора. Сконструирован объемный прототип антропоморфной шагающей платформы, на котором воспроизведен переносной период шага и уточнено перемещение его кормовой части в одноопорном и двухопорном периодах шага.

Выводы: Условные обозначения, введенные нами, упростят дальнейшую работу по разработке механизмов с использованием шарниров с гибкими элементами. Амплитуда движений в шарнире с гибкими элементами зависит от длины и точек крепления внешних и внутренних гибких элементов, а стопоря ими шарнир, можно повысить устойчивость машины и снизить нагрузку на приводы. Уравнения графиков движения общего центра масс антропоморфной шагающей платформы в одноопорном периоде шага представляют собой квадратичные функции. Изготовление плоскостной модели антропоморфной шагающей платформы и её прототипа является важным этапом конструирования биоморфного робота. Вес шагающей

платформы и ее удельное давление на грунт можно уменьшить в одноопорном периоде шага, используя при ее конструировании шарниры с гибкими элементами.

Список литературы:

1. Архипов С.В., Архипова А.С. Шарнир с гибкими элементами. Заявка на изобретение №2014142675(068934) от 22.10.2014.
2. Архипов С.В., Архипова А.С. Антропоморфная шагающая платформа. Заявка на изобретение №2015134113(052441) от 13.08.2015.
3. Жерарден Л. Бионика / Пер. с англ. М.: Мир, 1971. 232 с.
4. Попов Е.П., Письменный Г.В. Основы робототехники: Введение в специальность. М.: Высш. шк., 1990. 224 с.
5. Скворцов Д.В. Диагностика двигательной патологии инструментальными методами: анализ походки, стабилметрия. М.: Т.М.Андреева, 2007. 640 с.

РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ ВБЛИЗИ БЫТОВОЙ РАЦИИ И СОТОВЫХ ТЕЛЕФОНОВ И ВЫРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ, СНИЖАЮЩИХ ВРЕДНОЕ ВЛИЯНИЕ ИХ ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЧЕЛОВЕКА

Белый Илья Юрьевич, Бисярин Федор Алексеевич

11 класс, МБОУ Лицей № 15 г. Химки

Научные руководители: педагог дополнительного образования (по совместительству), доцент кафедры физики ФГБОУ ВПО МГТУ (СТАНКИН) Кулиш Сергей Михайлович, педагог дополнительного образования, к.ф.м.н., доцент Тыкоцкий Виктор Викторович;
учитель физики Сафиулина Оксана Александровна

Данная работа представляет собой одно из решений практически значимой и актуальной задачи по оценке величин физических параметров высокочастотного электромагнитного поля переносных малогабаритных устройств связи (бытовых раций и мобильных телефонов) в различных режимах их работы. Оценка осуществляется с использованием показаний, полученных с помощью разработанного компактного и простого измерительного прибора (датчика), ориентированного на его широкое применение пользователями устройств связи.

Целью работы являются: - разработка и использование простого прибора для измерения токов, которые возникают при наведении ЭДС в круговом витке (антенне) прибора (датчика), помещённого вблизи работающего устройства связи; - представление и анализ рассчитанных по токам в антенне прибора параметров электромагнитного поля используемых устройств; - выявление предельно-допустимых параметров высокочастотного электромагнитного поля устройств связи, превышение которых нежелательны (недопустимы) с точки зрения влияния их на состояние организма пользователя связью.

Список литературы:

1. Пальцев Ю.П. О загрязнении окружающей природной среды электромагнитными и другими излучениями. / Доклад на парламентских слушаниях. // Думский вестник. 1995, № 10.
2. [http://www.asutpp.ru/osnovy – elektrotehniki/ elektromagnitnoe – izluchenie.html](http://www.asutpp.ru/osnovy_elektrotehniki_elektromagnitnoe_izluchenie.html)
3. Григорьев Ю.Г. Проблемы электромагнитной безопасности населения. /сб.: Проблемы безопасности населения . – М., 1996.
4. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.2.2.542.96
5. Статья в г. «Вечерняя Москва», 8 февраля 2000 г. «Поле, я твой тонкий колосок».

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ И РЕГУЛИРОВАНИЯ СОСТАВА ВОДНЫХ СРЕД

Буланов Михаил Сергеевич, Тюкин Никита Юрьевич

9 класс, МБОУ Физико-Математический лицей, г. Сергиев Посад

Научный руководитель: Классен Николай Владимирович, зав. лабораторией
Института физики твердого тела РАН, доцент

Цель работы.

Основной целью являлось изучение реакции различных эмульсий и суспензий на переменный электрический ток.

Методика.

За основу экспериментальной методики выбраны наблюдения электрических воздействий на водные и масляные эмульсии и суспензии. Водно-масляные эмульсии или суспензии определенных составов наносились на предметное стекло оптического микроскопа. В эмульсию погружались

электроды от источников постоянного электрического поля. С помощью видеокамеры на телефоне и встроенной в микроскоп видеокамеры регистрировались изменения в эмульсии под действием электрического поля. В качестве объектов исследования использовались смеси воды с машинным маслом, раствор воды и крахмала, отработанное масло автомобильных двигателей.

Полученные экспериментальные результаты.

1. Установлено, что при внесении электродов в водные эмульсии и суспензии и включении электрического поля происходит концентрирование очищенной воды у электродов с оттеснением примесей в области слабого поля.

2. Показано, что отработанное моторное масло при внесении в него электродов и включении поля расслаивается на очищенное масло и металлические микрочастицы, которые концентрируются у электродов.

3. Обнаружено образование периодических полос из сгущенных частиц крахмала в водной суспензии между электродами при включении электрического поля.

4. Обнаружена зависимость площади, очищаемой от масла, от высоты подъема электрода над поверхностью жидкости и от разных пробойных промежутков источников в сухом воздухе

Список литературы:

1. «Хронограф нефтяного и газового дела. Вехи истории техники и технологии бурения», Википедия.
2. Экологическое загрязнение. Энциклопедия. Москва, 2010.
3. Справочник электрика. Электротехнические материалы. Москва, 2005.
4. Элементарный учебник физики под ред. Г.С. Ландсберга, т.2., Москва, 2010.
5. Астарита Д ж., Марруччи Д ж., Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей, пер. с англ., М., 1978

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ЛЬДА И КОМПОЗИТОВ НА ЕГО ОСНОВЕ

Волков Александр Дмитриевич

9 класс, МАОУ «Лицей №38», г. Нижний Новгород

Научный руководитель: Тукова Надежда Борисовна,
МАОУ «Лицей №38», учитель

Арктика – самый северный район. В последнее время все чаще озвучивается вопрос освоения Арктики. А значит, вопрос о материалах, пригодных для строительства в этом районе, является актуальным. На севере много такого материала, как лед. Возник вопрос: можно ли использовать лед, как строительный материал. Но лед имеет немало особенностей, которые могут помешать при строительстве, как пример: он хрупкий; плавится при 0 С0.

В проводимом исследовании ставилась цель: выяснить, возможно ли изменить свойства льда с помощью простых методов – добавление примесей (в нашем случае целлюлозы), а также описать общие принципы работы с таким материалом.

Для достижения данной цели был проведен ряд экспериментов. Проверялось прочность образцов при статических нагрузках, после чего сравнивались структуры разрушенных образцов. Также рассматривалось строение материалов на микроуровне, что позволило выявить отличия в структуре армированного и обычного льда. Кроме того, была найдена удельная теплоемкость и теплота плавления композита на основе льда. Таким образом, были проанализированы основные изменения в свойствах армированного льда по сравнению с обычным по основным параметрам, важным для строительства.

В результате оказалось, что данная модификация льда, в отличие от неармированного льда, изменила структуру и стала проявлять вязкость. Отмечено важное изменение: лед без примесей глубоко не однороден по строению, что влияет на его поведение во время действия различных нагрузок. Поведение композита, наоборот, строго подчиняется определенным зависимостям. Это позволяет предсказывать поведение его, как строительного материала.

На основе результатов выполненной работы можно сделать выводы:

- примесь позволила не только создать новый материал, но и устранить случайные внутренние дефекты строения. Это дает возможность говорить о возможности применения армированного льда в строительстве.

- проявление вязкости армированным льдом и изменение его тепловых свойств доказывает возможность изменения свойств льда без применения сложных дорогостоящих материалов в необходимом направлении.

