

# ФИЗИКА

ISSN 2077-0049  
ИЗДАЕТСЯ С 1992 г.  
№ 10 (974)

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ, АСТРОНОМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ  
[fiz.1september.ru](http://fiz.1september.ru)

## № 10



Кемеровский выпуск  
с. 3–29, 36–37, 60–61

И снова о законе Архимеда...  
с. 32

ФГОС ООО: Проектирование  
и конструирование занятий  
с. 41

Зачем мы открыли бозон  
Хиггса?  
с. 49

Кемеровская станция  
спутниковой связи  
«Орбита»,  
построена в 1960-х гг.

электронная  
ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА  
в Личном кабинете  
на сайте  
[www.1september.ru](http://www.1september.ru)

издательский  
дом  
[1september.ru](http://1september.ru)

# Первое сентября

октябрь  
2015

Подписка на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru) или по каталогу «Почта России»: 79147 (бумажная версия); 12757 (CD-версия)



## МЕТОДИКА

Е. Г. Мелентьева,  
А. М. Горнов

4–6



Роль учителя физики в  
создании деятельностной  
среды на уроке

28–29



Л. Д. Урванцева  
Универсальный опросник,  
9 и 11 кл.

## ЭКСПЕРИМЕНТ

7–10

А. В. Грифинштейн  
Физика и новогодняя ёлка

11–13



А. Ф. Богданов  
Эксперимент в профильной  
школе, 9–11 кл.

16

С. Л. Белкин  
Приборная панель для  
проведения лабораторных  
и практических работ  
по электричеству, 8 и 10 кл.

17–23

А. А. Булатова  
Фронтальный эксперимент  
в 7-м классе

## КОНКУРС «Я ИДУ НА УРОК»

14–15



А. Ф. Богданов  
Закон Ома для участка цепи,  
8 кл.

24–25



О. В. Сергеева  
Плотность вещества, 7 кл.

26–27

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Л. Г. Сотниченко  
Период колебаний в  
нестандартной механической  
системе, 11 кл.

## ПОРТФОЛИО

36–37



Л. В. Морозова,  
Диана Верещагина  
«Её величество,  
волшебница вода», 7 и 8 кл.



К материалам, обозначенным этим  
символом, см. электронные дополнения  
в своём Личном кабинете на сайте  
[www.1september.ru](http://www.1september.ru).

## АСТРОНОМИЯ

30, 31  
34, 35

Проф. В. М. Чаругин  
Звёздное небо в ноябре

## И ШКОЛЬНИКУ, И УЧИТЕЛЮ, И...

32



Н. Д. Козлова,  
Е. В. Алексеева  
И снова – о законе Архимеда...

33

Н. Д. Козлова,  
Л. П. Алексеева  
Как преодолеть тяготение...

38–39

У нас в гостях журнал  
«Квантик»: Фонарик-светлячок.  
Вифлеемская звезда  
А. Панов, Д. Панов,  
А. Андреев

39



Е. В. Алексеева,  
Л. П. Пигалицын  
Новости науки и техники

40

Н. Д. Козлова  
«ЕГЭ» по-американски

## ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

41–48



С. Я. Ковалева  
Актуальные проблемы  
преподавания физики в условиях  
реализации ФГОС ООО:  
целеполагание, планирование,  
конструирование: Лекция 4

60–61

Рефераты электронных  
публикаций

## НАУКА И ТЕХНИКА:

### ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

49–52



С. П. Баранов  
Зачем мы открыли бозон Хиггса?

## АБИТУРИЕНТУ

53–57

Буханов В. М., Грачёв А. В.,  
Зотеев А. В. и др.  
Профильный экзамен-2014

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

58–60

Б. Л. Дружинин  
Учительские заметки:  
3. Невесомость

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ  
«ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Главный редактор:

Артем Соловейчик  
(генеральный директор)

Коммерческая деятельность:

Константин Шмарковский  
(финансовый директор)

Развитие, IT и координация проектов:

Сергей Островский  
(исполнительный директор)

Реклама, конференции и техническое  
обеспечение Издательского дома:

Павел Кузнецов

Производство:

Станислав Савельев

Административно-хозяйственное

обеспечение: Андрей Ушков

Педагогический университет:

Валерия Арсланьян  
(ректор)

## ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

Английский язык – Е. Богданова,

Библиотека в школе – О. Громова,

Биология – Н. Иванова,

География – и. о. А. Митрофанов,

Дошкольное образование – Д. Тюттерин,

Здоровье детей – Н. Сёмина,

Информатика – С. Островский,

Искусство – О. Волкова,

История – А. Савельев,

Классное руководство

и воспитание школьников – М. Битянова,

Литература – С. Волков,

Математика – Л. Рослова,

Начальная школа – М. Соловейчик,

Немецкий язык – М. Бузоева,

ОБЖ – А. Митрофанов,

Русский язык – Л. Гончар,

Спорт в школе – О. Леонтьева,

Технология – А. Митрофанов,

Управление школой – Е. Рачевский,

Физика – Н. Козлова,

Французский язык – Г. Чесновицкая,

Химия – О. Блохина,

Школа для родителей – Л. Печатникова,

Школьный психолог – М. Чибисова

УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО «ИЗДАТЕЛЬСКИЙ  
ДОМ «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Зарегистрировано ПИ № ФС77-58440 от 25.06.14  
в Роскомнадзоре

Подписано в печать: по графику 24.06.15,  
фактически 24.06.15 Заказ №

Отпечатано в ОАО «Первая Образцовая  
типография», филиал «Чеховский Печатный  
Двор» Ул. Полиграфистов, д. 1, Московская

область, г. Чехов, 142300; сайт: [www.chpd.ru](http://www.chpd.ru);  
e-mail: [sales@chpk.ru](mailto:sales@chpk.ru); факс: 8 (496) 726-54-10,

8 (495) 988-63-76

Электронные публикации рецензируются,  
но не оплачиваются. Подробнее см.  
Правила в № 2/2011, с. 47 и на сайте  
журнала <http://fiz.1september.ru> в разделе  
Правила для авторов публикаций

АДРЕС РЕДАКЦИИ

И ИЗДАТЕЛЯ:

ул. Киевская, д. 24, Москва, 121165

Тел./факс: (499) 249-3138

Отдел рекламы: (499) 249-9870

Сайт: [1september.ru](http://1september.ru)

## УВАЖАЕМЫЕ ПОДПИСЧИКИ!

Все подписчики журнала имеют возможность получать электронную версию журнала. Для получения электронной версии:

1. Откройте Личный кабинет на портале «Первое сентября» ([www.1september.ru](http://www.1september.ru)).

2. В разделе «Газеты и журналы/Получение» выберите свой журнал и кликните на кнопку «Я – подписчик бумажной версии».

3. Появится форма, посредством которой вы сможете отправить нам копию подписной квитанции.

После этого в течение одного рабочего дня будет активирована электронная подписка на весь период действия бумажной.



## РЕДАКЦИЯ:

**Главный редактор:**  
Нана Дмитриевна  
Козлова  
8-919-104-5657

**Консультанты:**  
И.Д. Воронова,  
В.А. Козлов,  
Н.Ю. Милоюкова,  
Т.А. Соловейчик

**Корреспонденты:**  
Е.В. Гуденко,  
Ж.В. Чопорова

**Дизайн макета:**  
И.Е. Лукьянов

**Корректура и набор:**  
И.С. Чугреева

**Верстка:**  
Д.В. Кардановская

Иллюстрации: Фотобанк Shutterstock,  
если не указано иное

Журнал распространяется по подписке

Цена свободная Тираж 12 000 экз.

Тел. редакции: (499) 249-2883

E-mail: [fiz@1september.ru](mailto:fiz@1september.ru)

Internet: [fiz.1september.ru](http://fiz.1september.ru)

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

**Н.Д. Козлова** – председатель, **Л.Э. Генденштейн** (к.ф.-м.н., ИСМО РАО), **М.Д. Даммер** (проф., д.п.н., ЧГПУ, г. Челябинск), **М.Ю. Демидова** (д.п.н., МЦКО, г. Москва), **В.Г. Довгань** (проф., к.в.н., член РАКЦ и АМТН, чл.-корр. МИА, г. Москва), **А.Н. Крутский** (проф., д.п.н., АГПА, г. Барнаул), **Б.И. Лучков** (проф., д.ф.-м.н., НИЯУ МИФИ, г. Москва), **В.В. Майер** (проф., д.п.н., ГГПИ, г. Глазов), **Н.С. Пурешева** (проф., д.п.н., МПГУ, г. Москва), **Ю.А. Сауров** (проф., д.п.н., чл.-корр. РАО, ВятГПУ, г. Киров), **А.Л. Стасенко** (проф., д.ф.-м.н., МФТИ, г. Жуковский), **А.А. Шаповалов** (проф., д.п.н., АГПА, г. Барнаул), **О.А. Яворук** (проф., д.п.н., ЮГУ, г. Ханты-Мансийск, ХМАО).

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Н.Д. Козлова** (председатель, к. т. н.), **Л.П. Алексеева** (к. ф.-м. н.), **М.А. Бражников** (ИХФ РАН), **В.А. Грибов** (к.ф.-м.н., МГУ им. М.В. Ломоносова), **И.В. Зюбина** (г. Москва), **С.Я. Ковалева** (зам. гл. редактора, к.п.н., МБОУ ВПО АСОУ МО), **Л.В. Пигалицын** (Нар. учитель России, ПоЦАКО, г. Н. Новгород), **В.М. Чаругин** (д.ф.-м.н., проф. МПГУ, действительный член РАКЦ).

## ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:

**Почта России:**  
бумажная версия – 79147  
CD-версия – 12757

## ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:

Телефон: (499) 249-4758  
E-mail: [podpiska@1september.ru](mailto:podpiska@1september.ru)



[facebook.com/School.of.Digital.Age](https://facebook.com/School.of.Digital.Age)

# О педагогическом мастерстве



В профессию учителя приходят по-разному: мечтают с детства, не проходят по конкурсу в технический вуз, попали под сокращение... Но людей неравнодушных, творческих школа уже не отпускает от себя – ведь жизнь ставит всё новые задачи, и решить их можно, только непрерывно работая над собой. К.Д. Ушинский, в частности, говорил, что учитель только в той мере воспитывает и образовывает, в какой он сам воспитан и образован, и только до тех пор он может воспитывать и образовывать, пока сам работает над своим воспитанием и образованием. Ему вторит А.С. Макаренко: «Мастерство – это то, чего можно добиться, и как могут быть известны мастер-токарь, прекрасный мастер-врач, так должен и может быть прекрасным мастером педагог...». Профессионализм базируется на хорошей теоретической и практической подготовке учителя: необходимо знать, как готовиться к учебным занятиям, как определять структуру, содержание и методику проведения отдельных этапов урока, уметь создавать проблемные ситуации, поддерживать внимание и дисциплину учащихся на занятиях, сочетать различные формы проведения фронтальной и индивидуальной работы с учащимися.

Основная задача – обеспечить условия для реализации интересов, способностей и потребностей личности. Развитие творческой самостоятельности ученика, расширение приёмов индивидуализации учебного процесса предопределяет необходимость продумать и выстроить систему не только обучения по индивидуальным учебным планам, но и систему дополнительной внеурочной деятельности. А это – исследовательская и проектная деятельность учащихся, которая способствует развитию самостоятельного мышления, умению находить и решать проблемы, привлекая для этой цели знания из разных областей.

Показателем профессионализма учителя является педагогическое мастерство. В отличие от обычной педагогической умелости мастерство характеризуется высокой отточенностью используемых учебных и воспитательных приёмов, а нередко и их комбинацией. Профессиональный рост учителя школы возможен при выполнении большого набора составляющих: мотивации учителя, собственных его профессиональных качеств, непрерывного самообразования, наличие необходимых условий в школе.

Когда в школе организуется научно-практическая и научно-исследовательская деятельность всего педагогического коллектива, сами инновационные методы становятся стимулятором в области самообразования. Чаще всего формами самообразования учителей становятся курсы повышения квалификации при институтах повышения квалификации и переподготовки работников образования, школьные методические практикумы, обсуждения специальной педагогической и психологической литературы; подготовка к аттестации, научно-практические конференции, участие в конкурсах городского, регионального и федерального уровня, обобщение своего опыта работы и представление его в публикациях; освоение информационных технологий образования и воспитания.

Необходимым компонентом является и внеклассная работа: кружки, мобильные группы, специальные и элективные курсы, олимпиады, научно-практические конференции. Именно благодаря ей формируется устойчивая мотивация школьников к изучению предмета.

Результатом моей педагогической практики является постоянный рост интереса обучающихся к предмету на основе активизации их познавательной деятельности: • уровень усвоения обучающимися программного материала – 100% • уровень обученности на «4» и «5» – 60% • качество знаний – 60% • постоянное участие в физических олимпиадах городского (есть победители) и областного (призёры) уровней • доля выбирающих физику на итоговой аттестации – 50...60%. Я постоянно делюсь своим опытом работы с коллегами: выступаю с сообщениями, докладами на методических совещаниях, педсоветах, городских семинарах, курсах усовершенствования, ежегодно даю 4–5 мастер-классов в рамках «Дней открытых дверей», на которых приходят многие городские учителя. (Подробнее см. с. 11–13, а также ЭП в личном кабинете подписчика. – *Ред.*)

**А.Ф. БОГДАНОВ**

[bogdanov-af@mail.ru](mailto:bogdanov-af@mail.ru),

учитель высшей квалификационной категории, МБОУ СОШ № 160,  
г. Тайга, Кемеровская обл.

# Роль учителя физики в создании деятельностной среды на уроке



Рассмотрены принципы деятельностного подхода к построению урока, что проиллюстрировано структурами уроков решения задач в 8-м классе и 10-м физматклассе.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Кемеровский спецвыпуск, ФГОС, принцип деятельности

**Е. Г. МЕЛЕНТЬЕВА**

taylin@mail.ru,

МБОУ лицей № 23,

**А. М. ГОРНОВ,**

к. п. н., КРИПКПРО,

г. Кемерово

Новые ФГОС, отвечая требованиям времени, смещают акцент на формирование личностных качеств ученика, его духовно-нравственное воспитание и предлагают конкретные инструменты, обеспечивающие этот подход. Таким инструментом назван системно-деятельностный подход. Он не отвергает то положительное, что накоплено традиционной методической школой, но вносит в урок новое начало: новые цели, задачи, структуру и методы работы. Именно с их помощью ученик превращается в активного, думающего и деятельного участника образовательного процесса. Такому ученику нужна современная образовательная деятельностная среда (*слайд 1*) (презентация дана в ЭП, см. личный кабинет подписчика. – *Ред.*)

Важнейшую роль в создании такой среды в школе играет предмет физика и широкое использование цифровых инструментов. При подготовке к урокам я использую образовательные сайты <http://school-collection.edu.ru>, класс-физика, [www.edu.ru](http://www.edu.ru), *firi* (*слайд 2*). Эти информационные источники позволяют существенно сократить время на подготовку к учебным занятиям и диагностику результатов обучения, а главное, – многократно улучшают результативность образовательного процесса.

Урок в технологии деятельностного подхода строится на следующих дидактических принципах (*слайд 3*) (см., например, <https://sites.google.com/site/konstruktoruroka/ob-avtore>):

- *принцип деятельности* – ученик, добывая знания сам, осознаёт при этом содержание и формы своей учебной деятельности, понимает и принимает систему её норм, активно участвует в их совершенствовании, что способствует активному успешному формированию его общекультурных и деятельностных способностей, общеучебных умений
- *принцип непрерывности* – преемственность между всеми ступенями и этапами обучения на уровне технологии, содержания и методик с учётом возрастных психологических особенностей развития детей
- *принцип целостности* – формирование учащимися обоб-

щённого системного представления о мире (природе, обществе, самом себе, социокультурном мире, о роли и месте каждой науки в системе наук)

- *принцип вариативности* – формирование учащимися способности к систематическому перебору вариантов и адекватному принятию решений в ситуации выбора
- *принцип психологической комфортности* – снятие всех стрессообразующих факторов учебного процесса, создание в школе и на уроках доброжелательной атмосферы
- *принцип минимакса* – школа должна предложить ученику возможность освоения содержания образования на максимальном для него уровне и обеспечить при этом усвоение социально-безопасного минимума – государственного стандарта знаний
- *принцип творчества* – максимальная ориентация на творческое начало в образовательном процессе, приобретение учащимися собственного опыта творческой деятельности.

Рассмотрим специфику организации учителем учебно-воспитательного процесса на основе данных принципов.

Деятельностный подход к постановке целей любого учебно-воспитательного процесса заключается в том, что (*слайд 4*) помимо объёма новых знаний педагог определяет действия, адекватные этим знаниям, выполнению которых школьникам предстоит научиться. Учитель не выбирает готовый метод обучения, а сам разрабатывает, в соответствии с поставленными целями, программу деятельности – свою и учащихся. Под программой деятельности понимают последовательность организующих действий учителя и действий учащихся, которые указаны в целях развития. Эта программа может быть представлена кратко (в виде структуры урока и отдельных его частей) или развёрнуто (в виде сценария урока с достаточно подробными рассуждениями учителя и ожидаемыми рассуждениями учащихся).

Поясним подход к разработке структуры урока физики. Поскольку знания и опыт приобретаются человеком только через собственную деятельность, основными этапами урока, естественно, являются те, которые посвящены усвоению одного вида деятельности, указанного в целях развития. Урок при этом должен содержать как минимум два вспомогательных этапа: во-первых, актуализацию ранее усвоенных знаний и действий в начале урока, во-вторых, контроль усвоения нового материала, осознание учащимися собственных достижений – в конце.

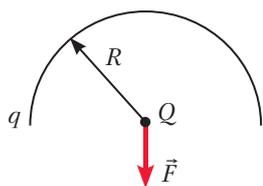
Например, урок решения задач можно спланировать так (слайд 5):

- Сообщение темы, цели и задач урока
- Мотивация учебной деятельности через осознание учащимися практической значимости применяемых знаний и умений
- Актуализация знаний учащихся
- Ознакомление с возможным (примерным) алгоритмом решения задач
- Воспроизведение учащимися решения данной задачи по заданному алгоритму
- Самостоятельное решение новых задач (групповая работа; работа в парах; индивидуальные задания)
- Проверка усвоенного на уроке (контроль)
- Домашнее задание
- Рефлексия (самооценка учащихся, их суждения о работе класса, группы на уроке, мнение каждого ученика об уроке и его пожелания).

Например, на уроке «Метод суммирования в решении задач по электростатике» (слайд 6) после сообщения цели и задач урока так мотивируем детей к учебной деятельности: «Когда вы будете изучать физику и высшую математику в вузе, такие задачи будете решать интегрированием. Но, применив в процессе решения некоторые “хитрости”, сводим интегрирование к простому суммированию. В ЕГЭ таких задач мы не встречали, но вот на дополнительных испытаниях, которые проводят ведущие вузы страны, такие задачи попадают. Встречаются они и на олимпиадах, в которых мы активно участвуем».

Актуализацию знаний проводим в виде фронтального опроса (слайд 7) на знание терминов, единиц физических величин (все термины и перевод единиц записаны на доске): напряжённость электростатического поля → принцип суперпозиции полей → потенциал → разность потенциалов → линейная плотность заряда → поверхностная плотность заряда →  $0,7 \text{ мкКл} = \dots \text{ нКл} \rightarrow 5 \text{ нКл/см}^2 = \dots \text{ нКл/м}^2$ .

Затем предлагаем задачу (слайд 8):



Заряд  $q$  равномерно распределён по тонкому полукольцу радиуса  $R$  (см. рисунок). С какой силой  $F$  это полукольцо будет действовать на точечный заряд  $Q$ , расположенный в его центре?

Ученики только слушают, затем самостоятельно записывают решение в тетрадь (слайд 8), после чего класс разбивается на группы – каждая получает задачу на цветной карточке (слайд 9).

Предлагается решить, а затем объяснить своё решение всем. Можно взять подсказки (не более трёх) – карточки-подсказки того же цвета, что и карточки-задания, у учителя на столе.

По окончании решения представители каждой группы выходят к доске, объясняют свою задачу, все вместе обсуждают, оценивают решение.

Обратите внимание – при такой организации урока работают все семь принципов деятельностного ме-

## ЗАДАЧИ ДЛЯ ГРУПП

9

1. Тонкий диэлектрический стержень длиной  $L$  заряжен с линейной плотностью  $\tau$ . На расстоянии  $a$  от стержня на продолжении его оси находится точечный заряд  $q$ . Какова будет сила взаимодействия заряда со стержнем?
2. Точечный заряд  $q$  находится на расстоянии  $L$  от центра незаряженного металлического шара радиуса  $r$  ( $L > r$ ). Определите потенциал на поверхности шара, считая, что на бесконечности потенциал равен нулю.
3. Тонкое проволочное кольцо радиуса  $R$  несёт электрический заряд  $q$ . В центре кольца расположен одноимённый заряд  $Q$  ( $Q \gg q$ ). Определите силу, растягивающую кольцо.
4. Положительный заряд  $q$  равномерно распределён по тонкому проволочному кольцу радиуса  $R$ . Найдите напряжённость электрического поля на оси кольца в зависимости от расстояния  $h$  от центра кольца.

тогда! При этом в кабинете физики используются те же учебно-материальные средства, что и при любых других подходах: экспериментальные установки, физические приборы, компьютерные пособия и так далее. Однако определённая специфика в подборе учебно-материальных средств имеется. Так, при традиционном объяснении учителем физического явления достаточно проиллюстрировать это явление на одной экспериментальной установке, с одним физическим объектом. Если же учитель организует учебную деятельность по созданию понятия о физическом явлении, необходима серия экспериментов с разными физическими объектами, при разных физических воздействиях и разных условиях. И, значит, учитель должен использовать комплекс экспериментальных установок.

Например, урок в 8-м классе «Электризация тел» строится так (слайд 11):

- Сообщение темы и задач урока
- Постановка домашнего задания
- Мотивация и актуализация знаний
- Постановка учебной задачи
- Открытие нового знания через выполнение практических заданий (работа в группах)
- Обсуждение и проверка полученных результатов
- Подведение итогов урока
- Рефлексия.

Для организации самостоятельного «открытия» учащимся необходимо создать особые условия. В начале урока после записи домашнего задания можно прочесть: «В 1922 г. поэт Валерий Брюсов под впечатлением удивительных открытий физиками атома и электрона писал:

Быть может, эти электроны –  
Миры, где пять материков,  
Искусства, знанья, войны, троны  
И память сорока веков!  
Ещё, быть может, каждый атом –  
Вселенная, где сто планет;  
Там всё, что здесь, в объёме сжатом,  
Но также то, чего здесь нет.»

Знания о строении вещества открывают нам большие возможности для объяснения многочисленных явлений природы. Вспомним, как устроен атом. (*Актуализацию знаний проводим в виде фронтального вопроса по вопросам параграфа «Строение атома»*).

Далее показываем обычный опыт с электризацией эбонитовой палочки натиранием о сукно. Выясняем, почему электризуются эти предметы, создаются ли при электризации новые заряды, записываем закон сохранения заряда.

Предлагаем: «А теперь очень подробно рассмотрим явление электризации. Давайте выясним: какими способами, кроме трения, можно наэлектризовать тело? как ведут себя электроны в металлах при электризации? что происходит с молекулами и атомами изоляторов при электризации?»

Учащиеся работают в группах. На партах – карточки с заданиями (*слайд 12*), приборы (электроскопы, эбонитовые и стеклянные палочки, сукно, металлический стержень с изолирующей ручкой, гильза), листы формата А3, фломастеры.

После выполнения заданий каждая группа представляет свой эксперимент классу, отвечает на вопросы, поясняя ответ рисунком. Вместе обсуждаем, подводим итоги урока. Ещё раз разбираем вопросы: Почему тела электризуются? Создаются ли при электризации новые заряды? Тело заряжено отрицательно, если на нём... Тело заряжено положительно, если...

## СОДЕРЖАНИЕ КАРТОЧЕК ЗАДАНИЙ

12

1. К электроскопу поднести, не касаясь стержня, заряженное тело, например, расчёску. Листочки разошлись! Почему? Ведь электроскоп не заряжен, касания-то не было! Разберите два случая: а) тело заряжено положительно; б) тело заряжено отрицательно. Ваши рассуждения проиллюстрируйте рисунком. (*Подсказка: стержень электроскопа металлический, а заряды взаимодействуют.*)
2. Если заряженную палочку приблизить к незаряженной гильзе, то она сначала притягивается к ней, а затем отталкивается. Объясните, почему. Ответ поясните рисунком. (*Подсказка: гильза металлическая. Что происходит со свободными электронами гильзы?*)
3. Два электроскопа соединены металлическим стержнем, к середине которого прикреплен изолирующая ручка. Как, имея в распоряжении одну заряженную палочку, зарядить эти электроскопы разноимёнными зарядами? Как будут двигаться электроны во время зарядки электроскопов? Ответ поясните рисунком. (*Подсказка: стержень с изолирующей ручкой и стержни электроскопов металлические. Что происходит со свободными электронами стержней при поднесении заряженной палочки?*)
4. Почему незаряженные частицы изолятора (бумаги) притягиваются к заряженным телам (например, к расчёске)? Ответ поясните рисунком. (*Указание: молекулу изолятора можно представить как «гантельку» из двух связанных зарядов; «гантелька» может поворачиваться, в этом-то и всё дело.*)



**Елена Геннадьевна Мелентьева** – учитель физики высшей квалификационной категории, педагогический стаж 27 лет. Почётный работник общего образования РФ, победитель областного конкурса «100 лучших учителей Кузбасса» (2007) и Всероссийского конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России» (2012), награждена медалями «За достойное воспитание детей» и «За веру и добро», многочисленными благодарственными письмами городской и областной администрации и УО. Ученики ежегодно становятся победителями и призёрами олимпиад различного уровня и НПК. О своём опыте работы учитель постоянно рассказывает на областных и городских семинарах, мастер-классах, лекциях в МБОУ НМЦ и КРИПКиПРО. Эксперт по проверке ЕГЭ по физике, член жюри муниципальных этапов всероссийских олимпиад школьников по физике и по астрономии, член экспертной группы аттестационной комиссии департамента образования и науки Кемеровской области.

Семья: муж, две дочери (старшая закончила КемГУ, факультет романо-германской филологии, индивидуальный предприниматель; младшая – студентка университета КемТИПП), двое внуков.



**Александр Михайлович Горнов** – к. п. н., доцент. Научно-педагогический стаж 15 лет. Реализует учебно- и научно-методическую деятельность в области современных педагогических технологий. Рассматривает курсы повышения квалификации педагога как источник информации о методах педагогического проектирования (по Дж.-К. Джонсу их – 35), о технологизации в сфере образования, о возможности трансформации метода проектирования в технологию, о педагогическом проекте, его признаках и технологии создания, о процессах формирования ключевых компетенций, о предъявлении и развёртывании технологии, об управлении проектом. Разработал модули дополнительных профессиональных программ: «Современные образовательные технологии» и «Введение в прогностику». Александр Михайлович имеет богатый опыт работы в системе общего и высшего профессионального образования, а также в сфере государственной службы. Его лекции эмоциональны и никого не оставляют равнодушным. Будучи специалистом в области проектирования, Александр Михайлович проводит консультации по разработке программ развития образовательных учреждений и по проектированию педагогической деятельности. Широкий кругозор, мобильность и неиссякаемая жизненная энергия являются важными составляющими профессионального имиджа педагога. За добросовестное отношение к работе не раз награждался грамотами муниципальных методических служб и КРИПКиПРО.

# Физика и новогодняя ёлка



Приведены 9 «новогодних» лабораторных работ для 7-го кл.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Кемеровский спецвыпуск, лабораторные работы, 7–8 кл.

**А.В. ГРИФИНШТЕЙН**  
grifinshtein@mail.ru,  
МБОУ Топкинская ООШ,  
г. Топки, Кемеровская обл.

Жаль губить живые ёлки – но таков новогодний обычай. Но ещё жальче новогоднюю красавицу, принёсшую в дом радость, отправлять на свалку. Где-то новогодние ёлки скармливают животным, где-то ими топят печки [1–3], а что если использовать её для изучения физики? Поскольку речь может идти только о январе, предлагаю девять лабораторных работ для повторения изученного в 7-м и 8-м классах материала [4, 5] на дополнительных занятиях (можно придумать и больше: определить выталкивающую силу, действующую на ёлочный шар, вычислить скорость падения иголок с ёлки, выяснить, почему в шаре наше изображение искажается, откуда в серебряном шаре появляются все цвета радуги). На основе некоторых можно сделать отличные ученические проекты. Повторять на новогоднем материале можно практически всё – и явления, и законы, и методы изучения физики.

## 1. Определение ширины ёлочной иголки

**Цель:** определить ширину ёлочной иголки способом рядов.

**Оборудование:** веточка ёлки, линейка.



**Теория.** Способ рядов – непрямой (косвенный) метод определения размеров малых тел, когда невозможно измерить их напрямую. Для определения размера тела  $d$  измеряют длину ряда  $l$ , считают, сколько частиц  $n$  укладывается в этот ряд, и вычисляют  $d = l/n$  [4, с. 160].

**Указания к работе**

1. Измерьте на ветке отрезок равномерно расположенных иголок.

2. Подсчитайте количество иголок на этом отрезке.
3. Занесите данные в табл. 1, выполнив необходимые вычисления.

**Таблица 1 (с примером решения)**

№ опыта	Число иголок $n$	Длина ряда $l$ , мм	Ширина одной иголки $d$ , мм	Средняя ширина иголки $\langle d \rangle$ , мм
1	50	23	$23/50 = 0,46$	$(0,46 + 0,7 + 0,8)/3 = 0,65$
2	50	35	$35/50 = 0,7$	
3	50	40	$40/50 = 0,8$	

**Вывод:** средняя ширина ёлочной иголки 0,65 мм.

## 2. Определение средней плотности ёлочных иголок

**Цель:** определение плотности ёлочных иголок.

**Оборудование:** ёлочные иголки, весы, набор гирь, мензурка.

**Теория.** Плотность – физическая величина, равная отношению массы тела или вещества к его объёму. Плотность вычисляется по формуле  $\rho = m/V$ , где  $m$  – масса,  $V$  – объём. Единицей плотности вещества в СИ является  $\text{кг/м}^3$ . Разные вещества имеют разную плотность [4, с. 48].

**Указания к работе**

1. Насыпьте в мензурку ёлочных иголок, определите их объём.
2. С помощью весов найдите массу иголок.
3. По формуле  $\rho = m/V$  вычислите плотность. Выразите плотность в СИ.
4. Занесите данные в табл. 2, выполнив необходимые вычисления.

**Таблица 2 (с примером решения)**

Масса $m$ , г	Объём $V$ , $\text{см}^3$	Плотность вещества $\rho$ , $\text{г/см}^3$
14,91	50	$14,91/50 \approx 0,3$

**Вывод:** насыпная плотность ёлочных иголок  $\rho \approx 0,3 \text{ г/см}^3 = 300 \text{ кг/м}^3$ .

## 3. Сравнение давления ели на пол без подставки и с нею

**Цель:** определить, во сколько раз отличаются давление ели на пол без подставки и через подставку.





**Оборудование:** крестовина, ель, линейка, весы.

**Теория.** Давление – величина, равная отношению силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности [1,

с. 78]. Давление вычисляется по формуле:  $p = F/S$ , где  $F$  – сила, действующая на поверхность,  $S$  – площадь поверхности. Единица давления – паскаль (ньютон на квадратный метр):  $1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2$ .

**Указания к работе**

1. С помощью бытовых весов определите массу ели.
2. Измерьте толщину ствола ели у основания, вычислите площадь поперечного сечения.
3. Определите площадь опоры на пол крестовины, выполнив для этого необходимые измерения.
4. По формуле  $p = F/S$  определите давление ели на пол с крестовиной и без неё. Занесите данные в табл. 3.
5. Вычислите  $p_1/p_2$ . Запишите данные в табл. 3. Сделайте вывод.

**Таблица 3 (с примером решения)**

№ опыта	$m$ , кг	$P = mg$ , Н	$S$ , м <sup>2</sup>	$p$ , Па.
1 (без крестовины)	4	40	0,0025	16 000
2 (с крестовиной)	6	60	0,0425	1412

$$p_1/p_2 = 16\,000 \text{ Па} / 1412 \text{ Па} = 11,3.$$

**Вывод:** давление ели на пол без подставки в 11,3 раза больше, чем давление на пол с подставкой.

#### 4. Простые механизмы

**Цель:** выяснить, как зависит прогиб ёлочной ветки от момента силы.

**Оборудование:** еловая ветка, игрушка, линейка, динамометр.

**Теория.** Приспособления, служащие для преобразования силы, называют механизмами. К простым механизмам относятся: рычаг и его разновидности – блок и ворот; наклонная плоскость и её разновидности – клин и винт [4, с. 137]. Произведение модуля силы, вращающей тело, на её плечо называется моментом силы; он обозначается буквой  $M$ . За единицу момента силы принимается момент силы 1 Н, плечо которой равно 1 м.



**Указания к работе**

1. Определите с помощью динамометра вес новогодней игрушки.

2. Измерьте линейкой расстояние от основания ветки до места, где висит игрушка (плечо).
3. Вычислите момент силы тяжести игрушки.
4. Измерьте смещение ветки по вертикали.
5. Измените положение игрушки на ветке.
6. Повторите измерения. Занесите результаты в табл. 4. Сделайте вывод.

**Таблица 4 (с примером решения)**

№ опыта	Вес, Н	Плечо, м	Момент силы $M = F \cdot l$ , Н·м	Смещение по вертикали, м
1	0,3	0,45	0,135	0,12
2	0,3	0,35	0,105	0,07

**Вывод:** результат действия силы зависит от момента силы: чем больше момент силы, тем большее отклонение ветки по вертикали.

#### 5. Выращивание кристаллов

**Цель:** вырастить кристалл соли, убедиться в правильности его формы.

**Оборудование:** сосуд с водой, соль, проволока, нитки.

**Теория.** Кристаллы – это твёрдые тела, в которых атомы расположены в определённом порядке. Внешним признаком кристалла является его правильная геометрическая форма [5, с. 82].



**Указания к работе**

1. Воду в сосуде подогрейте, добавляя соль до тех пор, пока она не перестанет растворяться.
2. Процедите раствор через марлю в чистую банку.
3. Проволоку обмотайте ниткой и изогните в виде какой-либо фигуры.
4. Опустите полученную фигуру в насыщенный раствор соли.
5. Оставьте на несколько дней. Сделайте вывод.

**Вывод:** кристаллы соли имеют правильную геометрическую форму.

#### 6. Расчёт количества теплоты

**Цель:** рассчитать количество угольного топлива эквивалентное всем новогодним ёлкам поселения.

**Оборудование:** ёлка, весы, табличные данные, статистические данные.

**Теория.** Количество теплоты  $Q$ , выделяемое при сгорании  $m$  кг топлива, вычисляется по формуле:  $Q = qm$ , где  $q$  – удельная теплота сгорания. Удельная теплота сгорания показывает, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг [6, с. 27].

**Задача:** • Число дворов в с. Топки – 600 • Масса одной средней ёлки – 4 кг • Удельная теплота сгорания ёловых дров  $1,3 \cdot 10^7$  Дж/кг • Удельная теплота сгорания бурого угля –  $1,7 \cdot 10^7$  Дж/кг.

Найти массу угля, выделившего при сгорании столько же теплоты, сколько образуется при сгорании утилизируемых ёлок.

**Решение.** Предположим, что живые ёлки стоят у половины жителей села, то есть общая масса ёлок составляет  $4 \text{ кг} \cdot 300 = 1200 \text{ кг}$ . Тогда количество теплоты, выделившейся при сгорании ёлок  $1200 \cdot 1,3 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг} = 1,56 \cdot 10^{10} \text{ Дж}$ .

Найдём эквивалентную массу бурого угля:

$$1,56 \cdot 10^{10} / 1,7 \cdot 10^7 = 918 \text{ кг}.$$

**Вывод:** ёлки, сгорая, выделяют столько же тепла, что и уголь массой 918 кг, этого хватит на день работы нашей котельной.

## 7. Электризации иголок и ёлочной мишуры

**Цель:** выяснить поведение ёлочной мишуры и ёлочных иголок при их электризации.

**Оборудование:** ёлочные украшения, ёлочные иголки, электрофорная машина, линейка.



**Теория.** Электризация – явление, при котором телу сообщается электрический заряд, положительный или отрицательный.

Наэлектризованные тела способны притягивать или отталкивать друг друга в зависимости от знака заряда. Вокруг заряженных (наэлектризованных) тел существует электрическое поле. Электрическое

поле – это особый вид материи, который можно обнаружить по его действию на тела.

**Указания к работе**

1. Изготовьте из новогодней мишуры султан.
2. Закрепите султан на изолирующей подставке и наэлектризуйте (можно использовать электрофорную машину).

3. Зарисуйте получившуюся картинку и сделайте вывод.

4. Рассыпьте тонким слоем ёлочные иголки. Поставьте в середину металлический проводник (от султана), соедините его с электрофорной машиной.

5. Приведите в действие машину. Зарисуйте полученную картину. Почему иголки выстраиваются по радиусу? Что демонстрирует эта картина?

**Выводы:** 1. Полоски мишуры отталкиваются друг от друга, так как у них одноимённый заряд. 2. Ёлочные иголки электризуются и выстраиваются вдоль силовых линий электрического поля, создаваемого наэлектризованным стержнем.

## 8. Изучение электрической цепи с помощью новогодней гирлянды

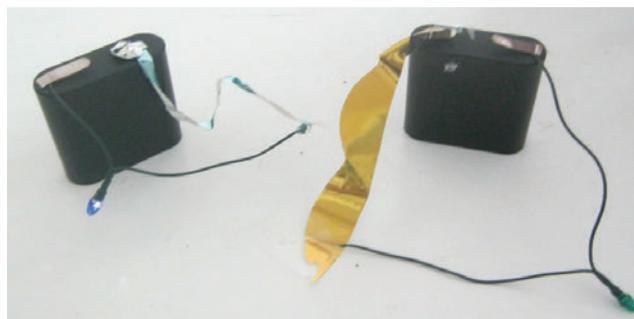
**Цель:** изучить правила сборки электрической цепи; выяснить, чем параллельное соединение лампочек в гирлянде удобнее последовательного.

**Оборудование:** источник питания, низковольтные лампы, ключ, кусочки мишуры и серпантина.

**Теория.** Источник тока и элементы цепи, соединённые между собой проводниками, составляют простейшую электрическую цепь. Чтобы в цепи был ток, цепь должна быть замкнутой, то есть состоять из проводников электричества. Элементы цепи могут соединяться последовательно или параллельно.

**Указание к работе**

1. Соедините лампу, источник питания и нитку мишуры. Почему горит лампа?



2. Соедините лампу, источник питания и отрезок серпантина. Почему лампа не горит?

3. Соедините последовательно источник питания и несколько ламп. Убедитесь, что они горят. Выкрутите одну лампу. Проверьте, работает ли цепь. Сделайте вывод.

4. Соедините параллельно источник питания и несколько ламп. Убедитесь, что они горят. Затем выкрутите одну лампу. Проверьте, работает ли цепь. Сделайте вывод.

**Вывод:** 1) для того чтобы цепь работала, необходимо, чтобы все её участки являлись проводниками (мишура является проводником (она металлизирована), а серпантин (бумага) – нет); 2) параллельное соединение удобнее тем, что если одна лампа выйдет из строя, гирлянда будет гореть, а при последовательном соединении – нет.

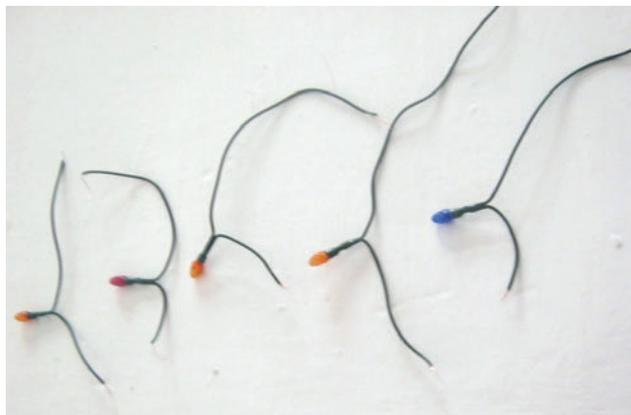


Работа 8. Если вывернуть одну лампочку гирлянды, то в цепи с последовательным соединением гирлянда гаснет (а, б), а в цепи с параллельным соединением – продолжает гореть (в)

### 9. Изготовление лабораторного оборудования из ёлочной гирлянды

*Цель:* приготовить наборы ламп для изучения электрических цепей.

*Оборудование:* новогодняя гирлянда, клеммы для проводов, плоскогубцы.



#### Указания к работе

1. Разрежьте гирлянду на кусочки так, чтобы в каждом было по одной лампе.
2. Зачистите концы каждого отрезка.

3. Прижмите зачищенные концы к клеммам.

4. Повторите необходимое число раз.

*Вывод:* полученные отрезки с лампами можно использовать при изучении законов соединения электрических цепей.

#### Литература

1. Гринпис призывает сдавать новогодние ёлки в зоопарки или использовать их для отопления <http://www.interfax.ru/print.asp?id=284314>
2. Как использовать новогоднюю ёлку после праздников? <http://www.blog-travuscka.ru/narodnaya-medicina/lekarstvennye-rasteniya/kak-ispolzovat-novogodnyuyu-elku-posle-prazdnikov.html>
3. Как использовать живую ёлку после новогодних праздников <http://www.artofcare.ru/poleznie-soveti/2745.html>
4. Пёрышкин А.В. Физика. 7 класс: учеб. для общеобразоват. учеб. заведений / Изд. 12-е, испр. М.: Дрофа, 2009. 190 с.
5. Пёрышкин А.В. Физика. 8 класс: учеб. для общеобразоват. учеб. заведений / Изд. 12-е, испр. М.: Дрофа, 2009. 191 с.
6. Родина Н.А., Гутник Е.М., Кириллова И.Г. Самостоятельная работа учащихся по физике в 7–8 классах средней школы: Дидакт. материал / Изд. 2-е. М.: Просвещение, 1994. 127 с.

**Примечание редакции.** В работе 1 определён период, с которым иголки расположены на ветке. Для более точного измерения ширины иголки еловую веточку нужно «распластать» на листе бумаги, но и в этом случае между иголками видны зазоры. Размеры отдельной иголки: толщина 0,3 – 0,4 мм (измерения микрометром), ширина ~1 мм и длина ~22 мм (измерения линейкой). В работе 2 определена не истинная плотность иголок, а насыпная, которая зависит как от плотности самих иголок, так и от плотности их упаковки; считая, что насыпная плотность составляет ~70% от истинной, можно оценить плотность иголок как 0,45 г/см<sup>3</sup>.



**Антонина Викторовна Гриффинштейн** – учитель физики первой квалификационной категории, окончила Новосибирский ГПИ в 1985 г. и с тех пор работает в школе с. Топки. Педагогическое кредо – по Н.М. Саратовкину (1895 г.): «Легче сделать воспитанника образованным, чем утвердить в его душе уважение к человеку как высшей ценности, чтобы с детства человек был другом, товарищем, братом для другого человека. Поэтому учитель в первую очередь должен быть воспитателем». Выпускники успешно учатся в Томском политехническом университете, в Томском государственном университете систем управления и радиоэлектроники. Замужем, три дочери. В свободное время любит читать, вязать, благоустраивать приусадебный участок, что-либо придумывать и реализовывать свои идеи.

# Эксперимент в профильной школе



Реферативный обзор материалов интернета, посвященных разным видам физического эксперимента.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Кемеровский спецвыпуск, кратковременные фронтальные работы, физический практикум, погрешность измерений, домашние экспериментальные задания, 9–11 кл.



**А. Ф. БОГДАНОВ**  
bogdanov-af@mail.ru,  
МАОУ СОШ № 160, г. Тайга,  
Кемеровская обл.

В процессе обучения учитель должен как можно полнее продемонстрировать своим ученикам взаимосвязь теории и практики. Какие формы обучения практического характера представлены в школе на уроках физики? В первую очередь, конечно, это наблюдение демонстраций, проводимых учителем в классе при объяснении нового материала или при повторении пройденного. Также можно предложить самим учащимся провести на уроке под непосредственным наблюдением учителя фронтальную лабораторную работу, опыт физического практикума, опыт-демонстрацию при ответе. Наконец, важное место занимают опыты, проводимые учащимися вне школы по домашним заданиям учителя, в том числе наблюдения кратковременных и длительных явлений природы, а также физических явлений, связанных с техникой, в том числе бытовой.