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО МНОГОКАНАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ РАБОТЫ С ИОНОСЕЛЕКТИВНЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

Деянков Данила Андреевич

9 класс, СОШ №3, г. Жуковский, Московская обл.

Научный руководитель: Гилёв Артём Сергеевич,
преподаватель летней школы МГУ «ЛАНАТ»

Краткая постановка целей: глобальной целью моего проекта является создание прототипа портативного устройства, при помощи которого мы смогли бы определять тип и количество ионов, находящихся в растворе. Локальной целью было создание прототипа устройства для определения наличия ионов H^+ . Помимо этого, у нас была потребность в программе, которая должна обрабатывать данные, полученные с электродов, и представлять информацию о кислотности среды и её изменениях в простом и понятном для пользователя интерфейсе.

Теория и методы решения задач: для начального одноканального устройства мы выбрали функцию измерения pH в растворах. Для его разработки нужно выбрать способ измерения pH . Но для начала нужно понять, что такое pH . pH — мера активности ионов водорода в растворе, количественно выражающая его кислотность. Равно по модулю и противоположен по знаку десятичному логарифму активности водородных ионов, выраженной в молях на один литр. На данный момент для определения величины pH существуют три основных метода: колориметрический, аналитический и потенциометрический.

1) К колориметрическим относятся:

А) Кисотно-основные индикаторы — органические вещества-красители, цвет которых зависит от pH среды. К наиболее известным индикаторам принадлежат лакмус, фенолфталеин, метиловый оранжевый (метилоранж) и другие. Индикаторы способны существовать в двух по-разному окрашенных формах — либо в кислотной, либо в основной. Изменение цвета каждого индикатора происходит в своём интервале кислотности, обычно составляющем 1–2 единицы.

Б) Универсальные индикаторы, представляющие собой смесь из нескольких индикаторов. Они последовательно меняют цвет с красного через жёлтый, зелёный, синий до фиолетового при переходе из кислотной области в основную. Определения рН индикаторным методом затруднено для мутных или окрашенных растворов.

2) К аналитическим относится кислотно-основное титрование. Оно даёт точные результаты определения кислотности растворов. Раствор известной концентрации (титрант) по каплям добавляется к исследуемому раствору. При их смешивании протекает химическая реакция. Точка эквивалентности — момент, когда титранта точно хватает, чтобы полностью завершить реакцию, — фиксируется с помощью индикатора. Далее, зная концентрацию и объем добавленного раствора титранта, вычисляется кислотность раствора. Этот метод достаточно трудный и занимает много времени.

Я же использовал метод потенциометрии. Потенциометрический метод намного точнее вышеупомянутых методов, лишен в значительной мере всех вышеперечисленных недостатков, но требует наличия специальных приборов (ионоселективных электродов). Потенциометрический метод основан на измерении ЭДС электродной системы, состоящей из индикаторного электрода и электрода сравнения. Электрод сравнения иногда называют вспомогательным электродом. Наибольшее практическое применение нашел стеклянный индикаторный электрод, который можно использовать в широком диапазоне рН и в присутствии окислителей. Я использовал именно стеклянный электрод в качестве индикаторного и хлорсеребряный электрод в качестве сравнительного.

Составные части устройства: разработанное устройство состоит из трёх частей. Первой частью является усилительный каскад, при помощи которого производится усиление и калибровка сигнала с электрода под наше устройство. Второй частью является плата Arduino с загруженной программой, которая отвечает за получение, оцифровывание данных, а также передачу их на компьютер. Третьей частью является интерфейс, написанный в среде LabVIEW и отвечающий за обработку и визуализацию данных, полученных с платы Arduino.

Принцип работы: принцип работы устройства довольно прост. Мы опускаем 2 электрода в раствор. В силу того, что в зависимости от концентрации ионов водорода в исследуемом растворе происходит перераспределение ионов натрия и водорода в структуре стекла, сопротивление электрода изменяется. При подаче на электрод постоянного напряжения, изменение тока будет пропорционально изменению

сопротивления, а значит и концентрации ионов водорода в растворе. Это фиксирует программа и отправляет значение на компьютер, где оно отображается в простом понятном для юзера интерфейсе. Второй электрод - сравнительный, он нужен для исключения помех.

Актуальность: уже существуют установки, похожие на нашу, но официально они не зарегистрированы и стоят, начиная от 1 миллиона рублей, в то время как себестоимость моей установки не будет превышать 15 тысяч рублей. Большую часть стоимости прибора составляют ионоселективные электроды высокого качества. В будущем эксперименты такого же рода можно будет проводить на живых клетках. Таким образом мы можем поддерживать жизнь клеток. В дальнейшем таким образом мы сможем поддерживать жизнь и жизненно важных органов.

Основные результаты: в наличии есть устройство, которое способно принимать сигнал с электрода, обрабатывать его и отправлять на компьютер, а также программа, которая предоставляет информацию на экране компьютера.

Возможные пути развития: в будущем мы планируем развить идею и провести эксперимент с использованием не обычных водных растворов, а биологических сред. Конечной целью разработки является способность прибора измерять в реальном времени концентрации различных жизненно важных веществ в биологических средах при помощи различных типов ионоселективных электродов. Таким образом мы можем не только понять жива ли клетка, но и узнать на какой стадии развития она находится.

АНАЛИЗ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ ЗА ПЕРИОД 2015-2016 ГГ.

Дюндикова Анна Олеговна

9 класс, МОУ «Школа №20 города Донецка»

Научный руководитель: Скляр Лариса Анатольевна, учитель физики и астрономии МОУ «Школа № 20 г. Донецка», высшая категория, учитель-методист

Регулярное наблюдение и регистрация пятен на Солнце позволяет отразить интенсивность процессов, которые происходят в глубине Солнца. Благодаря связи солнечных явлений с различными процессами на Земле, наблюдение за солнечной поверхностью имеют не только научный, но и практический интерес. Известно, что цикличность активности Солнца составляет в среднем 11 лет, но может варьировать от 9 до 14 лет. Сейчас идет 24 цикл солнечной активности. С 2011 года наблюдался рост солнечной активности, пик

приходился на 2014 год, после чего до настоящего времени наблюдается постепенное снижение активности Солнца. Целью моей работы было: используя наблюдения и собственные зарисовки солнечных пятен с помощью телескопа Meade DS 2090, а также архивы КрАО провести анализ солнечной активности в 2015-2016 г.г. В соответствии с целью были определены задачи:

1. Изучить строение Солнца, рассмотреть классификацию солнечных пятен и рассчитать их размеры в соответствии с Цюрихской классификацией.
2. Познакомиться с индексами солнечной активности, определить индексы Вольфа за II-III кварталы 2015-2016г.г. и провести их анализ.

В процессе работы было установлено:

1. Во время наблюдений было зарисовано 4 класса солнечных пятен по Цюрихской классификации: А, В, С, D, рассчитаны их размеры. Наибольшее количество солнечных пятен было зарегистрировано класса А – 35 групп, класса В – 6 групп, класса С и D – по 2 группы. (Представлены зарисовки и данные размеров пятен в Цюрихской классификации)
2. Наблюдается снижение солнечной активности в этом цикле, солнечная активность упала почти в 2 раза. (Данные рассчитанных чисел Вольфа представлены в виде таблиц и диаграммы).
3. Во время наблюдений 2016 года отмечены 4 периода летом по 2-3 дня полного отсутствия пятен на Солнце и один десятидневный период, что тоже указывает на снижение солнечной активности в этом одиннадцатилетнем солнечном цикле.

Список литературы:

1. Шаронов В.В. Солнце и его наблюдение. – М.: Гос. изд. Техничко – теоретической литературы, 1948. – 219с.
2. http://solar.crao.crimea.ua/rus/sunspots_mf.htm#archive

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ОБРАЗОВАНИЮ АТМОСФЕРНЫХ ВИХРЕЙ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПОГОДНЫХ КАТАКЛИЗМОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ВЕТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Зыкова Арина Вячеславовна, Стрельникова Анастасия Владимировна

10 класс, МБОУ Физико-Математический лицей, г. Сергиев Посад

Научный руководитель: Классен Николай Владимирович, ИФТТ РФН,
зав. лабораторией к.ф.-м.н., доцент

Актуальность темы: Из-за обострившейся экологической ситуации на нашей планете возросло количество случаев образования торнадо, тайфунов и других природных катаклизмов. На международных форумах пытаются решить эту проблему путем энергосбережения и расширения производства электроэнергии. В работе исследуется возможность решения проблемы погодных катаклизмов. Кроме того, осуществляется поиск способа генерировать торнадо в заданное время и в заданных точках планеты так, чтобы не только минимизировать их негативные последствия, но и переводить энергию торнадо в электричество посредством ветровых электростанций.