Демонстрационный эксперимент способствует восприятию учащимися учебного материала, его пониманию и запоминанию; позволяет осуществить политехническое обучение; способствует повышению интереса к изучению физике и созданию мотивации учения. Но при этом учащиеся только пассивно наблюдают за опытом, сами ничего не делают собственными руками. Следовательно, необходимо

наличие самостоятельного эксперимента учащихся. На практике сложились три вида такого эксперимента: фронтальные лабораторные работы по физике; физический практикум; домашние экспериментальные работы.

Фронтальные лабораторные работы выполняются чаще всего парами учащихся, соответственно в кабинете должно быть 15–20 комплектов приборов. Эти работы несложны, тесно связаны хронологически с изучаемым материалом, рассчитаны, как правило, на один урок и заканчиваются простым по форме отчётом.

Работы физического практикума проводятся с целью повторения, углубления, расширения и обобщения полученных знаний из разных тем курса физики; для развития и совершенствования экспериментальных умений при использовании более сложного оборудования; а также для формирования самостоятельности при решении экспериментальных задач. Предпочтительными являются двухчасовые работы. Физические практикумы предусмотрены сейчас в основном программами 10–11-го классов профильного уровня. В каждом классе на практикум отводится примерно 10 ч учебного времени. По окончании работы учащиеся сдают отчёт, который должен содержать: название работы, цель работы, список приборов, схему или рисунок установки, план выполнения работы, таблицу результатов, формулы, по которым вычислялись значения величин, вычисления погрешностей измерений, выводы. При оценке работы учащихся в практикуме следует учитывать их подготовку к работе, отчёт о работе, уровень сформированности умений, понимание теоретического материала, используемых методов экспериментального исследования.

Об интересе школьников к любому физическому эксперименту свидетельствуют результаты опроса (в скобках указан результат):

1. Что вам нравится при изучении физике?
  - а) решение задач (19%);
  - б) демонстрация опытов (21%);
  - в) чтение учебника дома (4%);
  - г) рассказ учителем нового материала (17%);
  - д) самостоятельное выполнение опытов (36%);
  - е) ответ у доски (3%).

Реферативный обзор материалов: • ученический проект Шмаковой Анастасии (9 класс, МБОУ СОШ № 3, г. Соль-Илецк, Оренбургская обл.), рук. учитель физики Н.А. Лахметкина [https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CC8QFjAD&url=http%3A%2F%2Fmdtf.ru%2Fdata%2Fscience%2F2015%2F03%2F10%2F49790\\_Shmakova\\_Anastasiya\\_Roly\\_domashnih\\_eksperimentov\\_pri\\_izuchenii\\_fizikiproekt.doc&ei=CSVcVbXHNoi5sQGmrlGQAw&usg=AFQjCNG7beTiKrJYVxCH43tkDqxJLwtXqQ&cad=rjt](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0CC8QFjAD&url=http%3A%2F%2Fmdtf.ru%2Fdata%2Fscience%2F2015%2F03%2F10%2F49790_Shmakova_Anastasiya_Roly_domashnih_eksperimentov_pri_izuchenii_fizikiproekt.doc&ei=CSVcVbXHNoi5sQGmrlGQAw&usg=AFQjCNG7beTiKrJYVxCH43tkDqxJLwtXqQ&cad=rjt) • И.В. Литовко, МОС(П)Ш № 1 г. Свободный (цит. по [http://www.рефераты-и-сочинения.рф/html/70808\\_2.html](http://www.рефераты-и-сочинения.рф/html/70808_2.html)) • реферат «Домашние наблюдения и опыты учащихся по физике. Их организация» <http://www.xn----6kctadtbb2cbitctm4a7dwdxe.xn--p1ai/html/70808.html>; <http://www.modernstudy.ru/pdds-2689-2.html> • диплом <http://www.modernstudy.ru/pdds-908.html> (перейти: Учебные материалы / Домашние наблюдения и опыты учащихся по физике. Их организация / ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ. <http://www.modernstudy.ru/pdds-911-1.html>); Список литературы: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=135125>. Печатается в сокращении. Полный текст см. в ЭП в своём личном кабинете. – Ред.

2. Какое домашнее задание вы предпочитаете выполнять?

- а) чтение учебника (22%);
- б) решение задач из учебника (20%);
- в) наблюдение физических явлений (40%);
- г) составление задач (75%);
- д) изготовление простых устройств, моделей (8%);
- е) решение трудных задач (3%).

3. На каком уроке вам интересно?

- а) на контрольной работе (3%);
- б) на лабораторной работе (60%);
- в) на уроке решения задач (8%);
- г) на уроке изучения нового материала (29%);
- д) не знаю (7%).

Результат не удивителен, так что свои уроки я стараюсь наполнить экспериментом (см., например, урок на тему «Закон Ома для участка цепи» с демонстрационным и фронтальным экспериментом, с. 14).

**Физический практикум.** Для 10-го и 11-го классов я разработал практикумы в классах физико-математического профиля из 10 двухчасовых работ каждый. Каждое пособие составлено из 9 практических работ из «Практикума по физике в средней школе. Дидактический материал» (под ред. А.А. Покровского. М.: Просвещение, 1982) и одной авторской (отмечена знаком ★)\*.

**10 класс:** 1. Изучение второго закона Ньютона. 2. Изучение закона сохранения механической энергии. 3. Определение ёмкости конденсатора. 4. Измерение сопротивления проводника при помощи мостика Уитстона. 5. Сравнение работы силы упругости с изменением кинетической энергии тела. 6. Определение относительной влажности воздуха. 7. Исследование зависимости дальности полёта снаряда от угла вылета. 8★. Определение коэффициента световой отдачи лампы накаливания. 9. Взаимодействие тел. 10. Определение универсальной газовой постоянной.

**11 класс:** 1. Снятие вольт-амперной характеристики полупроводникового диода. 2. Определение индуктивности катушки в цепи переменного тока. 3★. Исследование механических квазиупругих колебаний. 4. Изучение колебаний пружинного маятника. 5. Определение показателя преломления стекла при помощи микроскопа. 6. Градуирование спектрографа и измерение длин световых волн спектральных линий газов и паров. 7. Измерение массы тела (с помощью весов и пружинного маятника; сравнение масс взаимодействующих тел). 8. Определение главного фокусного расстояния рассеивающей линзы. 9. Определение длины световой волны при помощи дифракционной решётки.

\* Полностью оба практикума см. в ЭП, в личном кабинете подписчика. – Ред.

ки. 10. Сборка действующей модели радиоприёмника.

*Методические рекомендации учителю.* При проведении практикума класс делится на группы по 2–3 ученика (число групп равно количеству выполняемых работ). Старший группы организует выполнение работы и в начале урока проводит опрос по рекомендуемому вопроснику. При подготовке домашнего задания обучающиеся повторяют теорию, необходимую для успешного выполнения работы. На предварительном уроке-консультации школьники знакомятся с содержанием работ, требованиями техники безопасности, организацией занятий, критериями оценивания работы, формой проведения итогового зачёта.

Учитель сам предварительно выполняет все работы и выписывает результаты, чтобы обеспечить квалифицированную помощь обучающимся и объективно оценить письменные итоговые отчёты. Помощь в организации занятий может оказать лаборант из числа учеников класса, который заранее также выполняет все работы и на уроке консультирует своих одноклассников.

Итоговая оценка выставляется на основе трёх оценок: знание теории, работа на занятии, письменный отчёт.

#### *Рекомендации обучающимся*

1. При подготовке домашнего задания повторите необходимый теоретический материал, предварительно изучите описание работы в физическом кабинете.

2. Проведите взаимный опрос в группе.

3. Внимательно изучите содержание работы.

4. Подготовьте листы для письменного отчёта.

5. Письменный отчёт состоит из следующих разделов: • Ф.И. обучающегося • № группы • Практическая работа № (название работы) • Оборудование • Теория (даётся описание установки, формулы для расчёта физических величин) • Результаты опытов (таблица с номером опыта, измеренными в опыте и рассчитанными физическими величинами) • Расчёты (приводятся расчёты величин в каждом опыте и средние результаты) • Расчёт погрешностей (если это указано в описании, по специальным формулам) • Выводы, графики • Ответы на контрольные вопросы:

6. Рекомендуется предварительные результаты заносить в черновик.

7. По окончании занятия собрать оборудование и сдать дежурной группе.

8. Сдать письменные отчёты.

#### *Вычисление погрешностей измерений*

Истинное значение:  $X_{\text{ист}} = X_{\text{измер}} \pm \Delta X$ , где  $\Delta X$  – абсолютная погрешность измерения.

Относительная погрешность:  $\varepsilon = \Delta X / X_{\text{измер}}$ . Если нет специальных указаний, абсолютную погреш-

ность принимают равной половине цены деления,  $X_{\text{измер}}$  считают по одному из опытов или принимают как среднее по результатам нескольких опытов.

При косвенном измерении какой либо величины (определении по формуле), относительную погрешность определяют по формулам:

Функция	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность
$f = x + y$	$\Delta f = \Delta x + \Delta y$	$\varepsilon = \frac{\Delta x + \Delta y}{x \pm y}$
$f = x - y$	$\Delta f = \Delta x + \Delta y$	
$f = x \cdot y$	$\Delta f = y\Delta x + x\Delta y$	$\varepsilon = \varepsilon_x + \varepsilon_y$
$f = \frac{x}{y}$	$\Delta f = \frac{y\Delta x + x\Delta y}{y^2}$	
$f = \sqrt[n]{x}$	$\Delta f = \frac{\Delta x}{n\sqrt[n]{x^{n-1}}}$	$\varepsilon = \frac{1}{n}\varepsilon_x$

*Пример.* Если формула для энергии  $E = \frac{mgl^2}{4h}$ ,

то погрешность  $\varepsilon_E = \varepsilon_m + 2\varepsilon_l + \varepsilon_g + \varepsilon_h$ .

Погрешность  $\varepsilon_g$  зависит от числа десятичных знаков, с которыми взято значение  $g$ . Иногда удобно округлить  $g$  до  $10 \text{ м/с}^2$ , тогда  $\varepsilon_g = 0,2$ .

**Домашние экспериментальные задания.** Особое значение приобретают в нынешних условиях наблюдения и опыты в домашних заданиях. Первые домашние опыты и наблюдения по физике стали проводиться в 1934/35 уч. г. московским учителем С.Ф. Покровским. В своей книге «Опыты и наблюдения в домашних заданиях по физике» он отмечает, что проведение опытов и наблюдений в домашних условиях является прекрасным дополнением ко всем видам классных практических работ, проведение каждой темы, каждого узлового вопроса должно быть обеспечено сочетанием работ теоретических и практических. Основное средство обучения

физике (её практической части) в школе – демонстрационный и лабораторный эксперимент, с которым учащийся должен иметь дело в классе при объяснениях учителя, на лабораторных работах, в физическом практикуме, в физическом кружке и в домашних условиях.

Главные задачи домашних экспериментальных работ: формирование умения наблюдать физические явления в природе и в быту; формирование умения выполнять измерения с помощью измерительных средств, используемых в быту; формирование интереса к эксперименту и к изучению физики; формирование самостоятельности и активности.

Уже достаточно давно рекомендовано иметь домашнюю лабораторию. В неё входили в первую очередь линейки, мензурка, воронка, весы, разновесы, динамометр, трибомер, магнит, часы с секундной стрелкой, железные опилки, трубки, провода, батарейка, лампочка. Сейчас появилась возможность использовать компьютер для проведения модельного эксперимента.

Домашний эксперимент можно задавать после прохождения темы в классе. Тогда ученики увидят собственными глазами и убедятся в справедливости изученного теоретически закона или явления. При этом проверенные на практике знания достаточно прочно отложатся в их сознании. Можно и наоборот – дать задание на дом, а после выполнения объяснить явление. Таким образом, можно создать проблемную ситуацию, и школьники будут с интересом слушать преподавателя. Полный список домашних работ приведён в <http://www.modernstudy.ru/pdds-908.html>. Я рекомендую лишь некоторые (см. ЭП).

В заключение хотел бы обратить внимание на то, что эксперимент, демонстрируемый старшими школьниками своим младшим товарищам, – эффективный способ привлечения детей к нашему предмету. Поэтому каждый год мои 8-классники во время месячника знаний проводят для 6-классников урок «Здравствуй, физика!» (мероприятие описано в ЭП. – *Ред.*)



**Анатолий Фёдорович Богданов** – учитель физики высшей квалификационной категории, окончил физфак Кемеровского государственного университета в 1974 г., педагогический стаж 42 года. Отличник народного просвещения (1994), Соросовский учитель (2001), победитель всероссийского конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России» (2008), Учитель года Кузбасса (2008), Заслуженный учитель РФ (2010), кавалер ордена «Доблесть Кузбасса» (2010), награждён Почётной грамотой администрации Кемеровской области (2005, 2007, 2011) и Дипломом регионального конкурса учителей физики Томского политехнического университета (2011–2014). Девиз: если не я, то кто же? Педагогическое кредо: воспитание добротворчества, самоуважения и доброжелательности к окружающим. Яркий представитель педагогической династии: мать – учитель математики (стаж 35 лет), сестра – учитель биологии (38 лет), жена *Аграфена Георгиевна* – учитель математики (38 лет, ныне на пенсии). Воспитал двоих дочерей (сейчас им 38 и 29 лет). Хобби: резьба по дереву, рыбалка, садоводство, автотехника, лыжные прогулки.

# Закон Ома для участка цепи



Приведён конспект комбинированного урока с использованием экспериментальной и исследовательской деятельности обучающихся, 8 кл. Презентация дана в ЭП.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Кемеровский спецвыпуск, физический эксперимент, 8 кл.

**А.Ф. БОГДАНОВ**  
 bogdanov-af@mail.ru,  
 МАОУ СОШ № 160, г. Тайга,  
 Кемеровская обл.

**Рекомендации учителю для разработки конспекта урока:**

- Внимательно ознакомьтесь с материалом урока по школьному учебнику, с требованиями программы, с методическими рекомендациями. Выясните, какие новые физические понятия, явления, закономерности узнают учащиеся на этом уроке
- Проанализируйте, какие затруднения встретят учащиеся при усвоении понятий, законов, при наблюдении и осмысливании явлений. Продумайте способы преодоления этих трудностей
- Сформулируйте цель урока, определите методы и приёмы изучения материала
- Подберите к уроку эксперимент. Определите место каждого опыта в системе изучения материала: для постановки проблемы, для первоначального ознакомления с физическими явлениями, для формирования понятий, для установления физических закономерностей, для иллюстрации полученных выводов и так далее. Чётко разделите фронтальные и демонстрационные опыты, предусмотрите возможные экспериментальные задачи. Спланируйте деятельность учителя по руководству наблюдениями учащихся. Продумайте возможные задания учащимся для домашнего экспериментирования
- Продумайте и запишите в конспект в строгой формулировке вопросы эвристической беседы. Вопросы должны быть составлены так, чтобы они актуализировали имеющиеся у учащихся знания и стимулировали учащихся к самостоятельному разрешению возникающих проблемных ситуаций. Шире используйте аналогии, сравнения, классификацию. Если используется рассказ, запишите в конспект его полный текст. Запишите в конспект описание постановки (начальных условий, выделение существенного) каждого опыта. Для накопления фактов и для раскрытия связей физических явлений используйте личный опыт и наблюдения учащихся
- Спланируйте, что следует записать на доске, какими рисунками сопроводить опыт, чтобы зафиксировать

Использованы рекомендации раздела «Задание для разработки конспекта урока изучения нового материала» с сайта [http://w3.ivanovo.ac.ru/win1251/fac\\_phys/genphys/metod/prepod/mpf\\_pro.htm](http://w3.ivanovo.ac.ru/win1251/fac_phys/genphys/metod/prepod/mpf_pro.htm), а также описания целей урока с сайта <http://festival.1september.ru/articles/410593/>

Презентация дана в ЭП в личном кабинете подписчика. – *Ред.*

явление в динамике. В конспекте приведите макет рационального использования доски.

В конспекте должны быть отражены следующие пункты:

- тема урока, тип урока, основной метод ведения
- цель урока
- оборудование урока
- план урока и хронометраж
- ход урока: подробная запись вопросов (рассказа) с замечаниями относительно руководства деятельностью учащихся и организации своей деятельности
- домашнее задание.

**Тип урока:** комбинированный с иллюстрацией основных этапов научного познания окружающего мира.

**Дидактическая цель:** создать условия для развития творческой исследовательской деятельности средствами технологии проблемного обучения и принципа цикличности познания акад. В.Г. Разумовского.

**Задачи урока:** иллюстрация ступеней естественного познания окружающего мира, формирование умений высказывать научные гипотезы, планировать эксперимент, подтверждающий или опровергающий высказанные гипотезы, формирование навыков исследовательской и экспериментальной деятельности обучающихся.

**Цели по содержанию:** образовательная – обеспечить усвоение темы через осмысление ранее полученных знаний и исследовательскую деятельность учащихся, основываясь на этапах научного познания; развивающая – продолжить развитие проблемного мышления для решения познавательных задач; формировать представление о процессе научного познания; продолжить работу по овладению методами эксперимента; воспитательная – способствовать воспитанию у школьников культуры исследовательского труда, воспитанию навыков коммуникативного общения, формировать убеждение о выборе будущей профессии.

**Формы организации учебной деятельности:** фронтальная, групповая.

**Методы обучения:** наглядно-иллюстративный, объяснительно-иллюстративный, частично-поисковый, исследовательский.

**Методы познания:** проблемный, сравнительный, наблюдение, проектирование, моделирование, анализ.

**Оборудование:** для учителя – компьютер, видеопроектор, слайд-презентация в **PowerPoint**, цифровые амперметр и вольтметр, электрическая лампа, ключ, реостат, резистор проволочный (2 Ом); для

учащихся – L-микро лаборатория «Электричество», источники питания, амперметр, вольтметр, учебник (Пёрышкин А.В. Физика. 8 класс: учеб. для общеобразоват. учеб. заведений / Изд. 12-е, испр. М.: Дрофа, 2009).

Реализация целей урока достигается в результате овладения учащимися навыками самостоятельной экспериментальной работы через развитие проблемного мышления.

Здоровье и психосберегающая среда обеспечиваются через создание комфортных условий для проведения урока, интересными формами изучения материала, смену видов деятельности, соблюдение санитарно-гигиенических требований.

Оформление доски. На левой стороне размещены приборы для учителя с магнитными держателями. В верхней части – тема урока «Закон Ома для участка цепи». В средней части подготовлены системы координат:  $I(R)$ ;  $I(U)$ .

## Ход урока

### I. Постановка проблемы (4–5 мин)

**Опыт 1:** включаем электрическую лампу (слайд 2): как регулировать яркость лампы? (Изменить силу тока.) А для этого надо знать, от чего зависит сила тока. Сформулируем гипотезу: **от чего зависит сила тока?**

Эту зависимость впервые установил в 1827 г. немецкий физик Георг Ом. (Сообщение ученика «Открытие Г. Ома», слайд 3.)

Формулируем цель урока: снова открыть закон Ома. Чтобы получить новые знания, необходимо повторить предыдущий материал.

### II. Повторение (фронтальный блиц-опрос, 6–8 мин)

Слайд 4. Что называют электрическим током?  
 • Сила тока: определение, единицы, прибор  
 • Напряжение: определение, единицы, прибор  
 • Сопротивление: определение, единицы, прибор  
 • Как определить цену деления?  
 • Для правильного измерения величины необходимо уметь определять цену деления и показания прибора.

С помощью видеопроектора демонстрируем на доске шкалу амперметра (слайд 5). Один ученик на доске записывает, как определить цену деления, и по слайду 6 определяет показания по положению стрелки. Аналогично работаем со шкалой вольтметра (слайды 7, 8).

### III. Фронтальный эксперимент (13–15 мин, учащиеся выполняют общий эксперимент, помогают консультанты по каждому ряду)

Уточняем задачу: исследовать зависимость силы тока от сопротивления (слайд 9). Что в опыте сохраняем постоянным? (Напряжение.) Какие приборы берём для опыта? (Амперметр, источник тока, резистор диаметром 0,36 мм (6 Ом), резистор диаметром 0,25 мм (12 Ом), ключ.) Напоминаем правила сборки электрической цепи и требование техники безопасности.

1-й опыт:  $R_1 = 6$  Ом; сила тока = \_\_\_\_\_.  
 2-й опыт:  $R_2 = 12$  Ом; сила тока = \_\_\_\_\_.

Как получить ещё одно сопротивление? (Два резистора включить, например, последовательно.)

3-й опыт:  $R_3 = 18$  Ом; сила тока = \_\_\_\_\_.

По результатам опытов строим в тетрадях график зависимости силы тока от сопротивления, один ученик чертит на доске. Делаем совместно вывод: **при неизменном напряжении сила тока в проводнике обратно пропорциональна его сопротивлению.**

### IV. Демонстрационный эксперимент (4–5 мин)

Какую ещё зависимость необходимо исследовать? Сопротивление резистора остаётся неизменным, меняем напряжение на нём, перемещая движок реостата, и измеряем силу тока (слайд 10). Ученик на доске строит график зависимости силы тока от напряжения, остальные – в тетради.

Делаем вывод: **при неизменном сопротивлении сила тока в проводнике прямо пропорциональна напряжению на его концах.** Формулируем закон Ома по результатам всех экспериментов (слайд 11): «Сила тока в участке цепи прямо пропорциональна напряжению на концах участка и обратно пропорциональна сопротивлению».

### V. Физкультминутка (2–3 мин)

Выполняем упражнения (быстро называю: амперметр, резистор, ключ, источник):  
 • амперметр – руки сомкнуты в круг  
 • ключ – правая рука вытянута, левая касается правой  
 • «минус» источника тока – руки вытянуты в стороны  
 • резистор – вращение руками (слайд 12).

### VI. Применение выведенного закона (4–5 мин)

Где применяют и учитывают закон Ома (слайд 12)? (Радиоприёмник – в регуляторе громкости; швейная машина – в регуляторе оборотов...) В начале урока я показывал опыт с лампочкой. Как бы можно было регулировать её яркость? (Изменять или силу тока, или напряжение.)

У Буревой Риты папа работает машинистом электровоза. Ей было задано узнать у папы, как регулирует машинист скорость движения поезда. (Машинист изменяет мощность электродвигателя, двигая ручку контроллера и тем самым изменяя силу тока.)

Важно ли машинисту знать законы электрического тока? А вы думали о выборе профессии? Скоро 9-й класс, надо будет выбирать профиль.

### VII. Рефлексия, оценка деятельности (4–5 мин)

Слайд 13. Как вы оцениваете свои действия на уроке? Что понравилось? Что – нет? *Опыты – это интересно, мы как бы заново открыли для себя закон Ома.* Выставление оценок, подведение итогов урока.

# Приборная панель для проведения лабораторных и практических работ по электричеству



Информация об удобной приборной панели для проведения учебных работ по электричеству.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Кемеровский спецвыпуск, приборная панель, учебные работы по электричеству, 8, 10 кл.

**С.Л. БЕЛКИН**  
taty\_a\_69@mail.ru,  
МБОУ КСОШ имени  
Героя Советского Союза  
Н.А. Шорникова,  
п. Кузбасский, Кемеровская обл.

Панель с приборами предназначена для быстрого проведения лабораторных, практических работ и самостоятельных экспериментов в электрифицированном кабинете физики. На панели удобно и компактно размещены:

- источник постоянного тока напряжением 4 В
- лампочка накаливания 12 В, 21 Вт
- 2 проволочных резистора сопротивлением 1 Ом и 2 Ом
- нихромовый провод длиной 30 см, диаметром 0,4 мм
- ключ
- реостат лабораторный на 6 Ом
- амперметр лабораторный на 2 А
- вольтметр лабораторный на 6 В
- микроамперметр
- катушка индуктивности с числом витков более 4000
- полупроводниковый диод (2–10 А).

Прилагается также комплект низковольтных проводов длиной 20–40 см с прижимными и штекерными наконечниками.

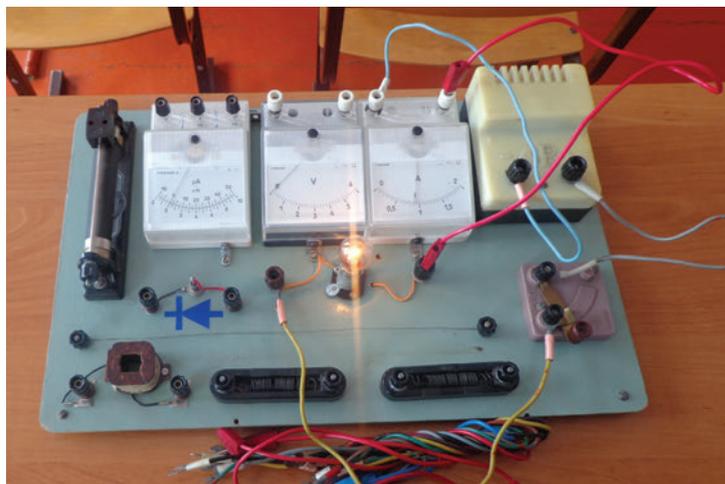
На этой панели можно выполнить все лабораторные работы, предусмотренные программой по физике для 8-го и 10-го классов, а именно:

- «Сборка электрической цепи»
- «Измерение силы тока в цепи амперметром»
- «Измерение напряжения на различных участках цепи»
- «Определение сопротивления проводника»
- «Регулирование силы тока в цепи реостатом»
- «Изучение последовательного соединения проводников»
- «Изучение параллельного соединения проводников»
- «Определение работы электрического тока»
- «Определение мощности электрического тока»
- «Определение ЭДС и внутреннего сопротивления источника тока»
- «Изучение явления электромагнитной индукции».

Можно также выполнить практические работы и эксперименты:

- «Изучение смешанного соединения проводников»
- «Проверка односторонней проводимости диода»
- «Качественное исследование зависимости сопротивления от температуры»
- «Определение удельного сопротивления нихрома»
- «Зависимость напряжения при последовательном соединении от сопротивления»
- «Проверка качественных задач на изменение параметров электрической цепи».

Приборы закреплены, панели удобно раздавать, во время лабораторных работ ученики быстро собирают заданную электрическую цепь и выполняют работу за 15–20 мин.



# Фронтальный эксперимент в 7-м классе



Приведены четыре серии фронтальных работ по темам «Давление», «Закон Архимеда», «Условия плавания тел», а также две экспериментальные задачи на закон Архимеда и демонстрационный эксперимент на атмосферное давление.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Кемеровский спецвыпуск, физический эксперимент, кратковременные фронтальные работы, 7 кл.

**А.А. БУЛАТОВА**  
bualbina@yandex.ru,  
МБОУ лицей № 23,  
г. Кемерово

■ Фронтальный физический эксперимент позволяет органично связать практическую и теоретическую части курса физики. Активное участие школьников в учебной работе способствует развитию умений наблюдать, сравнивать, обобщать, анализировать и делать выводы. Опыт показывает, что решение экспериментальных задач порой эффективнее выполнения упражнений из учебника. Кратковременные (10–15 мин) экспериментальные задания на известном учащимся оборудовании можно успешно включать в различные этапы урока.

Фронтальные работы лучше всего выполняются учащимися по письменным инструкциям, так что целесообразно обсудить с учащимися цель работы и форму представления результата. Однако, если они даются систематически, то необходимость в инструкции отпадает – достаточно поставить учебную задачу и попросить школьников самостоятельно найти пути решения.

Лучше всего такие работы выполнять в парах, так как школьники могут посоветоваться по ходу проведения эксперимента, обсудить его результаты, при необходимости помочь друг другу.



Киселёв Александр работает над заданиями олимпиады «Физика. Опыты»

Использование фронтального эксперимента на уроках физики апробировано в течение нескольких лет в 5–6-м классах (пропедевтический курс на базе учебника «Естествознание. Введение в естественнонаучные предметы», авторы А.Е. Гуревич, Л.С. Понтак, Д.А. Исаев) и 7–9-м классах (УМК «Физика. 7–9», авторы Л.Э. Генденштейн,

А.Б. Кайдалов). Предлагаемая методика позволяет школьникам успешно участвовать в дистанционной олимпиаде «Физика. Опыты», ежегодно проводимой Центром «Снейл» (г. Омск) и НПК различного уровня.

Приводим примеры экспериментов.

## ФРОНТАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

### 1. Давление твёрдых тел, жидкостей и газов

#### Опыт 1-1. Давление твёрдого тела (7 мин)

*Цель:* определение зависимости давления твёрдого тела от площади поверхности и силы давления.

*Приборы и материалы:* сосуд с песком, алюминиевый и латунный цилиндры из набора calorиметрических тел.



#### Ход работы

1. Поставьте основаниями в сосуд с песком латунный и алюминиевый цилиндры. Сравните результаты эксперимента.

2. Взрыхлите песок. Поставьте на него латунный цилиндр на основание. Аккуратно поднимите цилиндр и положите его на бок рядом со следом основания. Сравните результаты эксперимента.

3. Запишите, какой вывод можно сделать из данной работы.

**Домашний эксперимент** (см. учебник, с. 137). Измерьте, какое давление на пол оказывает стул. Во сколько раз увеличивается это давление, когда вы садитесь на стул? Измерить массу можно с помощью напольных весов.

**Опыт 1-2. Давление твёрдого тела (5 мин)**

*Цель:* выявление зависимости давления твёрдого тела от площади поверхности.



*Приборы и материалы:* стакан от калориметра.

*Ход работы*

1. Сожмите стакан ладонями.
2. Одинаковые ли ощущения испытывают ладони обеих рук? Как объяснить полученный результат?
3. Запишите, какой вывод можно сделать из данной работы.

*Домашний эксперимент.* Определите давление, производимое вами на пол. Как изменится результат эксперимента, если вы поднимете одну ногу? Если подпрыгнете?

**Опыт 1-3. Способы уменьшения и увеличения давления (15 мин)**

*Цель:* измерение давления, производимого бруском на стол в различных положениях.

*Приборы и материалы:* динамометр, линейка измерительная, брусок деревянный.



*Ход работы*

1. Определите цену деления динамометра и измерительной линейки.
2. Измерьте вес бруска  $P$ . Данные занесите в таблицу.

Сила давления $F$ , Н	Длина $a$ , м	Ширина $b$ , м	Высота $h$ , м	$S_1$ , м <sup>2</sup>	$S_2$ , м <sup>2</sup>	$S_3$ , м <sup>2</sup>	$p_1$ , Па	$p_2$ , Па	$p_3$ , Па

3. Измерьте длину, ширину и высоту бруска. Данные занесите в таблицу.

4. Используя полученные данные, вычислите площади наименьшей (1), наибольшей (2) и средней (3) граней бруска. Данные занесите в таблицу.

5. Рассчитайте площади различных граней бруска и давление  $p$ , которое производит брусок на стол каждой гранью. Результаты запишите в таблицу.

6. Запишите, какой вывод можно сделать из данной работы.

*Домашний эксперимент.* Измерьте давление, которое оказывает пачка масла (или другого продукта в прямоугольной упаковке), если её класть на поверхность стола разными гранями? Масса пачки масла написана на упаковке.

**Опыт 1-4. Индикатор давления (6 мин)**

*Цель:* изготовление индикатора давления и изучение принципа его действия.

*Приборы и материалы:* 2 трубочки для коктейля с гофром, ножницы, мензурка с водой, сосуд с подкрашенной водой\*.



*Ход работы*

1. Возьмите две трубочки для коктейля с гофром. Обрежьте ножницами одну из них так, чтобы длины концов по обе стороны гофра были одинаковыми.
2. Вставьте трубочки друг в друга так, чтобы получилась буква «И» (или «N»). Такой прибор будет служить индикатором давления.
3. Опустите его длинный открытый конец в сосуд с подкрашенной водой. Зажмите свободное отверстие пальцем. Выньте прибор из жидкости. Добейтесь того, чтобы подкрашенная жидкость затекла в изогнутое колено с гофром вниз.
4. Возьмите мензурку с водой. Постепенно опустите индикатор давления одним концом в мензурку. Следите за поведением подкрашенной жидкости в нём. Что вы наблюдаете?

5. Вода в мензурке оказывает давление на воздух в опущенном колене индикатора давления, а тот, в свою очередь, давит на подкрашенную жидкость в изогнутом колене. Чем больше давление внутри жидкости в мензурке, тем выше поднимается подкрашенная жидкость в открытом колене индикатора давления. С каким законом физики это согласуется?

\*Для подкрашивания жидкости в этом и других описываемых экспериментах можно использовать краситель, имеющийся в продаже в канцелярском магазине, или пищевой краситель.

**Домашний эксперимент.** Придумайте конструкцию своего индикатора давления из подручных средств.

#### Опыт 1-5. Исследование зависимости давления жидкости от глубины погружения и плотности жидкости (10 мин)

**Цель:** изучение зависимости давления жидкости от высоты столба и плотности жидкости.

**Приборы и материалы:** 2 трубочки для коктейля с гофром, резиновые колечки, мензурка, стакан с водой, стакан с концентрированным раствором соли (35 г соли на 100 г воды при 20 °С), сосуд с подкрашенной водой, индикатор давления, изготовленный вами в опыте 1-4 (или дома).



#### Ход работы

1. Сделайте индикатор давления (см. опыт 1-4).
2. Налейте в мензурку подкрашенную воду.
3. Заполните колено индикатора с гофром водой и начните опускать длинное колено в мензурку.
4. Изменяются ли показания индикатора по мере погружения длинного колена? Сделайте вывод о зависимости давления жидкости от глубины погружения.
5. Опустите на дно стакана с водой индикатор давления и отметьте уровень жидкости в его коленах резиновыми колечками.
6. Убедитесь, что высоты столбов воды и соляного раствора в стаканах одинаковы. Опустите индикатор давления на дно стакана с раствором соли. Заметьте положение подкрашенной воды в коленах индикатора. В каком стакане давление жидкости на дно больше: с водой или с соляным раствором?
7. От чего зависит давление жидкости на дно и стенки сосуда?

**Домашний эксперимент.** Придумайте свой способ изготовления индикатора давления из подручных средств. Измерьте при помощи этого индикатора (или другим способом, предложенным в данной работе), давление какой жидкости больше: мыльного раствора или растительного масла на одной и той же глубине.

#### Опыт 1-6. Передача давления твёрдыми телами, жидкостями и газами (5 мин)

**Цель:** наблюдение за направлением передачи давления твёрдыми телами, жидкостями и газами.

**Приборы и материалы:** шприц медицинский одноразовый (объём 50 мл), конец которого затянут резиновой плёнкой (например, от воздушного шарика), ручка шариковая, стакан с водой.



#### Ход работы

1. Вставьте осторожно ручку обратным концом (чтобы не проткнуть плёнку) внутрь цилиндра шприца так, чтобы резиновая плёнка немного растянулась. В каком направлении передаёт давление твёрдое тело?
2. Вставьте в цилиндр шприца поршень. Постепенно увеличивая давление воздуха в цилиндре, наблюдайте за изменением формы и размеров плёнки. Как передаёт давление воздух?
3. Заполните цилиндр водой. Вставьте снова в него поршень и повторите предыдущий опыт. Как передаёт давление вода?
4. Одинаково ли передают давление твёрдые тела, жидкости и газы?

**Домашний эксперимент** (см. учебник, с. 146). Попробуйте убедиться в справедливости закона Паскаля с помощью пластиковой бутылки, воды и шила.

#### Опыт 1-7. Сообщающиеся сосуды (7 мин)

**Цель:** наблюдение за уровнем жидкости в сообщающихся сосудах.

**Приборы и материалы:** две стеклянные трубки (или два одноразовых шприца объёмом 1–5 мл без поршня), соединённые шлангом, мензурка с подкрашенной водой.

#### Ход работы

1. Придерживая одну трубку (с открытым концом!), опустите свободный конец другой трубки на максимальную глубину в мензурку с водой. Закройте отверстие верхней трубки и выньте прибор из воды. Подняв оба конца кверху, придайте прибору U-образную форму.



2. Как располагаются уровни жидкости в трубках?

3. Опустите одно колено сообщающихся сосудов. Что произошло с уровнем жидкости в трубках?

4. Наклоните одно колено сообщающихся сосудов. Как изменились уровни жидкости?

5. Как устанавливается однородная жидкость в сообщающихся сосудах?

**Домашний эксперимент.** Используя трубочку для коктейля, изготовьте сообщающиеся сосуды. Налейте в них сначала воду, а затем в одно из колен – растительное масло. Как изменились результаты опыта?

## 2. Атмосферное давление

### Опыт 2-1. Атмосферное давление в действии (15 мин)

**Цель:** наблюдение действия атмосферного давления.

**Приборы и материалы:** стеклянная трубка или пластиковая трубочка для коктейля, стакан с водой, шприц медицинский одноразовый, пипетка, пробирка.



#### Ход работы

1. Опустите стеклянную трубку в стакан с водой. Верхний конец трубки закройте пальцем, выньте трубку из воды. Почему вода не выливается?

2. Откройте верхний конец трубки. Почему теперь вода выливается из трубки?

3. Опустите шприц в стакан и потяните за поршень. Почему вода поднимается вслед за поршнем?

4. Возьмите пробирку, наполните её водой. Закройте пальцем отверстие пробирки. Переверните пробирку запаянным концом вверх и опустите в стакан с водой. Откройте отверстие пробирки под водой. Объясните наблюдаемое явление.

5. Наберите воду в пипетку. Вылейте воду из пипетки в стакан. Анализируя свои действия, объясните явления, которые их сопровождали.

**Домашний эксперимент.** Возьмите бутылку, опустите в неё кусочек горячей бумаги (или сполосните бутылку внутри кипятком), накройте сваренным вкрутую яйцом и ждите, когда яйцо втянется внутрь бутылки. А теперь – придумайте способ, как вынуть это яйцо из бутылки. Опишите предложенный способ.

### Опыт 2-2. Шарик в бутылке (7 мин)

**Цель:** наблюдение действия атмосферного давления.

**Приборы и материалы:** пластиковая бутылка, стакан с горячей водой (температура не выше 60 °С), 2 воздушных шарика, пластиковая бутылка с отверстиями.

#### Ход работы

1. Поместите воздушный шарик внутрь бутылки и плотно натяните резиновое колечко шарика на горлышко бутылки. Попробуйте теперь надуть шарик. Удалось ли вам это? Объясните опыт.

2. Осторожно ополосните бутылку горячей водой. Слегка сожмите бутылку и повторите опыт. Удаётся ли вам на этот раз надуть шарик внутри бутылки? Объясните, в чём отличие этого опыта от предыдущего.

3. Поместите воздушный шарик внутрь бутылки с отверстиями и плотно натяните резиновое колечко шарика на горлышко бутылки. Попробуйте теперь надуть шарик. Удалось ли вам это?

5. Объясните опыт.

**Домашний эксперимент** (см. учебник с. 166). Налейте воду в стеклянную бутылку доверху. Почему, когда вы выливаете воду, возникает бульканье? Почему не возникает бульканья, когда выливаете воду из полиэтиленового пакета?

## 3. Архимедова сила

Для сокращения времени можно предложить учащимся выполнять работу группами (на двух соседних столах) с последующим представлением результата эксперимента одноклассникам.

### Опыт 3-1. Измерение силы Архимеда (7 мин)

**Цель:** измерение выталкивающей силы.

**Приборы и материалы:** динамометр, стакан с водой, тело на нити.

#### Ход работы

1. Определите цену деления динамометра.

2. Измерьте вес тела в воздухе  $P_0$ .



3. Погрузите тело в стакан с водой. Запишите показания динамометра  $P$  в этом случае.

4. Рассчитайте силу Архимеда, действующую на тело в воде при полном погружении:  $F_A = P_0 - P$ .

**Домашний эксперимент** (см. учебник, с. 176). Положите небольшой камень в полиэтиленовый пакет и подвесьте его на бельевой резинке. Уменьшается ли длина резинки при погружении пакета с камнем в воду? Объясните свой опыт.

### Опыт 3-2. Проверка зависимости силы Архимеда от объёма погружённой части тела (7 мин)

**Цель:** выявление зависимости между выталкивающей силой и объёмом погружённой части тела.

**Приборы и материалы:** рычаг, штатив с лапкой, стакан с водой, удлинённое тело (например, палочка пластилина) на нити, груз на нити.

**Ход работы**

1. Закрепите рычаг в лапке штатива. Подвесив к разным концам тело и груз, добейтесь равновесия.

2. Погрузите тело в воду на четверть. Нарушилось ли равновесие рычага?

3. Погружайте тело в воду наполовину, на три четверти, целиком. Каждый раз отмечайте, усиливается или ослабляется нарушение равновесия.

4. Запишите, какой вывод можно сделать из данной работы.

**Домашний эксперимент** (учебник с. 176). Надуйте до разного размера три воздушных шарика. Проверьте с их помощью закон Архимеда: какой из шариков легче утопить в ванне с водой?

### Опыт 3-3. Проверка зависимости силы Архимеда от формы тела (7 мин)

**Цель:** выявление зависимости между выталкивающей силой и формой тела.

**Приборы и материалы:** рычаг, штатив с лапкой, 2 стакана с водой, 2 куски пластилина одинаковой массы, но разной формы, на нитях, динамометр.



**Ход работы**

1. Проверьте, равны ли массы кусков пластилина.

2. Закрепите рычаг в лапке штатива. Подвесив к разным его концам тела, добейтесь его равновесия.

3. Погрузите одно из тел в воду. Нарушилось ли равновесие рычага?

4. Погрузите оба тела в стаканы с водой. Нарушилось ли равновесие рычага?

5. Запишите, какой вывод можно сделать из данной работы.

**Домашний эксперимент.** Надуйте два воздушных шарика до одинакового размера. Один из шариков перетяните посередине ниткой, придав ему форму восьмёрки. Проверьте закон Архимеда: какой из шариков легче утопить в ванне с водой?

### Опыт 3-4. Проверка зависимости силы Архимеда от плотности жидкости (7 мин)

**Цель:** выявление зависимости между выталкивающей силой и плотностью жидкости.

**Приборы и материалы:** рычаг, штатив с лапкой, стакан с водой, стакан с насыщенным раствором соли (35 г соли на 100 г воды при 20 °С, воду лучше подкрасить), 2 одинаковых кусочка пластилина на нитях (два одинаковых цилиндра из набора calorиметрических тел).

**Ход работы**

1. Закрепите рычаг в лапке штатива. Подвесив к разным его концам тела, добейтесь его равновесия.

2. Погрузите одно из тел в воду. Нарушилось ли равновесие рычага?



3. Погрузите это же тело в насыщенный раствор соли. Нарушилось ли равновесие рычага? Сравните результат с предыдущим.

4. Не вынимая первого тела из раствора, погрузите второе тело в стакан с водой. Как изменилось положение рычага?

5. Запишите, какой вывод можно сделать из данной работы.

**Домашний эксперимент.** Возьмите картофелину и поочередно опускайте её в воду, насыщенный раствор соли и мыльный раствор. Что вы наблюдаете? Как результаты эксперимента согласуются с законом Архимеда?

**Опыт 3-5. Проверка зависимости силы Архимеда от массы тела (7 мин)**

**Цель:** выявление зависимости между выталкивающей силой и массой тела.

**Приборы и материалы:** рычаг, штатив с лапкой, стакан с водой, 2 цилиндра равного объёма из разных веществ из набора калориметрических тел (на нитях), мензурка.

**Ход работы**

1. Проверьте с помощью мензурки, что объёмы цилиндров равны.

2. Закрепите рычаг в лапке штатива. Подвесив к разным его концам лёгкое тела, добейтесь равновесия.

3. Погрузите одно тело в воду. Нарушилось ли равновесие рычага?

4. Погрузите оба тела в воду. Восстановилось ли равновесие рычага?

5. Сделайте вывод.

**Домашний эксперимент.** Аккуратно опустите сырое яйцо в стакан с водой. Осторожно доливайте в этот стакан насыщенный раствор соли. Что происходит с яйцом? Почему?

**Опыт 3-6. Проверка зависимости выталкивающей силы от глубины погружения тела в жидкость (7 мин)**

**Цель:** выявление зависимости между выталкивающей силой и глубиной погружения тела в жидкость.

**Приборы и материалы:** рычаг, штатив с лапкой, стакан с водой, цилиндр из набора калориметрических тел на нити, груз на нити.