Цель работы: Исследовать искусственное образование атмосферных вихрей и на этой основе проанализировать возможности предупреждения формирования торнадо и эффективного преобразования атмосферных напряжений и ветровых потоков в электроэнергию. Изучается также концентрирование ветра в узкие воздушные потоки, направленные на ветровые электрогенераторы, для повышения эффективности и экономичности ветровых электростанций.

Методики экспериментов: Изучались формы газовых струй, образованных потоками водяного пара или потоками ионов. В струях мог размещаться сильный магнит. Электрический разряд производился карманным электрошокером. Кинетика развития струй пара и ионов регистрировалась видеокамерой. Движение индуцированных воздушных зарядов изучались с помощью электроскопа.

Результаты: При размещении струи пара между полюсами магнита наблюдалось формирование спиральных завихрений. При генерировании электрического разряда в воздухе с электродами разрядника, размещенными между полюсами магнита, появилась электрическая дуга кольцевой формы (плоскость кольца отклонялась на 20° - 40°). От разряда в горизонтальном магнитном поле возникала восходящая струя воздуха спиральной формы.

Кроме того, обнаружены изменения формы дугового разряда в воде под действием магнитного поля: искривления траектории вплоть до ее распада на отдельные островки свечения. Измерения с помощью электроскопа выявили перенос зарядов в воздухе. Также доказали, что движение зарядов, создаваемых электрическим пробоем в ветровом потоке, при наклонном наложении магнитного поля закручивается в спираль.

Выводы: Экспериментально подтверждены возможности искусственного генерирования воздушных вихрей при испарении воды и электрическом разряде в воздухе. Во всех проведенных экспериментах формируется круговое движение ионов/молекул воды, способное зародить воздушный вихрь. Мы разрабатываем альтернативный способ выработки экологичной возобновляемой электроэнергии, который предполагает уменьшение количества необходимых ветровых генераторов для производства электроэнергии.

Список литературы:

1. П.Н. Манташьян. Вихри от молекулы до галактики. Наука и жизнь, 2008, 2, 3, 5;
2. В.В. Баранов. «Устойчивость течений в гидроаэродинамике», Соросовский журнал, 1999, 9.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СТРУКТУРУ ЖИДКОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СТРУИ

Козловский Александр Сергеевич, Сивашов Илья Олегович

10 класс, ГБОУ "Школа №2065", г. Москва

Научные руководители: Шморин Игорь Тимофеевич, научный сотрудник РФЯЦ-ВНИИЭФ, ведущий специалист ГБОУ "Школа №2065", Мусин Артем Игоревич, студент МГУ им. Ломоносова, методист ГБОУ "Школа №2065"

Процессы деформирования и разрушения жидких струй на капли находят широкое применение в технологиях струйной печати, капельного охлаждения, обработки растений химикатами, орошения посевов и системы автополива, распыления топлива в двигателях, нанесения покрытий, проблем гранулирования, системы пожаротушения, пульверизатор и во многих других. Поэтому эти проблемы являются объектом пристального внимания научных исследований.

Целью работы было изучение процессов (в частности звука), влияющих на структуру жидкой струи и выявление причин разрушения струи на капли. Основной причиной разрушения струи считаются капиллярные волны [1,2]. Поэтому необходимо было выявить закономерности в поведении капиллярных волн на поверхности струи.

Для достижения поставленных целей были поставлены и решены задачи:

- исследована вертикальная струя в поле тяжести и уточнена структура струи;
- была собрана установка «Струйный автогенератор звука» [3];
- проведены эксперименты с капиллярными волнами;
- были выявлены зависимость размера первой прозрачной области и второй переходной - от размера сопла, от скорости потока воды, от различных внешних воздействий (поток воздуха, от формы сопла и других).

Список литературы:

1. Гуревич М.И. Теория струй идеальной жидкости. М.: «Наука», 1979.
2. Рэлей Дж.В. Теория звука. Т.2. – М.: Гостехиздат, 1955.
3. Майер В.В. Простые опыты со струями и звуком. – М.: Наука, 1985.

ИЗУЧЕНИЕ РЕЗОНИРУЮЩЕГО БОКАЛА С ЖИДКОСТЬЮ

Куон Максим

*10 класс, Специализированный учебно-научный центр (факультет) —
школа-интернат имени А.Н. Колмогорова МГУ имени М.В. Ломоносова*

Научный руководитель: сотрудник СУНЦ МГУ Сладков К.Д.

Бокал с жидкостью может резонировать под воздействием звука из динамика. Задача расчёта этого явления является нерешённой, поэтому она привлекла мой интерес.

В ходе исследования было использовано 9 бокалов, генератор звука, кодоскоп, измерительные приборы и различные жидкости. На самом деле заставить бокал резонировать оказалось трудно, из чего я предположил, что это связано с добротностью бокала. Оказалось, что при различных способах возбуждения бокала частота звучания будет одинакова, поэтому в дальнейшем я заставлял бокал резонировать, водя пальцем по стенкам. Я заметил, что при добавлении жидкости частота звучания бокала падает. Используя кодоскоп, можно увидеть, что при возбуждении звуком на стенках видны области узлов (нет движения) и пучностей (движение максимально), причем наблюдается 4

узла и 4 пучности, а при вождении пальцем под ним всегда будет находится узел. Из этого следует, что в бокале образуются стоячие волны. Кроме того, если возбуждать бокал на частоте кратной начальной, то число узлов будет расти.

При колебаниях, когда бокал закреплён на мембране динамика и при частоте звука в диапазоне 40-200 Гц поверхность жидкости покрывается неподвижным «узором» из гребней и впадин. При малых амплитудах будет наблюдаться радиальная симметрия, а при увеличении амплитуды симметрия теряется. Используя закон дисперсии для поверхностных гравитационно-капиллярных волн, я получил зависимость длины волны от частоты динамика. При больших амплитудах мне удалось наблюдать квадратные и шестиугольные ячейки на поверхности.

Я получил зависимость резонансной частоты наименьшей моды от высоты и толщины стенок, плотности стекла и жидкости, радиуса и модуля Юнга бокала, уровня жидкости, а также подтвердил ее экспериментально, меняя поочередно параметры при неизменных прочих. Полученная зависимость для длины волны хорошо согласовывалась с экспериментом.

Список литературы:

1. Стретт Дж. В. (лорд Рэлей) Теория звука. - М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1955.
2. Морз Ф. Колебания и звук. - М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1949
3. A.P French. In Vino Veritas – A study of wineglass acoustics //J. Phys. - № 8 - 1983 - С. 688-694

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ КОМПОНЕНТ СИСТЕМЫ KEPLER-38

Матов Никита Владимирович

10 класс, ГБОУ СРЦОД, г. Самара

Научный руководитель: Филиппов Юрий Петрович, к.ф.-м.н.

Актуальность работы. В 2011 году группа американских ученых под руководством Л. Дойла объявила об открытии необычной экзопланеты Kepler-16b. Её необычность в том, что она вращается сразу вокруг двух звёзд, и на её небе восходят и заходят два светила. Данную планету назвали экзопланетой – татуином – планетой с кратной орбитой. В ноябре 2012 года группа американских астрофизиков во главе с В. Велшем, окончив анализ данных наблюдений космического телескопа Kepler, заявила об открытии новых татуинов Kepler-34b, Kepler-38b. В частности, Kepler-38b представляет собой газовый гигант, подобный Юпитеру. При этом компоненты двойной звезды Kepler-38 по своим физическим характеристикам очень близки к Солнцу, и потому данная система тел вызывает повышенный интерес у исследователей.

Kepler-38b движется по эллиптической орбите с большой полуосью 0.60 а.е. и с периодом 131.4 сут. Kepler-38 расположена на расстоянии 2000 св.л. от Земли. Экзопланета, обращающаяся вокруг двойной звезды, является одной из самых удаленных, известных ученым.

Планеты в двойных звездных системах должны испытывать сильные климатические изменения из-за постоянной смены расстояния между звездами и планетой, и приходящего к планете излучения. По словам ученых, на этих планетах все четыре сезона могут сменять друг друга несколько раз в год. Эти колебания задают уникальный тип климата, абсолютно непривычный для нас.

В связи со сказанным главной целью настоящей работы является определение законов и траекторий движения компонент двойной системы Kepler-38 и планеты-татуина Kepler-38b.

В данной работе были решены следующие основные задачи:

1. Сформулирована модель физической системы и представлено общее решение задачи двух тел. Показано, что описание движения двух гравитирующих тел в пространстве может быть сведено к описанию движения фиктивной μ -точки в гравитационном поле точечного неподвижного силового центра (задача Кеплера).

2. Рассмотрено решение нерелятивистской задачи Кеплера в случае эллиптических орбит.

3. С использованием механики Ньютона в рамках ограниченной плоской задачи трех тел построена замкнутая система уравнений движения планеты – татуина. Замкнутая система дифференциальных и алгебраических уравнений решена численным образом, с использованием системы Mathematica.

4. Выполнен численный анализ полученных результатов. Показано, что орбиты компонент двойной системы не меняются со временем, орбита экзопланеты Kepler-35b напротив – претерпевает серьезные изменения. В силу периодически изменяющегося результирующего гравитационного поля бинарной системы, орбита экзопланеты прецессирует с периодом 21 год, при этом периастр орбиты экзопланеты смещается в направлении движения звезд и планеты.

Автором настоящей работы выполнен сравнительный анализ сценариев эволюции орбит Kepler-16b и Kepler-38b. В случае Kepler-16b наблюдается существенное изменение эксцентриситета ее орбиты, что обусловлено периодически изменяющимся гравитационным полем системы и большим различием масс компонент А и В. В случае Kepler-38b, данный эффект менее ярко выражен, поскольку массы звезд системы близки по значениям и эксцентриситет их орбит меньше чем в случае Kepler-16b. В работе представлены траектории и законы движения всех тел системы в графической форме.

Список литературы:

1. Welsh W.F., Orosz J.A., Carter J.A., Fabrycky D.C. et al. Transiting circumbinary planets Kepler-34 b and Kepler-35 b. – Nature. – 2012. – 481. – P. 475-479.
2. Paardekooper S.-J., Leinhardt Z.M., Thebault P. and Baruteau C. How not to build Tatooine: the difficulty of in situ formation of circumbinary planets Kepler 16b, Kepler 34b and Kepler 35b. – The Astrophysical Journal. – 2012. – V.754. – L16.
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики. – Изд. 5-е, стереотипное. – М.: ФИЗМАТЛИТ. – 2010. – Т.1. – Механика. – 560с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА С ПОЛЫМ КАТОДОМ ДЛЯ СИНТЕЗА НАНОПЛЕНОК

Милованов Егор Сергеевич, Толстова Полина Олеговна

11 класс, СУНЦ НГУ, г. Новосибирск

Научный руководитель: Золкин Александр Степанович, к.ф.-м.н.,
кафедра общей физики, физический факультет,
Новосибирский государственный университет (НГУ)

Цель работы – получение нанопленок в разряде с полым катодом. Задачи: рассмотреть теоретические основы физики тлеющего газового разряда с полым катодом; оценить возможность использования физики разряда с полым катодом для синтеза наноплёнок из различных материалов: например, металлов или углерода; получить пленки меди как модельного объекта и исследовать их свойства.

Особенность полого катода, который является отрицательным электродом в системе, - это высокая степень ионизации в области самого катода, связанная с осцилляцией эмиссионных электронов[1]; что объясняет высокую стабильность горения разряда. Поверхность катода является генератором атомов, ионов или кластеров в зависимости от энергии заряженных частиц, бомбардирующих ее[2]. Следовательно, синтез пленки непосредственно связан с вольт-амперными характеристиками (ВАХ) системы. Так определяются режимы для синтеза плёнок.

На Рис.1 представлены одни из полученных в ходе работы зависимостей. Заметно, что ток в системе возникает при достижении определенного напряжения, достаточного для ионизации газа. До этого газ обладал высоким сопротивлением. После пробоя (появления тока) значение $I(U)$ в хорошем приближении зависит от U линейно. При этом наибольшее значение тока $I(950\text{В}) = 30,5 \text{ мА}$ было достигнуто при $p = 0,045 \text{ мм.рт.ст.}$ При данных параметрах на стекле и кремнии получены пленки, позже исследованные на сканирующем электронном микроскопе. Проверена их способность к проводимости. Работа интересна для задач нанотехнологий.

Список литературы:

1. Москалев Б. И., “Разряд с полым катодом” //Москва, «Энергия», 1969г.
2. Бериш Р., "Распыление твердых тел ионной бомбардировкой" //Москва, "Мир", 1986г.

СОЗДАНИЕ ПРИБОРА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Митрофанова Анастасия Евгеньевна

10 класс, МБОУ «Гимназия №127», г. Снежинск

Научный руководитель: Капралов Александр Иванович, МБОУ «Гимназия №127», к.п.н., доцент, зав. предметной физической лабораторией

Актуальность исследований в области оптически активных материалов определяется возрастающей ролью оптических методов исследования различных биохимических процессов, передачи и хранения информации. Некоторые из веществ имеют свойство растворяться в воде, и как следствие, могут легко проникать и в организм человека. В науке известны такие оптические явления как вращение плоскости поляризации света и эффект Тиндаля.

В учебной практике известны исследования по фотометрии, но приборов по изучению обозначенных явлений не имеется.

Следовательно, создание экспериментальной установки, позволяющей проводить в школьных условиях исследования аналогичные научным, является для нас целью работы. Так как известно, что поляризованный свет меняет плоскость поляризации при прохождении через раствор сахара, в основу установки легла конструкция из лазера, свет которого является поляризованным, стеклянной жидкости и двух поляроидов.

Так как любая экспериментальная установка требует применения определенного алгоритма действий при проведении опытов и установлении тех или иных закономерностей, то перед собой мы поставили и решили следующие задачи:

1. Анализ источников по указанной проблеме;
2. Разработка конструкции прибора (экспериментальной установки);
3. Сбор необходимых материалов для ее материализации;
4. Создание прибора;
5. Разработка и проведение учебного эксперимента для отработки алгоритма действий при проведении опытов, для получения достоверных результатов;
6. Проведение исследования с образцами растворов;
7. Анализ полученных результатов.

Проведенные исследования в целом подтвердили закономерности выше названных явлений, что позволяет утверждать о целесообразности использования этого прибора в учебно-исследовательском эксперименте в школьных условиях.

Список литературы:

1. Физический энциклопедический словарь / Под ред. А. М. Прохорова, Д. М. Алексеева и др. – М.: Советская энциклопедия, 1983. – 928 с.
2. Ландсберг Г. С., Оптика / Г. С. Ландсберг – М.: ГИТТЛ, 1976. – 759 с.
3. Левшин В. Л. Фотолюминесценция жидких и твердых веществ/В. Л. Левшин – М – Л.: Гостехиздат, 1951. - 456 с.

МАКСИМИЗАЦИЯ СКОРОСТИ ПОСЫЛКИ В ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОЧТЕ

Некрасов Андрей

*10 класс, Университетская гимназия (школа-интернат) МГУ
имени М.В. Ломоносова, г. Москва*

Научный руководитель: Сладков Клим Дмитриевич, студент физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова

Системы пневматической почты на сегодняшний день используются в местах, где требуется оперативная пересылка документов, например, в банках и больницах. Поэтому увеличение скорости посылки в такой почте, не требующее существенных затрат, является актуальной задачей.

Тем не менее, создание действующей пневматической почты – трудоемкая инженерная задача. Поэтому для исследования движения посылки была создана модель, идентичная настоящей, а именно – вакуумная базука. Вакуумная базука представляет из себя протяженную трубку с приспособлением для откачки воздуха (это может быть вакуумный насос или просто пылесос), а также с заглушками, обеспечивающими откачку воздуха. После того, как снаряд помещен в трубку, он начинает двигаться и вылетает с большой скоростью, так как на него действует сила разности давлений. При исследовании движения снаряда учитывается дополнительная ускоряющаяся масса (масса воздуха в трубке), образующаяся воздушная подушка, а также работа системы удаления воздуха во время движения.