**Ход работы**

1. Закрепите рычаг в лапке штатива. Подвесив к разным его концам тело и груз, добейтесь равновесия рычага.

2. Погрузите тело в воду полностью, снова уравновесьте рычаг.

3. Погружайте постепенно тело в воду на различную глубину и следите за равновесием рычага.

**Домашний эксперимент** (см. учебник, с. 176). Надуйте воздушный шарик. Постепенно погружайте



его в воду в ванной. Заметили ли вы, что сила Архимеда увеличивается, когда увеличивается объём погружённой в воду части шарика?

**4. Плавание тел**

**Опыт 4-1. Плавает или тонет? (10–15 мин)**

**Цель:** определение условий плавания тел.

**Приборы и материалы:** стакан с водой, стакан с насыщенным раствором соли (лучше подкрасить), набор тел (картофель, алюминиевый брусок), ложка, мерный стакан, динамометр.

**Ход работы**

1. Подготовьте в тетради таблицу для записи результатов

Название жидкости, её плотность	Название вещества	$V, \text{ м}^3$	$m, \text{ кг}$	Плотность тела $\rho, \text{ кг/м}^3$	Плавают тело или тонет?
Вода, $1000 \text{ кг/м}^3$	Картофель				
	Алюминий				
Водный раствор соли, $1100 \text{ кг/м}^3$	Картофель				
	Алюминий				

2. Определите с помощью динамометра массу предложенных тел.

3. Измерьте мерным стаканчиком объёмы отлитой воды, равные объёмам предложенных тел.

4. Рассчитайте плотность предложенных тел.

5. Сравните рассчитанные вами плотности с плотностями воды и насыщенного раствора соли.

6. Предположите, как будут вести себя предложенные тела в данных жидкостях. Проверьте свои предположения на опыте. Результаты запишите в таблицу.

7. Сделайте вывод о том, при каком условии сплошное тело в данной жидкости плавает, а при каком тонет?

**Домашний эксперимент.** Возьмите сосуд, полный воды, накройте его пластиковой крышечкой. Придерживая рукой, переверните и поставьте на сосуд, накрытый пластинкой и до краёв наполненный маслом. (Проводите опыт в большой миске или на подносе.) Отодвиньте немного пластинку,

чтобы образовался маленький зазор, – вода начнёт переливаться в сосуд с маслом. Наблюдайте за процессом.

Почему масло поступает в верхний сосуд? Какую форму имеют капли масла и воды? почему? Что произошло в конце опыта, благодаря какому явлению возможен этот результат? Какие ещё можно было взять жидкости для получения похожего результата?

#### Опыт 4-2. Плавание тел (10 мин)

*Цель:* выяснение условия плавания тела в жидкости.

*Приборы и материалы:* стакан с водой, кусок пластилина, ложка.

*Ход работы*

1. Возьмите стакан с водой. Положите шарик из пластилина в воду. Что вы наблюдаете?

2. Достаньте ложкой пластилин из воды.

3. Как добиться того, чтобы пластилин плавал, а не тонул в воде? Проверьте свою гипотезу опытным путём.

4. Слепите из пластилина лодочку и спустите её на воду. Постепенно доливайте ложечкой воду внутрь лодочки. Почему лодочка постепенно погружается в воду и тонет?

5. На основании этого опыта ответьте на вопрос: почему маленький металлический гвоздь в воде тонет, а большой океанский лайнер – нет?

**Домашний эксперимент** (см. учебник, с. 185). Налейте в стакан воду до половины и опустите в неё ледяной кубик из морозильника. Пронаблюдайте за вашим крохотным айсбергом. Какая его часть погружена в воду? Изменяется ли уровень воды в стакане при таянии льда? Объясните результаты вашего опыта.

## II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

### Экспериментальная задача 1. Измерение плотности жидкости с помощью закона Архимеда (10 мин)

*Приборы и материалы:* динамометр, тело неправильной формы на нити, мензурка, стакан с подкрашенной и подсоленной водой (можно использовать любую жидкость).

*Ход работы*

1. Определите величину силы Архимеда  $F_A$ , действующей на тело в жидкости при полном погружении.

2. С помощью мензурки определите объём тела неправильной формы  $V_T$ .

3. Используя полученные данные, рассчитайте плотность жидкости.

### Экспериментальная задача 2. Измерение плотности жидкости (10 мин)

*Приборы и материалы:* динамометр, тело правильной формы на нити, линейка, стакан с любой жидкостью.

*Ход работы*

1. Определите величину силы Архимеда  $F_A$ , действующей на тело в жидкости при полном погружении.

2. С помощью линейки измерьте размеры тела и определите его объём  $V_T$ .

3. Используя полученные данные, рассчитайте плотность жидкости.

## III. ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ОПЫТ

### Атмосферное давление (10 мин)

*Цель:* наблюдение действия атмосферного давления.

*Приборы и материалы:* 2 стеклянных стакана без носика, свечка (примерно равная половине высоты стакана), спички, стакан с водой, круглые газетные прокладки.

*Ход работы*

1. Поставьте свечку на подставке на дно одного из стаканов и зажгите её.

2. Круглую газетную прокладку смочите водой и положите её на верхний край стакана, в котором горит свеча.

3. Медленно и осторожно поставьте на эту прокладку перевёрнутый вверх дном второй стакан и прижмите его к газете так, чтобы изолировать внутреннее пространство обоих стаканов от внешнего воздуха. Придавите рукой верхний стакан.

4. Через 20 секунд после того, как погаснет свеча, взявшись рукой за верхний стакан, поднимите его, подставляя для подстраховки руку под нижний стакан. Что вы наблюдаете? Почему это происходит?



**Альбина Александровна Булатова** – учитель физики высшей квалификационной категории, окончила Сахалинский госуниверситет в 2000 г., педагогический стаж 17 лет. Работала учителем физики и замдиректора по воспитательной работе МБОУ СОШ № 44 в г. Польшаево, сейчас преподаёт физику в кемеровском лицее № 23. Победитель муниципального этапа Всероссийского конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России-2011», обладатель Гранта главы города «За инновационную педагогическую деятельность». Ученики участвуют в НПК и олимпиадах различного уровня, есть победители и призёры. Педагогическое кредо – по И. Канту: «Не мыслям надобно учить, а мыслить». Вместе с мужем воспитывает сына Александра.

# Плотность вещества



Сценарий урока изучения нового материала (с элементами исследования) по УМК А.В. Пёрышкина, Е.М. Гутник «Физика-7» (8-й урок). Презентация представлена в электронном приложении к журналу.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** Кемеровский спецвыпуск, урок изучения нового материала, плотность вещества

**О.В. СЕРГЕЕВА**  
 sergeeva.lnk76@gmail.com,  
 МБОУ ООШ № 37,  
 г. Ленинск-Кузнецкий,  
 Кемеровская обл.

**Цель урока:** введение новой физической величины – плотности вещества, рассмотрение её характеристик (определение, формула, классифицирующий признак, единицы, способы измерения).

**Задачи урока:** • образовательные – сформировать представление о плотности вещества как о физической величине, численно равной массе единицы объёма; продолжить формирование ключевых компетенций учащихся (анализировать, обобщать, делать выводы) • развивающие: продолжить формировать умение высказывать умозаключения; вырабатывать умение воспроизводить полученные знания по плану, работать с табличным материалом; развивать познавательный интерес, интеллектуальные и творческие способности • воспитательные: воспитывать уверенность в себе, этику групповой работы; продолжить формировать научное мировоззрение, самостоятельность мышления.

**Оборудование:** мультимедийный проектор; компьютер; презентация в формате **PowerPoint**; тела разного объёма, но равной массы; весы; разновесы; тела равного объёма, но разной массы; задания на листах для домашнего задания.

**Подготовка к уроку.** Класс делится на 2 группы по указанию учителя.

## Ход урока

### I. Постановка цели урока. Групповой эксперимент (10 мин)

**Учитель.** Здравствуйте, приглашаю вас на урок физики. Поприветствуйте друг друга и пожелайте удачи в работе. Я тоже желаю вам успеха. Надеюсь, у нас всё получится. Девиз урока – слова великого Рене Декарта: «Я мыслю, следовательно, я существую» (слайд 2, см. ЭП).

О чём пойдёт речь на уроке, вы догадаетесь чуть позже. Начнём с небольшого опыта, который выполнять будете в группах (слайд 3): перед вами на партах приборы и пара брусков одинакового размера.

Положите на чаши весов бруски и ответьте на вопросы, которые представлены на слайде 4: 1) как объяснить, что у тел одинакового объёма разные массы? 2) как объяснить, что у тел разного объёма одинаковые массы?

**Группа 1.** Массы разные, так как бруски изготовлены из разных веществ.

**Группа 2.** Массы брусков равны, потому что вещества, из которых они изготовлены, разные.

**Учитель.** Сформулируйте вывод: от чего зависит масса тела (слайд 5)?

**Учащиеся.** Масса любого тела зависит от его объёма и от того, из какого вещества это тело состоит (слайд 5).

**Учитель.** Теперь ответьте на вопросы, и вы сможете назвать физическую величину, которая связывает эти три понятия (слайды 6–12, по КЛИКом отгадываем буквы в слове «плотность») [1, 2].

### II. Постановка проблемы. Введение новой физической величины (15 мин)

**Учитель.** Итак, тема нашего урока: «Плотность вещества». Запишите её в тетрадь (слайд 13). Давайте теперь сформулируем определение плотности (формулировка по слайду 14, переход по КЛИКу на слайд 15). Как вы думаете, что показывает плотность (слайд 16)?

**Учащиеся.** Плотность показывает, чему равна масса вещества, взятого в объёме 1 м<sup>3</sup>.

**Учитель (возвращается к слайду 14 КЛИКом по кнопке).** Как найти плотность данного вещества?

**Запиши в тетрадь**

**Плотность – физическая величина, которая равна отношению массы тела к его объёму:**

**Плотность = Масса / Объём**

(КЛИК по слову «Формула», переход на слайд 17.) Приведу пример: известно, что  $5 \text{ м}^3$  воды имеет массу  $5000 \text{ кг}$ . Чему равна масса  $1 \text{ м}^3$  воды?

Учащиеся.  $1000 \text{ кг}$  (КЛИК – переход на ответ).

Учитель. Сделаем вывод: чтобы найти плотность вещества, надо массу тела разделить на его объём (слайд 18). Обозначим плотность вещества греческой буквой «ро» –  $\rho$  (слайд 18, КЛИК). Как обозначаются масса и объём?

Учащиеся. Латинскими буквами  $m$  (КЛИК) и  $V$  (КЛИК). Запишем формулу плотности в тетрадь.

Учитель (возвращается к слайду 14 КЛИКом по кнопке). В каких единицах выражается эта величина? (КЛИКом по словосочетанию «Единица» переход на слайд 19.)

Записываем единицы плотности в тетрадь и проверяем себя (КЛИКом по словам «Проверь себя» переход на слайд 20 → ещё три КЛИКа → возвращение на слайд 14).

Плотности некоторых твёрдых тел, жидкостей и газов представлены в таблице вашего учебника на с. 50–51 [3]. Рассмотрите таблицу и определите плотности льда, воды и водяного пара. (КЛИК по словосочетанию «Работа с таблицей» → слайд 21 → КЛИК → после ответа учащихся ещё 3 КЛИКа.)

Теперь выполните следующее задание: на слайде представлены названия веществ, проставьте номера от 1 до 5 в порядке возрастания их плотности (слайд 22, 5 КЛИКов).

### III. Закрепление изученного материала (15 мин)

Учитель. Зачем нам надо изучать плотность вещества? Где это пригодится?

Учащиеся. Чтобы решать задачи, проводить опыты, ...

Учитель. Теперь взгляните на слайды 23, 24 и выполните задания (Ответы появляются по КЛИКу по картинке).

Молодцы, ребята, вы справились с заданием. Решим следующую задачу: Чему равна плотность тела, если его масса  $2 \text{ г}$ , а объём  $1 \text{ см}^3$ . (Учащиеся решают в тетради, после чего учитель представляет решение на слайде 25.)

### IV. Рефлексия (3 мин)

Ребята, вы молодцы. Все работали на уроке хорошо. У вас на столе лежит чистый листок бумаги, а на моём столе стоят весы с двумя чашками, на одной из которых прикреплен весёлый смайлик, а на другой – грустный. Напишите на листке тему урока, которую мы изучали, и положите его на ту чашку весов, смайлик которой больше соответствует вашему настроению на уроке (слайд 26).

Подводим итог: какая чашка перевешивает?

### V. Домашнее задание (2 мин)

Домашнее задание: § 21 учебника; письменно упр. 7 (3, 5); задание: в вашем распоряжении имеются весы с разновесами, измерительный цилиндр с водой и металлический шарик на нити. Предложите, как определить плотность шарика.



**Оксана Владимировна Сергеева** – учитель физики высшей квалификационной категории, окончила КузГТУ в 1999 г., педагогический стаж 13 лет. Всё время работает в школе № 37 г. Ленинск-Кузнецкого. Педагогическое кредо: познание начинается с удивления. Выпускники поступают в технические вузы. Ученики не раз становились победителями и призёрами многих олимпиад различного уровня. Семья: муж, двое сыновей. Хобби: спорт, садоводство.

# Период колебаний в нестандартной механической системе



Приведён алгоритм решения задач на механические колебания, 11 кл.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** механические колебания, алгоритм решения задач

**Л.Г. СОТНИЧЕНКО**

sotnichencol@rambler.ru,  
МБОУ СОШ № 6, г. Мариинск,  
Кемеровская обл.

Физическая задача – это проблема, решаемая с помощью логических умозаключений, математических действий на основе законов и методов физики [1]. Умение решать расчётные задачи является одним из основных показателей глубины и полноты усвоения учащимися теоретического материала, что проверяется контрольно-измерительными материалами ЕГЭ. Обычно школьники овладевают методами решения задач по образцу. Однако, встретившись с задачей незнакомого или малознакомого типа, они теряются. Покажем применение алгоритма поиска решения задач на примере темы «Нестандартная механическая колебательная система». Потерями энергии в этой системе пренебрегаем.

Предложенный алгоритм, при активном использовании на уроке или занятии элективного курса, позволяет существенно ускорить приобретение учащимися навыка решения задач по данной теме.

Для закрепления навыков решения задач по предложенному алгоритму можно предложить учащимся следующие задачи:

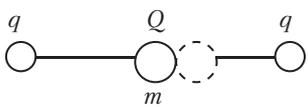
1 [4, задача 1]. Ареометр, погружённый в жидкость, совершает вертикальные гармонические колебания с малой амплитудой. Найдите период этих колебаний. Масса ареометра равна 40 г, радиус его трубки 2 мм, плотность жидкости 0,8 г/см<sup>3</sup>. Сопротивлением жидкости можно пренебречь.

$$\left( \text{Ответ. } T = \frac{2}{r} \sqrt{\frac{\pi m}{\rho g}} \approx 4 \text{ с.} \right)$$

2 [5]. По гладкой направляющей длиной  $2L$  скользит бусинка массы  $m$  и положительным зарядом  $Q$ . На концах направляющей находятся положитель-

		Задачи	
Алгоритм		[2] Брусок, высотой $h$ и плотностью $\rho$ , находящийся в воде с плотностью $\rho_{\text{ж}}$ , после выведения его из положения равновесия совершает колебания. Определите период $T$ колебаний бруска	[3] Шарик массой $m = 20$ г подвешен на шёлковой нити длиной $L = 10$ см. Шарик имеет положительный заряд $q = 10^{-5}$ Кл и находится в однородном электрическом поле напряжённостью $E = 10\,000$ В/м, направленном вертикально вниз. Каков период малых колебаний шарика?
1. Записать краткое условие задачи, выразив все величины в единицах СИ	Дано: $h, \rho, \rho_{\text{ж}}$ Найти: $T$	Дано: $m = 20$ г; $L = 10$ см; $q = 10^{-5}$ Кл; $E = 10\,000$ В/м. Найти: $T$	
2. Сделать чертёж, изобразив все силы, действующие на тело в состоянии равновесия и при отклонении от него. Показать направление ускорения			
3. Записать второй закон Ньютона в векторной форме для обоих случаев	1. $\vec{F}_A + m\vec{g} = 0$ . 2. $\vec{F}_A + \Delta\vec{F}_A + m\vec{g} = m\vec{a}$	$\vec{T} + \vec{F}_3 + m\vec{g} = m\vec{a}$	
4. Установить, что является возвращающей силой в данной колебательной системе	Выталкивающая сила $\Delta\vec{F}_A$ , возникающая при погружении части тела высотой $x$ в жидкость	Равнодействующая сил, приложенных к шару	

5. Спроецировать векторные величины на оси $x$ и $y$	$y: F_A - mg = 0 \Rightarrow F_A = mg. \quad (1)$ $y: F_A + \Delta F_A - mg = ma. \quad (2)$	$1. y: T - mg - F_3 = 0 \Rightarrow T = mg + F_3.$ $2. x: mg \sin \alpha + F_3 \sin \alpha = ma.$ $y: T - mg \cos \alpha - F_3 \cos \alpha = 0$
6. Подставить известные формулы в уравнения	Подставив (1) в (2), получим $\Delta F_A = ma$ . Зная, что сила Архимеда определяется по формуле $F_A = \rho_{ж} V g$ , с учётом соотношений $m = \rho_{т} V$ и $V = Sh$ , где $S$ – площадь грани бруска, получаем: $\rho_{ж} g S x = \rho_{т} S h a$	Из рисунка видно, что $\sin \alpha = x/L$ . Перепишем уравнение 2: $\sin \alpha (mg + F_3) = ma \Rightarrow \frac{x}{L} (mg + qE) = -ma$ .  Знак «минус», так как возвращающая сила направлена противоположно смещению
7. Привести формулу к искомому дифференциальному уравнению малых колебаний, происходящих в системе, то есть к виду $\ddot{x} + \omega^2 x = 0$	Перенесём левую часть уравнения в правую без изменения знака, так как возвращающая сила направлена противоположно смещению: $\rho_{т} h a + \rho_{ж} g x = 0$ . Разделим на $\rho_{т} h$ каждое слагаемое и получим: $a + \frac{\rho_{ж} g x}{\rho_{т} h} = 0$	Перенесём правую часть уравнения в левую, поделив каждое слагаемое на $m$ : $a + (mg + qE) \frac{x}{Lm} = 0$
8. Сравнить дифференциальное уравнение с получившимся и определить циклическую частоту $\omega$	$\omega^2 = \frac{\rho_{ж} g}{\rho_{т} h} \Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{\rho_{ж} g}{\rho_{т} h}}$	$\omega = \sqrt{\frac{gm + qE}{Lm}}$
9. Зная связь циклической частоты с периодом $\omega = \frac{2\pi}{T}$ , выразить искомую величину	$T = 2\pi \sqrt{\frac{\rho_{т} h}{\rho_{ж} g}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{Lm}{gm + qE}} \approx 0,5 \text{ с}$



ные заряды  $q$ . Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен  $T$ . Чему будет равен период колебаний бусинки, если её заряд увеличить в 2 раза?

(Ответ.  $T_1 = \frac{T}{\sqrt{2}}$ .)

3 [5]. Однородный цилиндр с площадью поперечного сечения  $0,01 \text{ м}^2$  плавает вертикально на границе несмешивающихся жидкостей с плотностями  $800 \text{ кг/м}^3$  и  $1000 \text{ кг/м}^3$ . Пренебрегая сопротивлением жидкостей, определите массу цилиндра, если период его малых вертикальных колебаний составляет  $\pi/5 \text{ с}$ .

(Ответ.  $m = \frac{T^2 g S (\rho_2 - \rho_1)}{4\pi^2}$ .)

**Литература**

1. Каменецкий С.Е., Орехов В.П. Методика решения задач по физике в средней школе: кн. для учителя. М.: Просвещение, 1987. 336 с.
2. Панов Н.А., Шабунин С.А., Тихонин Ф.Ф. ЕГЭ-2003. Физика: типовые тестовые задания. М.: Экзамен, 2003. 56 с.
3. Pandiaweb.ru: Социальная сеть. <http://www.pandia.ru/text/78/367/679.php>
4. Сверхзадача: автор проекта Смирнов Николай Васильевич, учитель физики, г. Санкт-Петербург. <http://sverh-zadacha.ucoz.ru/ege/RaznoeC/mehanika/kinem.html>
5. ЕГЭ-2013. Физика: тематические и типовые экзаменационные варианты / Под ред. М.Ю. Демидовой. М.: Национальное образование, 2012. 272 с. (ЕГЭ-2013.ФИПИ – школе.)



**Людмила Геннадьевна Сотниченко** – учитель физики высшей квалификационной категории. После окончания Кемеровского Государственного университета в 1989 г. вернулась в родную школу и работает в ней по настоящее время. Победитель конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России-2008», награждена Почётной грамотой МОИН РФ. Педагогическое кредо – по С. Соловейчику: «Учение должно быть с увлечением, но не мучением!» Выпускники отличаются качественной подготовкой по предмету, успешно продолжают образование в престижных учебных заведениях Томска, Новосибирска, Красноярска, Кемерова. Людмила Геннадьевна постоянно в творческом поиске, привлекает учащихся и коллег к участию в различных проектах, стремится к максимальному раскрытию способностей учащихся. Семья: муж, двое детей. Хобби – садовое цветоводство.

# Универсальный опросник



Приведён опросник для учащихся 9-го и 11-го классов, позволяющий повторить формулы и теорию всех разделов курса физики в ходе подготовки к государственной аттестации. Вопросы сопровождаются ответами, как на основе учебников, так и в соответствии с требованиями кодификатора КИМ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** опросник, 9 и 11 кл.

**Л.Д. УРВАНЦЕВА**  
 urvantcewa1965@mail.ru,  
 МБОУ СОШ № 45,  
 г. Кемерово

Все практикующие учителя физики при подготовке учащихся к ОГЭ и ЕГЭ требуют выучить формулы и теорию. А спросить выученное нужно быстро и качественно, так как времени всегда не хватает. Предлагаю опросник для учащихся 9-го и 11-го классов. В нём представлены вопросы и по формулам, и по теории всех разделов курса: «Кинематика», «Динамика», «Законы сохранения», «Механические колебания и волны», «МКТ», «Термодинамика», «Электростатика», «Законы постоянного тока», «Магнитное поле», «Электромагнитная индукция», «Электромагнитные колебания и волны», «Квантовая физика» (учебник «Физика-10», «Физика-11» под ред. А.А. Пинского, а также УМК Г.Я. Мякишева и др.).