Экспериментальная установка состоит из вакуумной базуки и фотоворот, подключенных к устройству измерения и обработки данных LabQuest. Скорость рассчитывалась как расстояние между фотоворотами, деленная на измеренное время.

Результатом проделанной работы является математическая модель, с высокой точностью описывающая движение снаряда. Для некоторых моделей установки получена максимальная теоретическая скорость. Также выявлены

параметры, на основании которых можно добиться максимальной скорости посылки в пневматической почте, не увеличивая значительно ее стоимость.

Список литературы:

1. <http://www.samsung.com/ru/info/contactus/>
2. Eric Ayars and Louis Buchholtz, Analysis of the vacuum cannon/ Department of Physics, California State University, Chico, Chico, California 95929-0202/ 1 March 2004 Радиоактивность. (<http://nuclphys.sinp.msu.ru/anuc/anuc07.htm>)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИХРЕТОКОВОГО МЕТОДА КОНТРОЛЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О ФОРМЕ ЭЛЕКТРОПРОВОДЯЩИХ ОБЪЕКТОВ

Ничинский Илья Михайлович

11 класс, Лицей при Томском Политехническом Университете, г. Томск

Научный руководитель: Александр Ефремович Гольдштейн, НИ ТПУ,
доктор технических наук, профессор

Целью данной работы является определение возможности использования вихретокового метода контроля для получения информации о форме электропроводящих объектов. Измерительная информация о параметрах вихревых токов может быть получена путем измерения характеристик их магнитного поля с помощью дополнительной измерительной обмотки. Выходным электрическим сигналом, отражающим свойства электропроводящего объекта, является комплексное электрическое напряжение U' измерительной обмотки, которое состоит из начального и вносимого напряжений вихретокового преобразователя (ВТП).

Информация о форме объекта может быть получена, если в процессе контроля изменять взаимную ориентацию вектора напряженности возбуждающего магнитного поля и объекта. Для удобства изменялась ориентация объекта в магнитном поле. Для эксперимента были взяты круглый стальной диск с отверстием и стальной цилиндр. Составной объект имитировался соединением диска и цилиндра с возможностью изменения их взаимной ориентации. В ходе экспериментов определялись мнимая и действительная составляющие вносимых напряжений и строились годографы вносимого напряжения от изменения ориентации объекта в магнитном поле.

По результатам экспериментов установлено, что годографы осесимметричных объектов: цилиндра, диска, а также составного объекта, в

случае соосной ориентации его составных частей представляют собой прямые линии, концы которых соответствуют продольной и поперечной ориентациям объекта в магнитном поле. Годограф вносимого напряжения ВТП от изменения угла ориентации несимметричного составного объекта представляет собой эллипс.

Таким образом, показана возможность получения информации о форме электропроводящего объекта с помощью использования вихретокового метода контроля.

Список литературы:

1. А.Е. Гольдштейн, В.К. Жуков. Использование нестационарных по направлению магнитных полей для идентификации локальных электропроводящих объектов. – Томск: изд-во «Печатная мануфактура», 2002. – 139с.

ОТ РЕЛЬСОТРОНА ДО ПЛАЗМАТРОНА

Пересадько Петр Антонович

8 класс, школа №1, г. Жуковский, Московская обл.

Научные руководители: Парфенов Константин Владимирович, доцент физического факультета МГУ, Сладков Клим Дмитриевич, МГУ.

Летний научный лагерь МГУ «ЛАНАТ»

Краткая постановка задачи: создание устройства – ускорителя масс (рельсотрон), использующего в своей основе действие магнитного поля на проводник с током (сила Лоренца), проведение экспериментов, анализ полученных результатов, сравнение результатов с расчетными значениями. Также стоит отметить что в настоящее время (в частности в Америке) ведутся испытания оружия по данной технологии. Тем более в наши дни очень быстро развивается освоение космоса, и технологию рельсового ускорителя можно применить для разгона спутников или же других объектов для вывода на орбиту или в открытый космос, используя электричество.

Методы, используемые автором: При прохождении тока по двум параллельным проводникам, возникает сила, которая будет либо притягивать их, либо отталкивать (это зависит от направления тока), это значит, что на провод будет действовать сила, это и есть сила Ампера. Если мы положим движущийся снаряд-проводник между двумя параллельными рельсами, то на него тоже будет действовать сила Ампера, а значит снаряд будет ускоряться. Это принцип действия классического рельсотрона, однако в процессе

испытаний я выяснил что у классического рельсотрона есть немного минусов. Во-первых, сложно самому изготовить снаряд с очень маленьким сопротивлением при контакте с рельсами, во-вторых, снаряду нужно придать начальную скорость чтобы он не прикипел к рельсам из-за слишком высокого тока. Исходя из этого, я сделал вторую установку (Плазматрон), в котором в качестве рабочего тела я использую плазму, холодную разряженную плазму. Я получаю плазму из кусочка медного провода (пускаю мощный постоянный ток), плазма из-за своей высокой температуры образует высокое давление в стволе, но также плазма является проводником, поэтому на нее тоже действует сила Ампера. Поэтому вторая установка лишена недостатков первой установки.

Основные результаты: Я создал две версии рельсотрона, вывел со своим преподавателем формулу для расчета конечной скорости снаряда, а также рассчитывал время зарядки, параметры зарядного устройства. Чтобы накопить большой заряд я использовал батарею из конденсаторов, рассчитанных на 300вольт, мне удалось накопить 20000 мкФ, а это много. Для зарядки конденсаторов я сделал зарядное устройство, работающее от сети переменного тока 220вольт, чтобы получить на выходе импульсный постоянный ток, я использовал мощный диодный мост. Для ограничения тока зарядки я взял два шунтированных резистора суммарной мощностью 200Вт. Также для более продолжительного разгона снаряда я поставил катушку индуктивности, которая накапливая электрическое поле продлевает время разрядки.

Возможные пути развития: в ближайший месяц я достану конденсаторы огромной емкости, а так же засниму процесс выстрела на замедленную камеру, изготовлю снаряд с имеющий маленькое сопротивление при контакте с рельсами. Увеличу масштаб установок.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОФИЛЯ ИЗГИБА УПРУГОЙ ПОЛОСКИ

Поздняков Артем, Хохлач Виталий

10 класс, ГБОУ "Школа №2065", г. Москва, г. Московский

Научные руководители: Шморин Игорь Тимофеевич, научный сотрудник РФЯЦ-ВНИИЭФ, ведущий специалист ГБОУ "Школа №2065", Мусин Артем Игоревич, студент МГУ им. Ломоносова, методист ГБОУ "Школа №2065"

Исследование деформации твердых тел – трудная научно-инженерная задача. Учет деформаций является определяющим в большом числе практически важных случаев, на-пример, при расчете на прочность строительных конструкций, деталей машин и механизмов и т.д. Однако деформации не всегда можно описать простыми аналитическими выражениями. Поэтому экспериментальное исследование этих задач чрезвычайно важно.

Целью нашей работы являлось исследование изгиба тонкой полосы, находящейся между двумя упорами. В рамках работы были поставлены и решены следующие задачи:

- разработать надежный способ закрепления изогнутой полосы;
- измерить профиль полосы как функцию $y(x)$;
- предложить и проверить гипотезы о виде функции профиля.

Было предложено две гипотезы:

- профиль полосы представляет собой часть параболы;
- профиль полосы представляет собой часть синусоиды.

По результатам обработки измерений был сделан вывод, что обе гипотезы довольно-но близко описывают профиль изогнутой полосы, однако параболическая функция описывает профиль лучше.

Результаты работы могут быть использованы для расчета изгиба строительных балок и опорных конструкций мостов.

Список литературы:

1. В.А. Алешкевич, Л.Г. Деденко, В.А. Караваев. Курс общей физики. Механика. М.: Физматлит, 2011. 472 с.