Кроме этого составлен опросник в виде 14 защит к лабораторным работам физического практикума для

8-го и 9-го классов с углублённым изучением физики по темам (удобен при подготовке к ОГЭ):

– **8 класс:** «Электрический заряд», «Строение вещества», «Температура», «Внутренняя энергия», «Тепловые машины», «Электрический ток», «Электрическая цепь», «Магнитное поле», «Явление электромагнитной индукции», «Полупроводники и полупроводниковые приборы», «Световые явления»;

– **9 класс:** «Силы в механике», «Закон сохранения импульса», «Закон сохранения энергии», «Статика», «Механика деформируемых тел», «Механические колебания и волны», «Магнитное поле», «Физика атома и атомного ядра».

Этот опросник я и мои коллеги с успехом используем уже в течение 5 лет.

У учителя для наиболее эффективного контроля знаний или для организации самоконтроля должна быть сделана заготовка с ответами, например, в форме таблицы.

На с. 19 приведён фрагмент опросника (тема «Электростатика»). Полностью опросник и кодификатор ФИПИ дан в ЭП.



**Лариса Дмитриевна Урванцева** – потомственный учитель: мама – учитель русского языка и литературы, папа и брат – учителя физической культуры. Совокупный учительский стаж семьи составляет около 200 лет. Окончила Кемеровский госуниверситет по специальности «Физик. Преподаватель» в 1988 г. и с тех пор работает в одной и той же школе. Имеет высшую квалификационную категорию, педагогической стаж 27 лет. Жизненное кредо: учиться никогда не поздно! Соросовский учитель-1999, дважды победитель конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя РФ» (2009 и 2014 гг.), лауреат I, II, III степени Всероссийского открытого конкурса «Педагогические инновации» соответственно за 2009, 2010 и 2011 гг., Почётный работник общего образования Российской Федерации, Ветеран труда, в 2011 и 2012 гг. – эксперт ЕГЭ, в 2013–2015 гг. – старший эксперт ЕГЭ, член жюри районной, городской и региональной олимпиад школьников по физике, методист по физике кафедры естественнонаучных и математических дисциплин Кузбасского регионального института повышения квалификации и переподготовки работников образования (КРИПКиПРО), председатель

РМО учителей физики Кемеровской области, награждена областной медалью «За достойное воспитание детей», отмечена Благодарственными письмами ФИПИ, ДООиНКО, КРИПКиПРО, МБОУ ДПО «НМЦ», КемГУ, КузГТУ, имеет сертификаты ФБГНУ «Федеральный институт педагогических измерений». Ученики активно участвуют в олимпиадах и научно-практических конференциях районного, городского, регионального, всероссийского уровней, побеждают и занимают призовые места. Выпускница Ларисы Дмитриевны 2013 г. *Кристина Юферова* (сейчас заканчивает 2-й курс Российского госуниверситета нефти и газа имени И.М. Губкина, г. Москва) набрала 100 баллов на ЕГЭ по физике. Автор восьми публикаций (журнал «Педагогический поиск», Фестиваль педагогических идей «Открытый урок», областные издания, изд-во «Дрофа»).

*Редакция журнала выражает искреннюю благодарность  
 Ларисе Дмитриевне Урванцевой за организацию  
 Кемеровского спецвыпуска*

Электростатика			
№ п/п	Вопрос на знание формул	Ответ на основе учебника	Ответ в соответствии с требованиями кодификатора
1	Закон Кулона	$F = \frac{k q_1  q_2 }{\epsilon R^2}$	$F = \frac{k q_1  q_2 }{r^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{ q_1  q_2 }{r^2}$
2	Формула коэффициента пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$
3	Закон сохранения электрического заряда	$q = q_1 + q_2 + \dots = \text{const}$	–
4	Напряжённость электрического поля	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$	$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_{\text{пробный}}}$
5	Напряжённость поля точечного заряда	$E = \frac{kq}{\epsilon R^2}$	$E_r = \frac{kq}{R^2}$
6	Принцип суперпозиции электрических полей	$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$ $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$	$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots$ $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots$
7	Потенциал электростатического поля	$\varphi = \frac{W_p}{q}$	$\varphi = \frac{W}{q}$
8	Потенциал поля точечного заряда	$\varphi = \frac{kq}{\epsilon R}$	–
9	Формула, связывающая работу электрического поля и разность потенциалов	$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$	$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = -q\Delta\varphi = qU$
10	Формула связи напряжения и напряжённости однородного электростатического поля	$U = Ed$	$U = Ed$
11	Емкость конденсатора	$C = \frac{q}{U}$	$C = \frac{q}{U}$
12	Емкость уединённого шарового проводника	$C = 4\pi\epsilon\epsilon_0 R$	–
13	Формула, связывающая емкость плоского конденсатора с площадью его обкладки	$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$	$C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d} = \epsilon C_0$
14	Энергия заряженного конденсатора (три формулы)	$W = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$	$W = \frac{qU}{2} = \frac{CU^2}{2} = \frac{q^2}{2C}$
15	Величина, характеризующая заряженный конденсатор, не изменяющаяся при: А) отключённом источнике тока; Б) включённом источнике тока	А) $q = \text{const}$ ; Б) $U = \text{const}$	–
16	Величины, характеризующие несколько последовательно включённых конденсаторов	$q_1 = q_2 = \dots$ $U = U_1 + U_2 + \dots$ $\frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$	$q_1 = q_2 = \dots$ $U = U_1 + U_2 + \dots$ $\frac{1}{C_{\text{посл}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots$
17	Величины, характеризующие несколько параллельно включённых конденсаторов	$q = q_1 + q_2 + \dots$ $U_1 = U_2 = \dots$ $C_{\text{парал}} = C_1 + C_2 + \dots$	$q = q_1 + q_2 + \dots$ $U_1 = U_2 = \dots$ $C_{\text{парал}} = C_1 + C_2 + \dots$
18	Диэлектрическая проницаемость вещества	$\epsilon = \frac{E}{E_0}$ ; $\epsilon = \frac{C}{C_0}$	$\epsilon$
19	Формула, связывающая разность потенциалов и напряжённость однородного электростатического поля	$\Delta\varphi = Ed$	$U = Ed$
20	Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле	$W = qEd$	$W = q\varphi$

# Звёздное небо в ноябре

Описано звёздное небо, даны звёздные карты в зените, южной и северной частях горизонта, фазы Луны, планеты, метеорные потоки. Приведены фото радиотелескопа ALMA в пустыне Атакама (Чили), а также астрофотографии линзированной галактики SDP.81 и Улыбающегося скопления галактик (ATLAS J090311.6+003906).

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** астрономия, звёздное небо, звёздные карты, линзированная галактика SDP.81, Улыбающееся скопление галактик

Проф. В.М. ЧАРУГИН,  
charugin2010@mail.ru,  
академик РАКЦ  
г. Москва

При своём движении по эклиптике со скоростью около  $1^\circ$  в сутки Солнце до 23 ноября движется по созвездию Весов, далее до 29 ноября – по созвездию Скорпиона, а с 30 ноября – по созвездию Змееносца. Что касается знаков зодиака, то до 22 ноября Солнце движется по знаку Скорпиона ( $\text{♏}$ ), а далее по знаку Стрельца ( $\text{♐}$ ). 1 ноября 2015 г. – 2 457 327-й юлианский день, восход Солнца – в  $7^{\text{ч}} 08^{\text{м}}$ , заход – в  $16^{\text{ч}} 17^{\text{м}}$ , истинный полдень наступает в  $11^{\text{ч}} 43^{\text{м}}$  по среднему солнечному времени, звёздное время в гринвичскую полночь  $S_0 = 4^{\text{ч}} 36^{\text{м}} 41^{\text{с}}$ . (Напомним, что среднее солнечное время отстаёт от московского времени на 30 мин, так что по московскому времени восход Солнца 1 ноября произойдёт в  $7^{\text{ч}} 38^{\text{м}}$ .) Продолжительность дня составляет 9 ч 09 мин, а продолжительность ночи – 14 ч 51 мин. Если учесть, что на широтах, близких к широте Москвы, продолжительность астрономических сумерек, по окончании которых появляются самые слабые звёзды, видимые невооружённым глазом, составляет почти 2 ч, то звёздное небо в полной своей красе предстанет перед нами около 19 ч. В конце месяца, 30 ноября, в 2 457 356-й юлианский день на широте Москвы темнеть начнёт ещё раньше. Солнце взойдёт в  $8^{\text{ч}} 04^{\text{м}}$ , зайдёт в  $15^{\text{ч}} 31^{\text{м}}$ , полдень наступит в  $11^{\text{ч}} 48^{\text{м}}$ . В этот день звёздное время в гринвичскую полночь  $S_0 = 2^{\text{ч}} 42^{\text{м}} 21^{\text{с}}$  астрономические сумерки уже длятся 2 ч 46 мин, поэтому благоприятные условия для астрономических наблюдений наступят после 19 ч. Конечно, самые яркие звёзды и планеты появляются уже после окончания гражданских сумерек, которые в ноябре в среднем длятся около 40–50 мин, поэтому к астрономическим наблюдениям можно приступить и раньше. Севернее Москвы темнеет раньше, ночь делается длиннее.

Выйдем на улицу около  $21^{\text{ч}}$  и посмотрим на небо над южной стороной горизонта. Во-первых, бросается в глаза огромный квадрат, в вершинах которого видны четыре звезды примерно одной яркости. Это знаменитый астеризм – Большой квадрат Пегаса. Он состоит из трёх звёзд, принадлежащих этому созвездию

Звёздные карты и описания звёздного неба даются примерно на  $19^{\text{ч}} 15$  ноября в Москве.

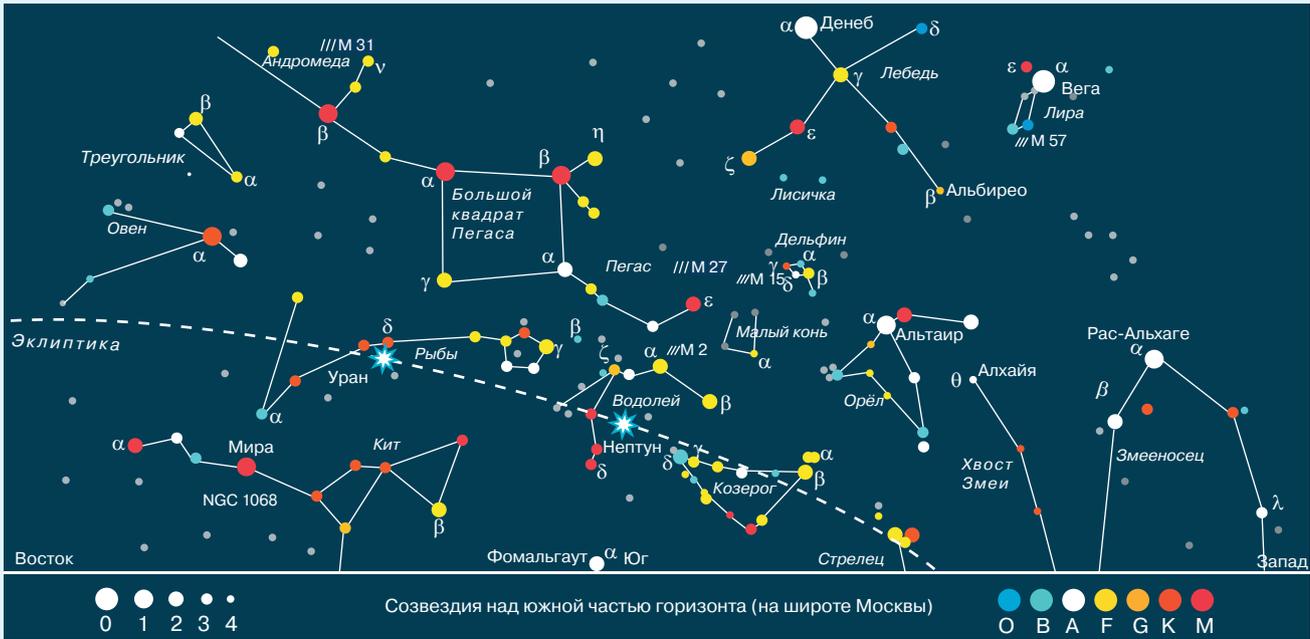


Большая миллиметровая антенна в пустыне Атакама (Мексика) (Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array – ALMA)

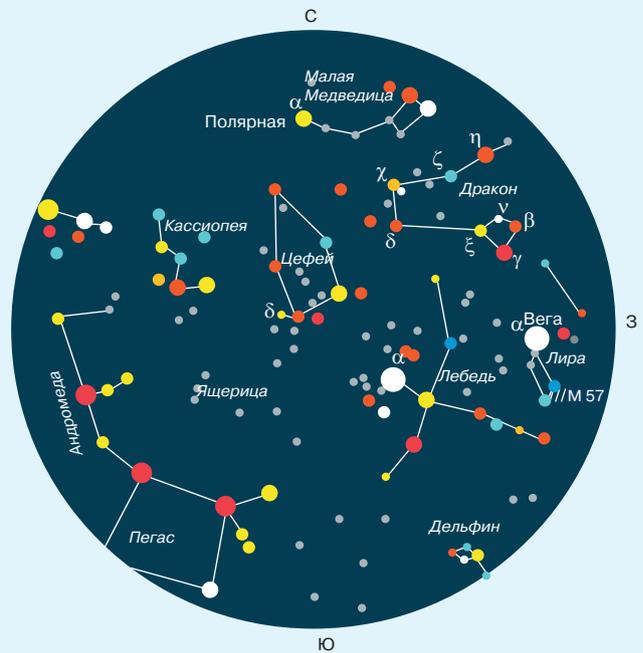
( $\alpha$  – Маркаб,  $\beta$  – Шат,  $\gamma$  – Альгениб), и четвёртой – Альферат – из созвездия Андромеды. Имена эти означают: Маркаб – *повозка, телега* или просто *то, на чём ездят*; Шат, по-видимому, искажённое слово *саид* – *рука* или *плечо*; Альгениб происходит от слов *сиррат аль-фарас*, что означает *пупок лошади*. Большой квадрат Пегаса и цепочка из трёх сравнительно ярких звёзд, вытянувшаяся на северо-восток, которая вместе с Альфератом представляют созвездие Андромеды, по форме напоминающую увеличенную Большую Медведицу. Вблизи звезды  $\nu$  Андромеды попытайтесь увидеть туманное пятнышко блеском около  $4^{\text{м}}$ . Это знаменитая Туманность Андромеды (M31) – спиральная галактика, содержащая сотни миллиардов звёзд.

Туманность Андромеды – ближайшая к нам гигантская спиральная галактика, которая находится на расстоянии около 2,5 млн св. лет от нас и приближается к нам со скоростью 270 км/с. На фото показано необычное изображение одной из самых далёких галактик во Вселенной SDP.81 (полное название ATLAS J090311.6+003906). Снимок получен на высокогорной обсерватории в Чили на «Большой миллиметровой и субмиллиметровой решётке». При этом надо иметь в виду, земной телескоп использовал изображение, полученное естественным самым большим телескопом, который можно себе представить. Объективом этого телескопа служила гигантская линза в виде гигантской галактики, которая искривила своим гравитационным полем световые лучи далёкой галактики и сфокусировало их. Правда, изображение галактики сильно исказилось и приняло форму кольца. Но яркость

[http://www.almaobservatory.org/en/visuals/images/antennas-and-transporters/?q2\\_itemid=3717](http://www.almaobservatory.org/en/visuals/images/antennas-and-transporters/?q2_itemid=3717)

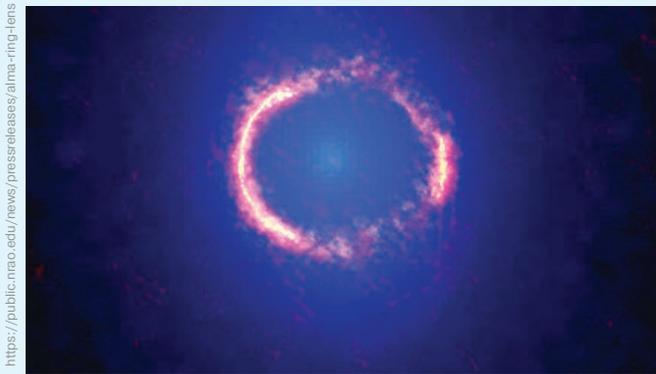


изображения настолько высокая, что позволила получить спектр галактики и определить красное смещение спектральных линий в ней, которое оказалось равным  $z = 3,042$ . Эта галактика удаляется от нас почти со скоростью света 265 400 км/с, что указывает на её расстояние около 12 млрд св. лет от нас. Таким образом, мы наблюдаем данную галактику во времена её молодости, когда с момента зарождения Вселенной прошло не так уж много: по космическим меркам времени всего 1,3 млрд лет. Сейчас возраст Вселенной, в которой мы живём, равен около 13,3 млрд лет. Чем обусловлен такой необычный вид галактик? Обратите внимание, что в центре кольца видна



ещё одна массивная галактика, которая расположена ближе к нам, на расстоянии всего 4 млрд св. лет (её фото было получено телескопом им. Хаббла). Именно эта галактика искривляет световые лучи далёкой галактики, фокусирует и усиливает её яркость и придаёт её изображению такую необычную кольцевую форму. Именно таким должно быть изображение далёкой галактики, находящейся точно на одной линии с близкой галактикой и нами, согласно общей теории относительности А. Эйнштейна. То есть близкая к нам галактика действует как объектив гигантского комического телескопа, что позволяет нам исследовать самые далёкие области Вселенной в моменты времени, когда Вселенная была молодой. Согласно полному названию галактики, в которой цифрами обозначаются её прямое восхождение и склонение, она расположена в созвездии Рака на границе с Близнецами. В заключение следует

Продолжение см. на с. 34



Линзированная галактика SDP.81 (ATLAS J090311.6+003906)



Улыбающееся скопление галактик

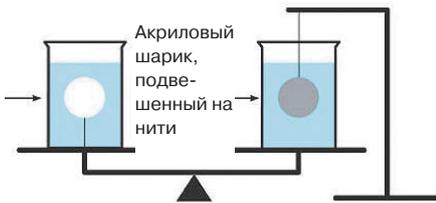
## И снова – о законе Архимеда...



Простая и поучительная экспериментальная задача на закон Архимеда. На чашечных весах уравновешены два одинаковых стакана с водой (см. видео <http://www.youtube.com/watch?v=QD3hbVG1yxM>).

а) В левый стакан опускают шарик для игры в пинг-понг («лёгкий») и крепят его на нити ко дну стакана, а в правый стакан опускают акриловый шарик такого же объёма, подвешенный к стойке. Нарушится ли равновесие? Если нарушится, то что перевесит? Нити тонкие.

Шарик для пинг-понга, удерживаемый нитью от всплытия



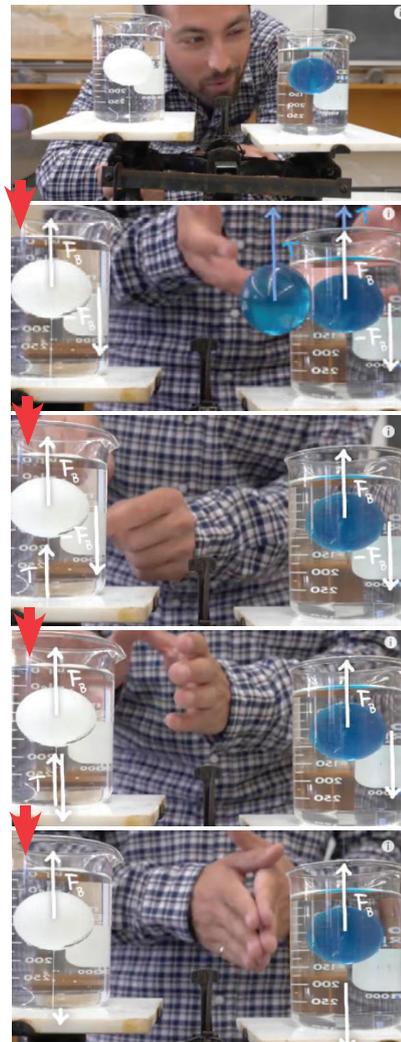
б) Нарушится ли равновесие, если правый шарик будет плавать в толще воды («безразличный»), а левый – на поверхности? Если нарушится, то что перевесит? Что изменится, если левый шарик полностью притопить?

**Ответы.** а) Ситуации показаны в левом столбике скриншотов. Действующие на шарики силы Архимеда (выталкивающие силы  $\vec{F}_B$ ) равны, так как каждый шарик вытесняет одинаковое количество воды. Сила тяжести  $m_{\text{пр}}\vec{g}$ , действующая на правый шарик, компенсируется равнодействующей силы натяжения правой нити и выталкивающей силы (модуль  $T_{\text{пр}} + F_B$ ). По третьему закону Ньютона, на воду (а, следовательно, и на чашку весов) действует только сила давления, равная по величине силе Архимеда, но направленная противоположно.