УПРАВЛЕНИЕ ОПТИЧЕСКИМИ МОДУЛЯЦИЯМИ СЛАБЫМ СВЕТОМ

Полянин Константин Андреевич

11 класс, МБОУ «Физико-математический лицей», г. Сергиев Посад

Научный руководитель: Классен Николай Владимирович (зав. лабораторией
оптической прочности и диагностики кристаллов)

Исследовать модуляцию полного внутреннего отражения света путем варьирования свойств материала в приповерхностном слое светом и разработать принцип работы оптического транзистора. Тема актуальна для разработки оптических компьютеров, которые должны обладать наилучшим быстродействием из-за распространения сигналов со скоростью света, наибольшей скоростью и емкостью передачи информации из-за высокой несущей частоты и наименьшим энергопотреблением из-за отсутствия переноса зарядов. Для решения этой проблемы в проекте исследуются возможности модуляции оптических сигналов, сформированных при полном внутреннем отражении (ПВО), посредством регулирования свойств среды в области поверхностных световых волн. Используются два варианта: в первом поверхностные волны формируются при полном внутреннем отражении от поверхности полупроводникового кристалла. Когда с внешней стороны на поверхность действует слабое, но сильно поглощаемое кристаллом оптическое излучение, образуется высокая плотность неравновесных электронов, способная изменить локальные оптические свойства. Интенсивность отражаемого, но не поглощаемого луча может быть гораздо больше, чем интенсивности света модулирующего, что и обеспечит принцип оптического транзистора. Во втором варианте модуляции ПВО используется механизм его нарушения поглощающими свет наночастицами, находящимися с наружной стороны у отражающей грани. Для большого коэффициента усиления световых сигналов особенно перспективен случай самофокусировки света перераспределением наночастиц. Такая самофокусировка идет только когда интенсивность света превысит пороговую величину. Включение слабого модулирующего света вблизи порога создаст самофокусировку и сильную модуляцию оптического сигнала. Призмы ориентировались отражающей гранью вверх и на нее сверху наносилась водная суспензия с наночастицами, ослабляющими отражаемый свет за счет поглощения или рассеяния. В первом варианте отражаемый свет создавался красным и зеленым лазерами, а модулирующий – синим. В кристаллах с наличием электронных уровней в середине запрещенной зоны была получена сильная

модуляция отраженного сигнала при освещении синим лазером. Во втором варианте наночастицы перераспределялись, вызывая модуляцию, не зависимо от длин волн отражаемого и модулирующего лазеров. В обоих вариантах масштабы модуляции достигали нескольких десятков процентов.

Список литературы:

1. П. А. Белов, В. Г. Беспалов, В. Н. Васильев, С. А. Козлов, А. В. Павлов, К. Р. Симовский, Ю. А. Шполянский Оптические процессоры: достижения и новые идеи. // В кн.: Проблемы когерентной и нелинейной оптики. — СПб, 2006. — С. 6 — 36.
2. В.С.Днепровский Оптическая бистабильность и проблемы создания оптического транзистора, Соросовский образовательный журнал, №1, 1999, стр. 103-109

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ВОЛОСЯНОГО ГИГРОМЕТРА

Ратникова Валерия

8 класс, МБОУ СОШ №5, г. Москва

Научный руководитель: сотрудник кафедры физики СУНЦ МГУ Сладков К.Д.

В своей работе я исследовала точность волосяного гигрометра с помощью покупного гигрометра и время реакции на изменение влажности в зависимости от существенных параметров.

В итоге я выявила плюсы и минусы волосяного гигрометра по сравнению с аналогами.

Волосяной гигрометр используется для определения относительной влажности окружающей среды (диапазон измерения – от 30 до 80%). Принцип действия такого гигрометра основан на естественном изменении длины обезжиренного человеческого волоса в зависимости от влажности окружающей среды. При переменах микроклимата в помещении он уменьшается или увеличивается. В связи с этим происходит ослабление или натяжение волоса, которое влияет на шкив. Он, в свою очередь, поворачивается в соответствии с изменением влажности, воздействуя на стрелку, конец которой свободно перемещается по шкале с нанесенными на нее делениями. Благодаря этому определяются точные показатели влажности окружающей среды.

Я собрала такое устройство, используя человеческий волос и общедоступные строительные материалы, и далее проградуировала его. После этого я приступила к изучению характеристик созданного мной прибора.

Список экспериментального оборудования: покупной гигрометр, ноутбук (для обработки данных), камера (для съёмки видео и определения времени отклика). Для определения точности гигрометра я сравнивала его показания с показаниями покупного гигрометра, измерения которого принимала за эталон. Полученная таким образом статистическая погрешность прибора составила 2 - 5%. Время отклика измерялось при разных влажностях и определялось как время до момента установления постоянного (в пределах шкалы измерений) значения.

Как было мной показано, главное преимущество волосяного гигрометра заключается в том, что показания относительной влажности воздуха не зависят от его температуры, в отличие от электролитических аналогов. Кроме того, прибор не потребляет энергию, поскольку процесс его действия основан на механических действиях.

Формулировка результатов.

Дано качественное объяснение явления, построена его физическая модель. Выявлены значимые параметры и их влияние на изменение влажности.

ОПТИМИЗАЦИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КВАДРОКОПТЕРОВ

**Ракицкий Михаил, Русских Максим, Сулимов Тимофей,
Устинов Иван, Чабан Игорь**

11 класс, Академический лицей «Физико-техническая школа», г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Гарбарук Андрей Викторович, СПбПУ, кафедра "Гидроаэродинамика, горение и теплообмен", доцент

Для решения практических задач необходимо обеспечить высокую точность позиционирования и скорость полета такого летательного аппарата, а также продолжительность полета на одном заряде батарей. Это определило основную цель работы – подобрать лучшую комбинацию мотор-винт мини-квадрокоптера «Пионер» компании Геоскан.

Винты различаются диаметром, геометрическим шагом, количеством и формой лопастей. Было рассмотрено около 30 винтов диаметром от 3 до 6 дюймов в сочетании с двумя бесколлекторными двигателями с разным параметром kV (отношение количества развиваемых без нагрузки оборотов к подаваемому напряжению). Показано, что из-за малого числа Рейнольдса обтекания результаты измерений существенно отклоняются от теории винта

[1], что приводит к необходимости проведения экспериментальных исследований для выбора оптимальной пары мотор-винт.

Для измерения силы тяги пара мотор-винт устанавливалась на однокомпонентных аэродинамических весах, при этом также проводились измерения частоты вращения винта и силы тока, текущего через мотор. Для определения максимальной скорости, которую может развить квадрокоптер, экспериментальная установка помещалась в аэродинамическую трубу диаметром рабочей части 0.5 м и проводились измерения при различных скоростях потока, набегающего на пару винт-мотор (для измерения скорости потока использовался термоанемометр).

По результатам проведенных измерений оптимальным для квадрокоптера "Пионер" является мотор с $kV=3100$ в сочетании с винтом 5030-2, поскольку они обеспечивают минимальное энергопотребление в режиме зависания, при этом обеспечиваемая ими скорость составляет 68% от максимальной, а грузоподъемность около 40%. Однако для скоростного полета и повышения грузоподъемности следует использовать на моторе с $kV=2280$ и винт 5550-2.

Список литературы:

1. Александров В.Л. "Воздушные винты"

МАГНИТНО-СВЕТОВОЙ ПАРУС

Тумаш Мадияр Нурадинулы, Тастемир Жангирхан Асхатулы

11 класс, НАО РФМШ, НИШ ФМН г. Алматы

Научный руководитель: Мусатай Санат Сагатулы,
учитель физики НАО РФМШ

Целью работы является проектирование двигателя космического аппарата (КА), состоящий из двух видов паруса: светового и магнитного.

В процессе проектирования были поставлены следующие задачи:

- 1) определение силы взаимодействия магнитного поля кольцевого тока с потоком заряженных частиц солнечного ветра;
- 2) расчет силовых параметров светового паруса;
- 3) расчет параметров составных частей магнитно-светового паруса;
- 4) определение зависимости ускорения, скорости, координаты КА от времени, а также траектории полета КА в солнечной системе.

Магнитный парус представляет собой кольцо из легкого материала, обтянутый сверхпроводником. При прохождении тока через кольцо создается магнитное поле, которое взаимодействуя с потоком заряженных частиц создает тяговую силу.

В работе определены граничные значения индукции магнитного поля, сила и оценен радиус взаимодействия магнитного поля кольца с солнечным ветром, а также параметры сверхпроводящего проводника. Расчитаны сила светового давления и параметры составных частей паруса. Для спроектированного паруса выполнен следующее: 1) расчет зависимости ускорения, скорости, координаты КА от времени; 2) расчет траектории полета аппарата; 3) метод раскрытия паруса после вывода его в космическое пространство. Расчеты выполнены на программе Matlab.

Результатом исследования является создание проекта солнечного паруса, состоящий из магнитного и светового паруса. Оценены параметры составных частей паруса, а также параметры полета КА в космическом пространстве Солнечной системы.

Список литературы:

1. Пилотируемые космические корабли. Проектирование и испытания. Сборник статей, перевод с английского, М., 1968.
2. Инженерный справочник по космической технике. Изд. 2-е/Под ред. А.В.Солодова, Воениздат, 1977.
3. Савельев И.И. Курс общей физики. Т.1. М.: Наука 1982.

ИЗУЧЕНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ИЗ РАСТВОРОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Филиппова Екатерина Александровна

11 класс, МАОУ Лицей №3, г. Чебоксары

Научный руководитель: Клинк Надежда Юрьевна, учитель физики,
МАОУ Лицей №3

Вопрос о механизме зарождения кристаллов окончательно еще не решен. Кристаллизация может начаться только при достаточном пересыщении (переохлаждении) раствора. Поликристаллические агрегаты, выпадающие из раствора, с энергетической точки зрения менее устойчивы, чем монокристаллы. При помещении раствора электролита в электрическое поле происходит электролиз, то есть выделение чистого вещества на электродах. Однако я предположила, что при быстром испарении растворителя возможно выпадение кристаллов растворенного вещества, и на этот процесс должно оказывать влияние электрическое поле. Это и проверялось экспериментально.

Цель исследования. Изучить возможность влияния электрического поля на процесс кристаллизации из растворов.

Методика. Исследовались растворы NaCl , CuSO_4 , KMnO_4 . Были проведены две серии экспериментов: 1) с использованием источника низкого электрического напряжения на 9 В, 2) с использованием источника высокого напряжения до 25 кВ. Ряд экспериментов проведен в микроволновой печи для проверки воздействия СВЧ-излучения на процесс кристаллизации. Постоянное электрическое поле создавалось между двумя лезвиями и оставалось включенным до полного высыхания капли раствора. Контрольные образцы содержались в идентичных условиях, но без электрического поля.

Результаты. При включении сильного электрического поля раствор растекается сначала к положительному полюсу, а затем к отрицательному. Предположительно это связано с различной подвижностью анионов и катионов. При этом наблюдается искровой разряд. После окончания процесса кристаллизации снова происходит электрический пробой. Средние размеры кристаллитов уменьшаются с увеличением напряженности электрического поля. В однородном электрическом поле кристаллизация происходила в основном по краям капли. В СВЧ-печи происходит увеличение объема, обусловленное газообразованием, из-за того, что вода испаряется по объему, а не с поверхности. СВЧ-излучение препятствует образованию кристаллитов. При минимальной мощности (300 Вт) образуются кристаллиты, не имеющие ясно выраженной огранки, и дендриты. Было исследовано влияние материала

подложки на процесс кристаллизации, кроме стекла использовались: полиэтиленовая пленка, пластмасса и пластиковая линейка. В случае полиэтилена и пластмассы, капля исследуемого раствора оставалась объемной, поскольку данные материалы не смачиваются водой.

Список литературы:

1. Физический энциклопедический словарь. Гл.ред. Б.А.Введенский, Б.М. Вул, т. 2 М., «Советская Энциклопедия», 1962, (Энциклопедии. Словари. Справочники). Т. 2. Е – Литий. 1962. 608 с. С илл.
2. Химическая энциклопедия. — М.: Советская энциклопедия. Под ред. И. Л. Кнунянца, доктора химических наук (1939), профессора (1939), академика АН СССР 1988.
3. Блистанов, А.А. Кристаллы квантовой и нелинейной оптики: учебное пособие для вузов. — м.:мисис, 2000. — 432 с.
4. Хамский, Е.В. Кристаллизация в химической промышленности. М.: Химия. 1968. - 304 с.

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИБОРА ГУКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ПОТОКА

Шаров Григорий Валерьевич

6 класс, МАОУ «Средняя общеобразовательная школа № 43 г. Челябинска»

Научный руководитель: Непомнящая Татьяна Петровна,
МАОУ «Средняя общеобразовательная школа № 43 г. Челябинска»,
учитель физики высшей категории

С древних времен люди задумывались об измерении скорости движения надводных транспортных средств. Самым первым для этой цели использовался ручной лаг, далее он совершенствовался, и с развитием науки и техники появились механический лаг, вертушечный лаг, гидравлический лаг, гидроакустический лаг.

Измерение скорости надводных транспортных средств связано с применением аналогичных методов для измерения скорости течения в поверхностных слоях реки, поскольку прогнозирование разгула природных стихий является чрезвычайно важным для предупреждения гуманитарных и техногенных последствий от внезапных ударов тайфунов, наводнений, ливневых дождей и прочих.

На основе нашей работы мы сформулировали следующие выводы:

1. Поставленная цель достигнута, задачи решены.
2. С помощью транспортира, измерения расстояния, пройденного судном, и времени его пути можно определить скорость судна в стоячей воде и скорость подводного течения потока воды в поверхностных слоях.
3. Зная угол отклонения, можно определить скорость подводного течения в поверхностных слоях реки.
4. Чем больше угол отклонения, тем выше скорость судна в стоячей воде; чем больше угол отклонения, тем больше скорость подводного течения в поверхностных слоях реки.

Обсуждение полученных результатов

Новизна исследования. В настоящем исследовании впервые была изготовлена модель судна, которую можно использовать в домашних (походных) условиях для измерения скорости течения реки в поверхностных слоях, а также скорость движения судна в стоячей воде.

Что дала работа самому исследователю? Результаты исследования заставили меня задуматься о том, как изменился технический мир с 15-16 веков до настоящего времени. Это исследование в корне изменило мое представление о взаимосвязи различных величин между собой (в нашем эксперименте – взаимосвязь угла отклонения со скоростью судна и скоростью течения реки в поверхностных слоях). Я понял, что, зная одну величину, можно прогнозировать другую величину (например, при увеличении угла отклонения увеличивается скорость судна и скорость течения реки в поверхностных слоях).

Практическое значение работы: Исследование может быть проведено учащимися школ на уроках физики, в том числе, самостоятельно во время прогулок и на пляже, а также на факультативных занятиях по направлению «Юный техник», «Основы моделирования», а также теми, кто интересуется основами судоходства и мореплавания, физикой. Полученные знания необходимы для формирования не только знаний по предметам естественно-научного цикла (физика, окружающий мир), но и формирования знаний по основам безопасности жизнедеятельности, правилам поведения детей на берегу водоемов и при плавании в водоемах, при сплавах по рекам, в походах, во время прогулок. В разные времена года – зимой, весной летом, осенью – можно измерить скорость кораблика на реке, на ручье.

Определение максимально возможного ожидаемого превышения уровня воды в реке для данного пункта с целью прогнозирования «поведения воды» в реке с помощью простых, доступных и дешевых способов, который представлен в данной работе, способен помочь службам лесного хозяйства,

судоходства, Министерства чрезвычайных ситуаций прогнозировать наступление природных стихий с целью предупреждения экологических и гуманитарных катастроф в населенных пунктах, расположенных вблизи различных водоемов.

Список литературы:

1. Физика. 7 кл.: учебник для общеобразовательных учреждений /А.В. Перышкин. – 14-е изд., М.: Дрофа, 2010. – с. 57 – 68, с. 114 - 124.
2. Физика. 9 кл.: учебник для общеобразовательных учреждений /А.В. Перышкин, Е.М. Гутник – 15-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2012. – с. 39-48.
3. История древнего мира. Навигация. - <http://konan.3dn.ru/publ/69-1-0-339>. – дата просмотра 24.02.2016
4. Как и почему на море скорость измеряется в узлах? – <http://www.kakprosto.ru/kak-832253-pochemu-na-more-skorost-izmeryaetsya-v-uzlah#ixzz3wARiVHM6>. – дата просмотра 24.02.2016
5. При помощи чего и кого ориентировались древние мореплаватели? – <https://otvet.mail.ru/question/17082467>. – дата просмотра 24.02.2016

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДИСТИЛЛЯЦИИ С РЕГЕНЕРАЦИЕЙ ТЕПЛОВЫХ ЗАТРАТ ЗА СЧЕТ ВНЕШНЕГО НИЗКОУРОВНЕВОГО ИСТОЧНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ К ПРОМЫШЛЕННОМУ ОПРЕСНЕНИЮ МОРСКОЙ ВОДЫ

Зарубин Тимур Игоревич

10 класс, МБОУ "Лицей №21", Нижегородская обл., г. Дзержинск

Научный руководитель: Мусин Артем Игоревич, студент
МГУ им. Ломоносова, методист ГБОУ "Школа №2065"

В работе предложена схема установки термокомпрессионной дистилляции с регенерацией тепловых затрат аппарата перекачкой тепла от внешнего низкоуровневого источника и рассмотрено применение данной установки к промышленному опреснению морской воды. В установке тепловые затраты на процесс дистилляции регенерируются не за счет теплоты, выделившейся при конденсации пара под высоким давлением, а за счет теплоты, отобранной у внешнего низкоуровневого источника за счет совершения работы. Эта особенность отличает нашу установку от существующих аналогов [1].