Кроме того, на дно левой чашки действует сила натяжения левой нити, модуль которой  $T_{\text{л}} = F_B - m_{\text{л}}g$ . Равнодействующая  $\vec{T}_{\text{л}} - \vec{F}_B = m_{\text{л}}\vec{g}$ , действующая на левую чашку, намного меньше по величине силы  $-\vec{F}_B$ , действующей на правую чашку, – правая чашка перетянет. (См. видео <http://www.youtube.com/watch?v=stRPiifxQnM>)

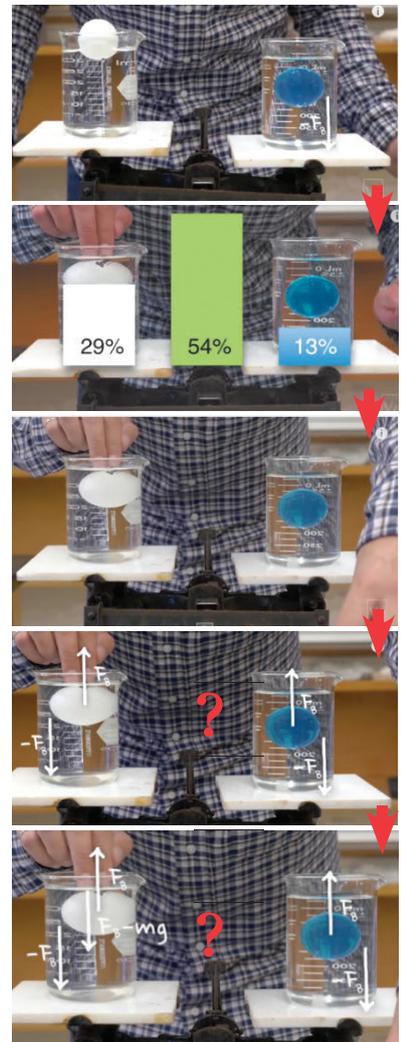
б) В правом столбике скриншотов сверху показано, что «безразличный» акриловый шарик перетягивает плавающий лёгкий: выталкивающая сила плавающего шарика определяется только объёмом погружённой части, которая намного меньше объёма всего шарика. На втором скриншоте показано распределение прогнозов студентов по ситуации с предстоящим утапливанием лёгкого шарика: 29% предположили, что перевесит левая чашка, 13% – правая чашка, 54% посчитали, что равновесие сохранится. На видео <http://www.youtube.com/watch?v=Ij6GfBOYeLc> показано, что опять перевешивает правая чашка и приведено объяснение: когда левый шарик плавает, то  $F_{B \text{ лев}} < F_{B \text{ прав}}$ ; когда он притоплен, то на обе чашки действуют одинаковые силы  $-\vec{F}_B$ , равные одинаковым силам Архимеда, действующим на каждый шарик, но добавляется ещё внешняя сила величиной  $F_B - mg$ , удерживающая левый шарик под водой, в результате вес становится меньше на  $m\vec{g}$ .

Лёгкий шарик крепится нитью ко дну



$$\Delta P_{\text{лев}} = mg \quad (m - \text{масса шарика})$$

Лёгкий шарик притапливается рукой



$$\Delta P_{\text{лев}} = F_B = \rho_{\text{воды}} \cdot V_{\text{шарика}} \cdot g$$

Мы засомневались в справедливости объяснения и даже в корректности эксперимента (внешняя сила  $\vec{F}_B - m\vec{g}$  действует на шарик, но не на воду, то есть и не на весы, следовательно должно быть равновесие!) и решили повторить его. Ролики, представленные в ЭП к номеру, ясно показывают, что в России закон Архимеда полностью выполняется (чего, видимо, не скажешь об Австралии). Мы делали опыты на электронных весах (с одной чашкой) и смотрели изменение веса в разных ситуациях (шарик на привязанной ко дну нити, шарик на подвесе, плавающий шарик, притопленный шарик). В качестве шарика взяли контейнер от киндер-сюрприза, массу которого меняли, наполняя мелкими гайками. По нашим наблюдениям, утапливание лёгкого шарика приводит к увеличению веса точно на величину выталкивающей силы, то есть привело бы к установлению равновесия обеих чашек. А лёгкий шарик на нити всегда увеличивал показания на свой вес  $m\vec{g}$ .

**Н.Д. КОЗЛОВА** (журнал «Физика. Первое сентября»),  
**Е.В. АЛЕКСЕЕВА** (ЧУ Первая школа), г. Москва

# Как преодолеть тяготение...

Над загадкой лапок геккона люди ломали голову со времён Аристотеля: какие силы позволяют им прилипнуть даже к полированному стеклу и бегать по нему вверх тормашками? карабкаться по крутым склонам? взбираться по гладкой стене со скоростью 1 м/с? При этом на стене гекконы могут держаться даже на одной лапке.

Пальцы геккона снизу покрыты мельчайшими щетинками (около 1,5 млн/см<sup>2</sup>) длиной всего 0,1 мм каждая [2]. Каждая щетинка, в свою очередь, на конце расходится в 400–1000 ответвлений, заканчивающихся треугольной лопаточкой. На площади около 1 см<sup>2</sup> с поверхностью контактируют до 2 млн окончаний! При этом сила сцепления с поверхностью составляет около 10 Н, то есть может удерживать массу 1 кг! Благодаря тесному контакту начинают работать силы Ван-дер-Ваальса, то есть, по современным представлениям, силы слабого диполь-дипольного взаимодействия между соседними атомами и молекулами, возникающие вследствие сдвига концентрации электронов. Силы эти очень слабые, поэтому требуется огромная площадь контакта. Пальцы геккона прилипают практически к любому материалу (металл, древесина, стекло, гранит) при любых условиях (даже под водой или в вакууме), и при этом они никогда не загрязняются, не изнашиваются и не прилипают случайно к ненужным местам. Только при сильном намочении лапок геккон перестаёт «прилипать».

На пальцах геккона *Gekko gekko* были обнаружены очень тонкие волоски длиной всего 100 мкм, заканчивающиеся лопаточками шириной 0,2 мкм. Чтобы разместить такое же количество человеческих волос с плотностью средней шевелюры, потребовалась бы площадь целого футбольного поля.

Теоретически, 6 млн щетинок геккона могут удерживать на весу двух человек. То есть самому геккону достаточно использовать всего пару процентов своих щетинок, чтобы удерживаться на поверхности. Это жизненно важно в природной среде обитания: на неровных загрязнённых поверхностях, во время тропических штормов и прочее.

Но как же геккон отлипает? Он изменяет угол между щетинкой и поверхностью – под углом более 30° щетинка легко открепляется.

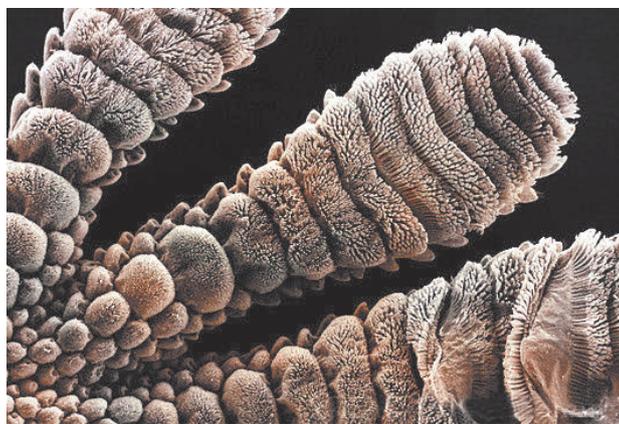
Нобелевский лауреат 2010 г., уроженец России, Андрей Константинович Гейм (*Andre Geim*) изготовил бесклеевую липкую ленту «Гекко-скотч» с областью контакта со стеклом 0,5 см<sup>2</sup> по образцу лапки геккона. Она выдерживала груз в 1 Н, но быстро теряла способность к прилипанию. Чуть позже и почти одновременно в разных уголках мира были изобретены варианты подобного скотча. Лучшим был немецкий *Gekko Nanoplast*, который и получил золотую медаль международного конкурса промышленного дизайна 2011 г. [2]. Хотя сила сцепления этого скотча в три раза слабее, чем у ящерицы-геккона, лист размером в половину школьной тетради, прилепленный к стеклу, удерживает на весу взрослого человека!

Недавно был предложен электростатический механизм прилипания [3].

## Литература

1. Куровский Д. Механизм «прилипания» геккона без использования клейких веществ удивляет своей гениальностью. [www.origins.org.ua/page.php?id\\_story=409#ixzz3X5sWQBj/](http://www.origins.org.ua/page.php?id_story=409#ixzz3X5sWQBj/)
2. [http://www.bbc.co.uk/russian/science/2014/11/141120\\_us\\_spider\\_man\\_device](http://www.bbc.co.uk/russian/science/2014/11/141120_us_spider_man_device)
3. <http://physicsworld.com/cws/article/news/2014/jul/09/static-electricity-helps-geckos-get-a-grip>

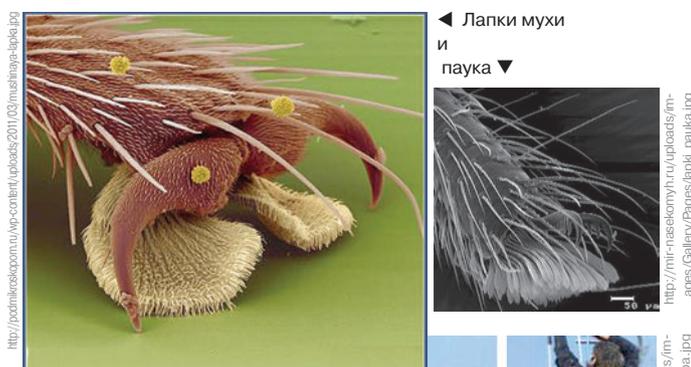
Н.Д. КОЗЛОВА, Л.П. АЛЕКСЕЕВА [fiz@1september.ru](mailto:fiz@1september.ru)

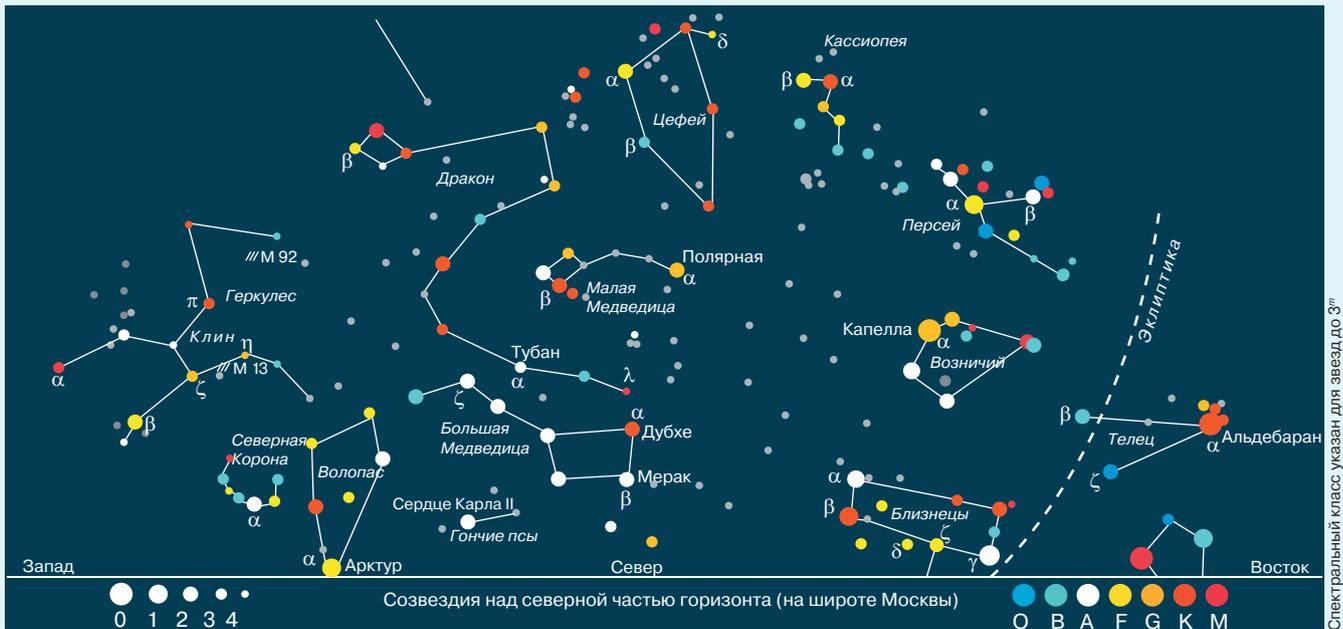


Лапка геккона *Tarentola mauritanica* под электронным микроскопом (увеличение  $\times 30$ ). Лапка покрыта множеством микроскопических щетинок [1]



Лапка геккона *Gekko gekko*. Около 1,5 млн щетинок на 1 см<sup>2</sup>, каждая из которых на конце разветвляется, заканчиваясь невообразимо крохотными лопаточками шириной всего 0,2 мкм [2]



Спектральный класс указан для звезд до 3<sup>м</sup>

Продолжение. Начало см. на с. 30

отметить богатую астрофизическую информацию, полученную при изучении спектра галактики. В частности, оценена полная масса газа и пыли галактики ( $4 \cdot 10^{10} M_{\odot}$ ) и скорость звездообразования в ней ( $500 M_{\odot}/\text{год}$ ).

В виде забавной рожицы представлено фото – изображение другой линзированной галактики – Улыбающееся скопление галактик. Глаза – две далёкие яркие галактики скопления, а контуры лица и растянутый в улыбке рот – линзированное изображение далёкой галактики, расположенной за данным скоплением. Близкие массивные галактики действуют как объектив гигантского космического телескопа, фокусируя и строя изображение галактики, расположенной за ними.

На с. 30 показано фото гигантского радиотелескопа, на котором было получено изображение этой галактики. Точнее, это система из 33 (в дальнейшем их будет 66) небольших телескопов, предназначенная для наблюдений в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах длин волн. Эти телескопы расставлены на площади поперечником около 5 км, что обеспечивает высокую чувствительность и угловое разрешение до  $0,01''$ – $0,001''$  (представьте, что вы читаете книгу, удалённую на расстояние свыше 100 км!). Телескоп установлен на высоте 5000 м в высокогорной пустыне Атакама в Чили, самом сухом месте на Земле, где практически не бывает дождей благодаря отсутствию водяного пара и большой высоте. Мало и поглощение атмосферы, которое в обычных местах не позволяет проводить наблюдения в этом диапазоне. Как известно, в этом диапазоне излучают большинство молекул, входящих в состав межзвёздной среды, особенно в облаках межзвёздного газа, связанных с местами звездообразования. Телескоп называется *Большая миллиметровая антенна в пустыне Атакама (Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array – ALMA)*.

Цепочка ярких звёзд созвездия Андромеды указывает на яркую звезду Мирфак –  $\alpha$  Персея. Три наиболее яркие звезды

этого созвездия – Мирфак ( $\alpha$ ), Алголь ( $\beta$ ) и Менкиб ( $\zeta$ ). Алголь (от араб. *эль гуль*, что значит *призрак* или *звезда демона*) представляет глаз Горгоны Медузы в созвездии. Эта звезда является представителем целой группы затменных переменных звёзд. Её видимая звёздная величина меняется в интервале от  $2,1^m$  до  $3,49^m$  с периодом примерно 2,9 дня.

На юго-востоке под цепочкой звёзд созвездия Андромеды видны две звезды почти одинаковой яркости созвездия Овна:  $\alpha$  – Хамаль (*голова барана*) и  $\beta$  – Шератан (*след* или *знак*). Под Большим Квадратом Пегаса легко увидеть характерный пятиугольник из довольно слабых звёзд – «голову» западной рыбины из созвездия Рыб. Созвездие Рыб состоит из слабых звёзд, ярчайшая из которых,  $\alpha$  Рыбы, носит арабское название Аль Риша, что в переводе означает *верёвка*, она находится в том месте, где связаны узлом ленты, идущие от «северной» и «южной» рыб. Найти эту звезду можно на продолжении чуть вкось нижней стороны Большого Квадрата Пегаса звёзд  $\alpha$  и  $\gamma$ . От Аль Риша отходят две линии слабых звёзд – одна на север к  $\beta$  Андромеды, а другая – на запад. Первая оканчивается у «северной» рыбы, которая готова укусить Андромеду, а вторая – у «западной», которая лежит на спине крылатого коня Пегаса.

В учебнике астрономии Эратосфена из Кирены (III в. до н. э.) читаем: «Это порождение великой Рыбы... Они, каждая по отдельности, лежат в противоположных сторонах, отчего и называются одна Северной, а другая Южной. Их соединяет Привязь, доходящая до передней ноги Овна. Они содержат звёзды: Северная – двенадцать и ещё две на водоросли; Южная – пятнадцать; а Привязь, которой они связаны, – со стороны Северной рыбы – три, со стороны Южной – три, в восточной части – три и в Узле – три. Всего в двух Рыбах и Привязи сорок три звезды» [2].

На юго-западе ещё хорошо заметен Летне-осенний треугольник звёзд Веги ( $\alpha$  Лиры), Денеба ( $\alpha$  Лебеда) и Альтаира ( $\alpha$  Орла).

На севере в первую очередь найдём Большую Медведицу. Совершая своё суточное вращение вокруг северного полюса мира, это созвездие из семи сравнительно ярких (около  $2^m$ ) звёзд никогда не заходит. Трапеция и три звезды по форме напоминают колесницу. Складывается впечатление, что она катится вдоль северной стороны горизонта. По-видимому, этим объясняется то, что у многих народов древности оно и называлось *колесницей*: в странах Европы – *Колесница Давида* или *Колесница Артура*, в Древнем Риме – *Пластурум* (*plasturum*) – *телега* (вместо трёх лошадей римляне впрягли в телегу трёх быков). В конце концов они исказили слова и обозначали это созвездие как *семь быков*, откуда произошло слово *септентрион* (*septentrion*), которое в настоящее время просто означает *север* (то есть север – искажённое словосочетание *семь быков*).

Название Большая Медведица дали этому созвездию древние греки, оно звучит как *arctos megalh* (*Арктос мегалх*), от него-то и произошло слово *Арктика*.

Правда, если Колесницу и Телегу как-то можно представить по расположению этих семи звёзд, то Медведицу очень трудно, так как её длинный хвост, представленный Алиотом, Мицаром и Акаиром, у настоящих медведей отсутствует. Правда, легенды объясняют и наличие длинного хвоста. По одной из них, это дочь царя Лакиона, сопровождавшая на охоте богиню Артемиду. Зевс, влюблённый в неё, соблазнил девушку, но когда подошла пора родов, богиня уличила её, увидев во время купания, и превратила в медведицу. Уже будучи медведицей, она родила сына Аркада (на небе он представлен созвездием Волопаса), который жил среди людей. Однажды охотники во главе с Аркадом напали на неё и хотели убить, но Зевс, памятуя о прежнем союзе, спас свою бывшую возлюбленную и поместил среди созвездий, назвав *Медведицей* в честь происшедшего с ней превращения. Когда он второпях поднимал Медведицу на небо за хвост, тот вытянулся и таким теперь предстаёт перед нами.

Продолжив прямую, соединяющую Мерак и Дубхе, вверх на расстояние, в 5 раз превышающее расстояние между этими звёздами, мы увидим Полярную звезду, ярчайшую в созвездии Малой Медведицы, очень похожей на Большую Медведицу, только поменьше.

## ПЛАНЕТЫ [1]

**Меркурий** ( $-1^m$ ) движется по созвездиям Девы и виден утром в начале месяца в лучах утренней зари.

**Венера** ( $-4,2^m$ ) движется по созвездию Девы и хорошо видна утром.

**Марс** ( $1,7^m$ ) движется по созвездию Девы и виден утром.

**Юпитер** ( $-1,7^m$ ) движется по созвездию Льва, и появляется на небе под утро. В небольшой телескоп можно увидеть

полосы на диске планеты и четыре самых больших спутника – Ио, Европу, Ганимед и Каллисто.

**Сатурн** движется по созвездию Скорпиона, 29 ноября произойдёт его соединение с Солнцем, поэтому его можно видеть недолго вечером только в начале месяца.

**Уран** (до  $+5,7^m$ ) движется по созвездию Рыб, видимый диаметр достигнет значения  $3,6''$ , а блеск увеличится. Хотя увеличение это по сравнению с другими периодами видимости совсем незначительное (пара десятых долей угловой секунды и звёздной величины). При отсутствии засветки Луной и других источников света Уран можно разглядеть невооружённым глазом. Для этого воспользуйтесь звёздной картой и перед наблюдениями адаптируйте глаза в течение получаса в полной темноте [1].

**Нептун** ( $7,9^m$ ) движется попятно по созвездию Водолея, после стояния 18 ноября меняет попятное движение на прямое, он виден всю первую половину ночи. Для поиска планеты необходима подробная карта её окрестностей [1].

## МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

**Тауриды** (от лат. *Taurus* – Телец) северные активны в период с 18 октября по 30 ноября, максимум активности 14 ноября (до 5 мет/ч), движутся по орбите известной кометы Энке. Тауриды южные активны в период с 29 октября по 25 ноября, максимум начале месяца. Эти два метеорных потока наблюдались ещё в XI в. в Китае. Метеоры имеют жёлто-оранжевый цвет, медленные.

**Ариетиды** (от лат. *Aries* – Овен) активны весь месяц, максимум активности 12 ноября (до 12 мет/ч).

**Андромедиды** активны с 10 по 27 ноября, максимум около 12 ноября, связаны с кометой Биэлы. Метеоры очень медленные, красноватого цвета. Наблюдались звёздные дожди 27 ноября 1872 г. и 1885 г.

**Леониды** (от лат. *Leo* – Лев) активны с 8 по 18 ноября, максимумом 17 ноября (5–15 мет/ч), связаны с кометой Темпеля–Туттля, период которой 33,25 г. Метеоры очень быстрые, имеют зеленоватые следы. Впервые поток был замечен в Египте в 899 г. Неоднократно отмечались дожди. Так, 17 ноября 1966 г. наблюдалось 140 000 мет./ч.

**Моноцеротиды** (от лат. *Monoceros* – Единорог) активны 21 и 22 ноября. Поток открыт недавно, были очень активны в 1925 и 1935 гг., когда наблюдалось 100 мет./ч.

При организации наблюдений метеоров нужно иметь в виду, что 25 ноября будет полнолуние и в течение недели до и после этой даты наблюдать их будет очень трудно из-за ослепляющего света Луны.

## Литература

- Кузнецов Александр. *Астрономический календарь на 2015 год* в формате pdf. ([http://images.astronet.ru/pubd/2013/02/22/0001256315/ak\\_2014pdf.zip](http://images.astronet.ru/pubd/2013/02/22/0001256315/ak_2014pdf.zip))
- Небо, наука, поэзия. Античные авторы о небесных светилах, об их именах, восходах, заходах и приметах погоды / Под ред. Н.А. Фёдорова, и П.В. Щеглова. М.: Изд-во МГУ, 1992.