Основное содержание работы заключается в разработке принципиальной схемы установки, а так же создании физико-математических моделей процессов, происходящих при работе данной установки. Данные физико-математические модели могут быть использованы при проектировании производственных комплексов на основе данной установки.

Принцип работы данной установки основан на использовании технологии теплового насоса, который осуществляет перекачку тепла от внешнего низкоуровневого источника. Так же отличительной особенностью данной установки является использования сопла Лаваля, в котором происходит адиабатическое расширение перегретой паровоздушной смеси, конденсация дистиллята и совершение механической работы, которая используется в тепловом насосе для перекачки тепла от внешнего низкоуровневого источника.

Одним из побочных результатов работы такой установки является охлаждение используемого внешнего низкоуровневого источника, что в свою очередь также можно использовать.

Опираясь на данные из литературы [2,3], мы построили физико-математические модели основных физических процессов, которые протекают в данной установке. Эти физико-математические модели могут служить основой для разработки типового расчета узлов установки при технологическом проектировании специализированных производственных комплексов на её основе.

Использование предложенной установки позволит значительно сократить тепловые затраты на процесс дистилляции водосодержащего химического сырья, что позволит сделать процесс промышленного опреснения морской воды менее энергозатратным. Это позволит снизить стоимость пресной воды для нужд человечества. Таким образом, использование предложенной нами установки внесёт значительный вклад в решении глобальной проблемы нехватки пресной воды, пригодной для питья на Земле.

Список литературы:

1. Устройство для опреснения воды: свидетельство №104934 РФ 2010150243/05 заявл. 08.12.2010 опубл. 27.05.2011 Бюл. №15.
2. В.Т. Жаров, Л.А. Серафимов. Физико-химические основы дистилляции и ректификации. Л.: Химия, 1975.
3. Г.Н Абрамович. Прикладная газовая динамика. М.: Наука, Гл. ред. Физ. - мат. лит., 1991.

ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧАТИ ПОЛИМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ МОНОСЛОЙНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ТРАНЗИСТОРА

Андрианова Ангелина Владимировна

*11 класс, Специализированный учебно-научный центр (факультет) -
школа-интернат им. А.Н. Колмогорова МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва*

Научный руководитель: Гвоздкова Ирина Александровна, старший
научный сотрудник кафедры физики СУНЦ МГУ, к.ф.-м.н., доцент

Технология изготовления традиционных электронных устройств на основе неорганических полупроводников требует больших энергетических затрат, а развитие органической электроники способствует решению таких важных задач, как ресурсосбережение, энергосбережение и охрана окружающей среды. Ключевой элемент органического транзистора - электроды, которые печатаются из специальной полимерной суспензии (например, PEDOT:PSS) на верхнем слое такого транзистора. Существует ряд проблем, связанных с нанесением проводящего органического вещества на поверхность транзистора [1,2]. Цель данной работы заключалась в подборе оптимальной концентрации поверхностно активного вещества (ПАВа) или специального растворителя (ДМСО) в проводящей суспензии, из которой в дальнейшем при высыхании (если капли суспензии не растекутся) на поверхности транзистора будут образовываться качественные органические электроды.

В процессе печати электродов для монослойных органических транзисторов необходимо учитывать закономерности поверхностного натяжения, проявляющиеся в особой форме капель суспензии на их поверхности. Для экспериментального исследования зависимостей коэффициента поверхностного натяжения таких капель от концентраций ПАВа в PEDOT:PSS и контактного угла (угла, под которым капля находится на поверхности кристаллической подложки транзистора) от концентрации ДМСО в суспензии и типа подложки использовался оптический контактный анализатор. Обработка экспериментальных данных и оценка точности полученных результатов проводились с помощью методов математической статистики. Результаты исследований особенностей поверхностного натяжения полимерной проводящей суспензии на поверхности монослойного органического транзистора позволяют усовершенствовать технологию печати его электродов.

Список литературы:

1. Poimanova E. Yu., Anisimov D.S., Bruevich V.V., Dominskiy D.I., Luponosov Yu.N., Polinskaya M.S., Ponomarenko S.A., Paraschuk D.Yu. Solution-grown large-area ultrathin films of α,α' -dihexylquinquethiophene for organic field-effect transistors // 3rd International Fall School on Organic Electronics. Book of abstracts. Moscow region, Russia. September 18-23, 2016. P. 94.
2. Андрианова А.В., Гвоздкова И.А., Паращук Д.Ю. Экологически безопасные технологии печати полимерных электродов для монослойных органических транзисторов // Вестник Экологического центра Общества восстановления и охраны природы г. Москвы. Вып. №1 (19). 2017. С. 5-9.

ОБРАТИМЫЕ ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ ЖИДКОСТИ

Милованова Мария Николаевна

10 класс, Специализированный учебно-научный центр (факультет) - школа-интернат им. А.Н. Колмогорова МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Научный руководитель: Могилевский Евгений Ильич, СУНЦ МГУ,
старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.

Цель: В Интернете распространены ролики (например, [1]), в которых показано, как жидкости помещают в сосуд, перемешивают, двигая его стенки, при этом после обратного движения границы жидкости разделяются вновь. В этой работе мы изучаем течение жидкости в узком зазоре между коаксиальными цилиндрами и ставим цель выяснить, при каких условиях все жидкие частицы могут вернуться в исходное положение после движения границы сначала в одну, а потом в другую сторону.

Теория: В теоретической модели рассматривается нестационарное осесимметричное движение вязкой жидкости в узком зазоре между коаксиальными цилиндрами радиусами. Частицы жидкости движутся по окружностям, их линейные скорости зависят от расстояния до оси и времени. Скорости частиц, прилегающих к твердым поверхностям, совпадают со скоростями поверхностей, а движение внутренних частиц определяется силами вязкого трения. Если цилиндры движутся с постоянными скоростями, то может наблюдаться стационарное распределение скоростей и реализуется течение течения Тейлора – Куэтта [2].

Методом анализа размерности получено, что течение квазистационарно, если число Рейнольдса мало. В этом случае обратимое движение границы должно вызывать обратимое движение жидкости.

Опыты: Теоретические выводы были проверены численным и лабораторным экспериментами. Уравнения движения решались методом конечных разностей (схема Кранка-Николсона, полученные линейные уравнения решались методом прогонки [3]). Получено, что при выполнении критерия квазистационарности и отсутствии больших ускорений конечное состояние близко к начальному.

Для физической демонстрации в качестве оборудования были взяты два прозрачных стакана с ровными внешними и внутренними стенками диаметрами 32 мм и 74 мм. С помощью зажимов для бумаги была обеспечена соосность цилиндров. Между цилиндрами был налит глицерин и шприцем внесены цветные маркеры из красителя на основе глицерина. Число Рейнольдса было порядка 0.01. После медленного вращения внутреннего цилиндра на два оборота и возвращения его обратно вдали от верхней (свободной) и нижней (примыкающей к дну) поверхностей цветные маркеры возвращались на исходное место.

Закключение: «Обратимое» течение вязкой жидкости возможно, если оно происходит в квазистационарном режиме. Критерием квазистационарности является малость числа Рейнольдса. Данный результат получен методом анализа размерностей, проверен численным расчетом и подтвержден экспериментом.

Список литературы:

1. https://www.youtube.com/watch?v=_dbnH-BBSNo
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Курс теоретической физики. Т. 6 Гидродинамика. 1986. с. 85
3. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука. 1978 с. 132,370

Отпечатано 19 апреля 2017 года.
Издательский центр СУНЦ МГУ,
г. Москва, ул. Кременчугская, д.11, 107-Б.