Фазы Луны	Дата	3	7	11	15	19	22	25	29
	Фаза								
	Последняя четверть	Новолуние		Первая четверть		Полнолуние			

# «Её величество, волшебница Вода»



Представлен ученический коллективный реферативный проект, завершающийся командной игрой-путешествием по реке Томь с использованием собранной информации о свойствах воды, её пользе и охране водных ресурсов. В электронном приложении к номеру представлены собранные участниками материалы, презентация учителя и игра.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** коллективный реферативный проект, вода и её свойства, интерактивная игра

- Выполнили учащиеся 7–8-го классов МБОУ СОШ № 18 имени Н.И. Жадовца, г. Кемерово, автор игры  
**ВЕРЕЩАГИНА ДИАНА** (8 класс)
- Руководитель: учитель физики  
**Л.В. Морозова**  
morozlyu@mail.ru

Всё хорошо в природе,  
но вода – красота всей природы\*.

*С. Аксаков*

Как много удивительного и интересного в мире! Предметы, которые мы используем в повседневной жизни, хранят столько таинственного... Сегодня мы должны вместе раскрыть тайну одного замечательного природного вещества. Проект направлен на выработку навыков поиска и обработки информации, умений представлять продукты своего труда.

**Цель проекта:** раскрыть суть привычных нам вещей через призму физических знаний; продемонстрировать взаимосвязи строения и свойств веществ; приобщить к прекрасному; развить познавательный интерес к предмету.

Для выявления представлений и интересов учащихся учителя демонстрирует свою презентацию.

**Проблемный вопрос:** существует ли «живая» и «мёртвая» вода?

**Основополагающий вопрос:** вода – источник жизни?

**Ожидаемые результаты**

Разные по видам и уровням сложности задания позволяют:

- раскрыть знания и умения по определённой теме, раскрыть особенности взаимоотношений учащихся в группе
- осознать значение и ценность водных ресурсов Земли
- осознать необходимость воды для всего живого и всех видов деятельности человека
- повысить знания в вопросах водосбережения и рационального водопользования
- расширить и закрепить у учащихся знания о воде как об уникальном веществе, без которого невозможна жизнь
- способствовать формированию представления о чистой воде, как о величайшей универсальной ценности
- содействовать закреплению у школьников желания беречь воду

- способствовать формированию культуры рационального водопотребления.

## План реализации проекта

**Подготовительный этап:** 1-я неделя. Создание групп по интересам: «Географы» – изучают водные ресурсы Кемеровской области; «Экологи» – изучают и решают связанные с водой проблемы, «Физики» – проводят эксперименты, «Поэты» – сочиняют стихи, составляют ребусы, ищут загадки, подбирают пословицы. Формулировка темы исследования, целей и проблемы, которую необходимо решить в ходе проекта.

**Направляющие вопросы:**

- «Разве вода – это только та бесцветная жидкость, что налита в стакан?» Академик И.В. Петрянов-Соколов
- Жизнь есть только там, где есть вода?
- Вода может быть чистой в природе? А в масштабе планеты?
- Где используется вода?
- Что знаем о воде в организме человека?
- Как экономно расходовать воду и её беречь?
- Как исследовать экономию воды?
- Какую информацию о воде можно получить из задач?
- Какие загадки, стихи, пословицы о воде вы знаете?

**Основной этап:** 2-я неделя. Поиск материала, необходимого для решения проблемы. Экспериментирование, решение расчётных задач с физическим и экологическим содержанием, помогающими в решении проблемы.

**Заключительный этап:** 3-я неделя. Представление результатов исследований.

В ходе реализации проекта участники собрали обширный материал: загадки, пословицы, заповеди, стихи, интересные факты о воде, меры предотвращения загрязнения и засорения водоёмов, задачи физико-экологического содержания, экологические проблемы водных ресурсов Кемеровской области, придумали физический эксперимент – притягивание бумажного кораблика наэлектризованным воздушным шариком, подсчёт потерь воды при утечке из крана (см. ЭП. – *Ред.*). Вся эта информация была собрана воедино ученицей 8-го класса Верещагиной Дианой в презентации и открывалась через гиперссылки к придуманной ею игре «Путешествие с птичкой-невеличкой по реке Томь в поисках “живой” и “мёртвой” воды» (часть гиперссылок открывалась непосредственно в интернете). Все собранные материалы использовались в ходе игры.

\*Записки ружейного охотника Оренбургской губернии. 1852. <http://knigger.com/texts.php?bid=22715&page=59>



**Правила игры.** Играют 2 команды по пять человек, остальные – болельщики. Плакат с маршрутом размещают на магнитной доске. Прохождение маршрута отмечают магнитными фишками члены жюри (старшеклассники). Представители команд по очереди бросают кубик, перемещают свою фишку в соответствующий пункт маршрута и сообщают информацию согласно цвету этого пункта: жёлтый – разъясняют значение воды для человека; зелёный – разъясняют, как беречь воду; красный – решают проблемы загрязнения воды и пропускают ход. Информацию может дополнить любой член команды или болельщик, если её всё равно недостаточно, фишку передвигаем на один ход назад. Команда-соперник может предложить решить задачу, отгадать загадку, вспомнить пословицу, выполнить эксперимент, прочитать стих про воду. Жюри решает, куда продвигается команда – на ход вперёд, назад или остаётся на месте. Активные участники получают приз – рыбку-печенье (по числу призов в конце игры легко посчитать, кто был самым активным). Выигрывает команда, которая первой достигает г. Новокузнецка.

**Вопросы для закрепления.** • Вода – химически чистое вещество? • Это вещество может быть в разных агрегатных состояниях, сейчас оно в каком? • Это самое главное вещество для нас в окружающем мире? • Почему вода является

самым главным веществом на Земле? • Кто знает формулу воды? Формула воды –  $H_2O$ ? • Какую информацию о веществе можно получить по его химической формуле? • Вода – хороший растворитель? Как это определить? • Когда вода не имеет вкуса и запаха? • Вода может существовать в трёх агрегатных состояниях? • Отличаются ли молекулы воды, льда и водяного пара? • Почему надо беречь и экономно расходовать воду? • Какие методы очистки воды вы знаете? Какая вода вокруг нас – «живая» или «мёртвая»?

Рефлексия и самооценка: поставь «Солнышко» той группе, которая, на твой взгляд, внесла больший вклад в проект.

### Литература

1. Александрова З.В., Анатольев В.Н. и др. Уроки физики с применением информационных технологий. 7–11 класс.
2. Методическое пособие с электронным интерактивным приложением / сост. З.В. Александрова. М.: Планета, 2013. 304 с. (Современная школа.)
2. Гурова Т.Ф. Основы экологии и рационального природопользования. М., 1998.
3. Пёрышкин А.В. Физика. 7 кл. Учебник. М: Дрофа, 2013.
4. Перельман Я.И. Занимательная физика. М: Наука, 1994.
5. Рахматуллина Г.Б. Загадки с физическим содержанием // Физика в школе. 1999. № 6.
6. Неожиданные причины пить воду [http://www.zdorovieinfo.ru/chistaya\\_voda/slideshow/?showid=9518087&](http://www.zdorovieinfo.ru/chistaya_voda/slideshow/?showid=9518087&)
7. Познакомьтесь поближе с таинственной стихией воды <http://www.planetseed.com/ru/sciencesublanding/tiemy-seed-voda>
8. Проблема дефицита чистой воды в мире <http://img.beta.rian.ru/images/16575/39/165753950.jpg>
9. Как сэкономить на воде зимой [http://www.zdorovieinfo.ru/chistaya\\_voda/slidesho13.w/?showid=13587634&](http://www.zdorovieinfo.ru/chistaya_voda/slidesho13.w/?showid=13587634&)
10. Зачем очищать воду? [http://www.zdorovieinfo.ru/chistaya\\_voda/slideshow/?showid=9396868&](http://www.zdorovieinfo.ru/chistaya_voda/slideshow/?showid=9396868&)
11. 7 потрясающих эффектов обычной воды [http://www.zdorovieinfo.ru/is\\_narushenie\\_pitaniya\\_i\\_obmena-veschestv/slideshow/?showid=5924732&](http://www.zdorovieinfo.ru/is_narushenie_pitaniya_i_obmena-veschestv/slideshow/?showid=5924732&)
12. Признаки загрязнения воды [http://www.zdorovieinfo.ru/chistaya\\_voda/slideshow/?showid=8534433&](http://www.zdorovieinfo.ru/chistaya_voda/slideshow/?showid=8534433&)



**Любовь Васильевна Морозова** – учитель физики высшей квалификационной категории, Ветеран труда, Почётный работник общего образования РФ. Окончила физмат Новосибирского ГПИ в 1973 г. Педагогический стаж 41 год. Воспитала много последователей – успешных учителей физики. Воспитала двух дочерей – Татьяну (окончила КемГУ, где сейчас и преподаёт, к. ф.-м. н., замдекана по воспитательной работе) и Ирину (учитель-методист, психолог, за активное участие в работе с населением была переведена в областной центр социальной защиты в г. Кемерово). Муж был учителем математики, но его уже семь лет нет. Любимое занятие – чтение специальной и художественной литературы, вязание и прогулки на природе.

## ФОНАРИК-СВЕТЛЯЧОК

Однажды я пошёл к другу в гости. Возвращался, когда уже стемнело. Смотрю, что-то светится в траве. Я подумал, что это светлячок, и решил посмотреть поближе. Это оказался фонарик, но необычный, размером с монетку. Дома я

разобрался и понял – он работает на маленькой батарейке. Это была обычная 3-вольтовая таблетка, и к ней был приклеен скотчем светодиод. Прошло два месяца, а этот фонарик у меня все ещё горит.

Я захотел сделать такой же и подарить своим друзьям, но вот незадача – у меня не было светодиода. Я пошёл в ближайший магазин электронных товаров, купил разные светодиоды и сделал фонарики – см. внизу.

Интересно, сколько времени они будут гореть без перерыва? Ах да, чуть не забыл сказать важную вещь. В магазинах продаётся гигантское число разных светодиодов. Как вы-

брать подходящий? Тут нужно посмотреть в каталог. Там для каждой марки светодиода указано минимальное и максимальное напряжение. Если вы используете 3-вольтовую батарейку, то нужно, чтобы минимальное было меньше 3 В, а максимальное больше. Два из тех, что я купил, оказались особенно хорошими – горят ярко до сих пор.

И ещё одна важная вещь – как присоединить светодиод

к батарейке. Один проводок у светодиода чуть длиннее. Вот его нужно прикреплять к гладкой стороне батарейки, где написан «+», а тот, что покороче, – к шершавой стороне батарейки, иначе светодиод не будет гореть.

Дмитрий Панов, 6 кл.,  
МОУ СОШ № 57, г. Москва



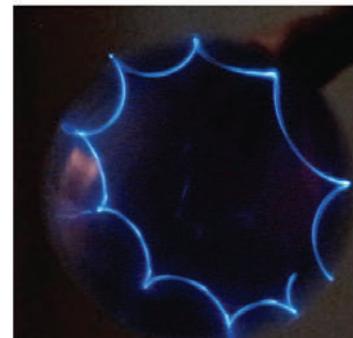
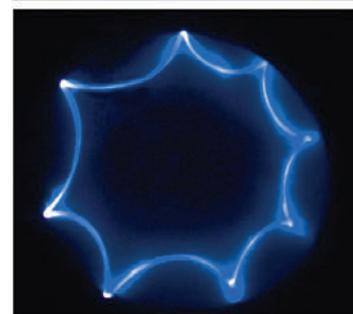
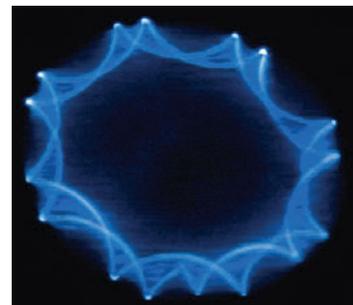
## ВИФЛЕЕМСКАЯ ЗВЕЗДА

Если фонарик-светлячок поместить внутрь воздушного шарика и хорошенько раскрутить – энергично взболтать шарик, то в некоторый момент батарейка встанет на ребро и покатится по окружности внутри шарика, а прикреплённый к её ободу фонарик будет двигаться по гипоциклоиде. В темноте мы увидим яркую звезду.

На фото 1 видно, что за время, пока фотоаппарат делал снимок, батарейка успела два раза прокатиться внутри шарика. Если сделать выдержку 1/6 с, то за это время батарейка делает около одного оборота, но при этом траектория, скорее всего, не замкнётся.

Можно, конечно, попытаться изменить скорость вращения шарика или его размеры – сдуть, или поддуть его, или ещё что-нибудь. Во всяком случае, получить замкнутую траекторию не так просто. Но иногда всё-таки получается.

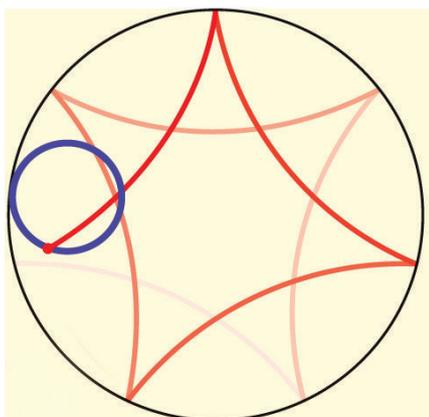
Закончим задачей. Пройдитесь по всем фотографи-



ям с гипоциклоидами и в каждом случае оцените, во сколько раз периметр батарейки меньше длины траектории, по которой она движется.

И ещё добавим, что о движении монетки внутри воздушного шарика можно прочитать в статье А. Панова «Движение по поверхности и удар» в «Кванте» № 11 за 1991 г.

## ГИПОЦИКЛОИДА



Возьмём окружность с отмеченной на ней точкой и поместим внутрь большей окружности. Будем катать меньшую окружность изнутри по большей окружности. Отмеченная точка будет двигаться вдоль некоторой кривой, которая называется гипоциклоидой. В зависимости от отношения радиусов окружностей получаются разные гипоциклоиды.

Андрей Андреев,  
Алексей Панов, Дмитрий Панов

По материалам  
журнала «Квантик» № 12/2014



**ЧИТАЙТЕ «КВАНТИК»** – ежемесячный иллюстрированный журнал для школьников 4–8 классов – и вы узнаете много интересного об окружающем мире!  
Подписной индекс по каталогу Роспечати 84252.  
Сайты: <http://kvantik.com>;  
<http://kvantik12.livejournal.com>

# Новости науки и техники



Дан обзор последних сообщений в интернете. Расширенный обзор см. в ЭП.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** национальная Российская орбитальная станция-2023, колонизация Марса, сверхпрочные сети из графена, скорость света в веществе меньше скорости самолёта, летающие ветрогенераторы.

## РОССИЙСКАЯ ОРБИТАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ-2023

По проекту Федеральной космической программы, принятом научно-техническим советом Роскосмоса, к 2025 г. будет создана национальная Российская орбитальная станция. В неё к 2023 г. войдут три многофункциональных модуля из состава Международной космической станции (лабораторный, узловой и научно-энергетический), к которым к 2025 г. присоединят ещё два новых – трансформируемый и энергетический. Из бюджета для реализации проекта на 2016–2025 гг. агентство просит около 2 трлн руб. Эта сумма является минимальной для обеспечения решения актуальных задач космической деятельности.

<http://lenta.ru/news/2015/04/23/roskos2/>.



## ПУТЕШЕСТВИЕ НА МАРС

Марс находится за 225 300 000 км от Земли, что делает дорогой и сложной доставку каких-либо грузов в будущие колонии. NASA объявляет конкурс идей, которые сделают зависимость от Земли минимальной, что позволит людям колонизировать Красную планету. Для этого предлагается подробно описать свои предложения для создания элементов, необходимых колонии на Марсе. Это могут быть укрытия, вода, еда, пригодный для дыхания воздух, средства связи, медицинские принадлежности, а также специальные упражнения для колонизаторов. Участники должны описать одну или несколько систем, возможностей или операций, которые нужны для достижения цели. Проекты должны быть технически достижимы, экономически целесообразны и главное – должны минимизировать зависимость от Земли. Авторы трёх лучших идей получат от \$5000 призовой фонд составляет \$15 000.

<http://geektimes.ru/post/250106/>; <http://geektimes.ru/post/220673/>;

[https://www.youtube.com/watch?v=GphVUL\\_wQXc](https://www.youtube.com/watch?v=GphVUL_wQXc) (видеоформат «Билет в один конец»)

См. также в ЭП: • Робот передвигает вес в 2000 раз больше собственного • Магнитное поле Меркурия – древнее земного • Пауки плетут сверхпрочные сети из графена • Япония: солнечные электростанции... на воде • Магнитная лента способна запомнить 220 ТБ • Биопринтер печатает искусственные глаза • Редчайшая – «четверная» – радуга в Нью-Йорке • Как отделить нефть от воды: фильтр нового типа • Японский МАГЛЕВ побил 12-летний рекорд скорости для железных дорог • Физики впервые наблюдали волны от единичного электрона • Зонд *Rosetta* снял газопылевую струю от кометы Чурюмова-Герасименко • Большой Адронный Коллайдер разогнал два пучка протонов до рекордной энергии в 6,5 ТэВ • Оптическое волокно тормозит свет почти до полной остановки • Камера может определить состав вещества, попавшего в поле зрения её объектива • Квантовые точки превращают вырабатываемое электроникой тепло опять в энергию • Высокотехнологичные «воздушные змеи» – летающие ветрогенераторы.

Е.В. АЛЕКСЕЕВА [n-ever@ya.ru](mailto:n-ever@ya.ru), ЧУ Первая школа, г. Москва,  
Л.В. ПИГАЛИЦЫН [levp@rambler.ru](mailto:levp@rambler.ru), ПоЦАКО, г. Н. Новгород



## «ЕГЭ» по-американски

118. Кинетические энергии красного мяча (масса  $m$ ) и синего (масса  $2m$ ) одинаковы. Скорость больше:

- A) у красного мяча; B) у синего мяча;  
C) скорости одинаковы; D) недостаточно данных.

Импульс больше:

- E) у красного мяча; F) у синего мяча;  
G) скорости одинаковы; H) недостаточно данных.

Ответы – A, F. 1)  $\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} = E_{\text{кин}} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}$ , ПОЭТО-

му скорость больше у мяча меньшей массы.

2)  $E_{\text{кин}} = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mE_{\text{кин}}} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ , ПОЭТОМУ

импульс больше у мяча большей массы.

У синего мяча скорость меньше, а импульс больше!

Paul G. Hewitt. Physics Teacher. 2015. April

119. Что видит наблюдатель, находясь на Луне, когда на Земле наблюдают лунное затмение?

Ответ. Для земного наблюдателя размеры Солнца и Луны одинаковы, а для лунного – Земля значительно больше. Когда с Земли наблюдается лунное затмение, с Луны наблюдается солнечное затмение. Когда с Земли наблюдается солнечное затмение, с Луны видно перемещение кружка тени Луны по полной Земле. В центре кружка – полная тень, которая к периферии постепенно переходит в полутень. Чтобы с Луны Земля казалась такого же размера, как Солнце, она должна быть размером с Луну.

Paul G. Hewitt. Physics Teacher. 2015. March

120. Глядя на полную Луну, закроем один глаз и, взяв в вытянутую руку горошину, перекроем ею лунный диск. Легко показать, что размер горошины в 100 раз меньше расстояния от неё до глаза. Исходя из этого, заключаем, что расстояние от Земли до Луны:

- A) меньше 100 диаметров Луны;  
B) примерно 100 диаметров Луны;  
C) значительно больше 100 диаметров Луны;  
D) недостаточно данных, требуются дополнительные измерения.

Из того факта, что диск Луны может полностью перекрыть диск Солнца, заключаем, что:

- E) диаметр Луны меньше диаметра Земли;  
F) диаметр Земли больше диаметра Луны;  
G) недостаточно данных, требуются дополнительные измерения.

Ответы – B и E. Поскольку и Луна, и горошина видны под одним и тем же углом, то каждая из них отстоит от глаза на 100 своих диаметров. Если между глазом и горошиной укладывается 100 горошин, то между глазом и Луной (или глазом и Солнцем) укладывается 100 Лун (Солнц).

Мышка. Баскетбольный и теннисный мячи хорошо аппроксимируют размеры Земли и Луны. Можно моделировать вышеописанную ситуацию, поставив эти мячи на расстояние 7 м друг от друга. А модель Солнца в этом случае должна быть в 100 раз больше баскетбольного мяча, и её надо удалить на 3 км.

Paul G. Hewitt. Physics Teacher. 2015. January

**Figuring Physics**

The red ball of mass  $m$  and the blue ball of mass  $2m$  have the same kinetic energy. The faster-moving ball is the

A. red ball.  
B. blue ball.  
C. Both the same.  
D. More information is needed.

And the ball with the greater momentum is the

E. red ball.  
F. blue ball.  
G. Both the same.  
H. More information is needed.

Answers: A, F

A small-mass ball must be moving faster than a large-mass ball of the same KE. That's the red ball. Note that  $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}M^2$ .

As to which has the larger momentum, let equations guide thinking. In terms of momentum  $p$ , from  $KE = p^2/2m$ , we see that  $p = \sqrt{2mKE}$ .

So the red ball has momentum  $\sqrt{2mKE}$ . The blue ball with twice the mass has momentum  $\sqrt{2(2m)KE} = \sqrt{4mKE}$ . So we see that blue ball's momentum  $\sqrt{4mKE}$  is greater than the red ball's  $\sqrt{2mKE}$ .

Hmmm... More speed, less momentum!

Can you see that the blue ball has  $\sqrt{2}$  times as much momentum as the red ball?

**Figuring Physics**

What astronomical event would be seen by observers on the Moon at the time Earth experiences a lunar eclipse? At the time Earth experiences a solar eclipse?

Earth observers see both the Sun and Moon as the same size in the sky. What relative sizes of the Sun and Earth would Moon observers see?

Answers

When Earth experiences a lunar eclipse, Moon observers would see the Earth in the path of the sunlight, blocking out the Sun, and see a solar eclipse.

Lunar eclipse

Sun → Moon → Earth

When Earth experiences a solar eclipse, Moon observers would see a small circular shadow of the Moon moving slowly across the full Earth. The shadow would consist of a dark spot (the umbra) surrounded by a not-as-dark circle (the penumbra).

Solar eclipse

Sun → Moon → Earth

From viewpoint of Moon-based observers, Earth appears huge compared with the Sun. Earth would have to be as small as the Moon for it to appear equal in size to the Sun.

**Figuring Physics**

When viewing a Full Moon, close one eye and hold a pea out in front of your open eye so that it just eclipses the Moon. A simple measurement will show that the pea is about 100 pea diameters from your eye. This tells you that the distance between Earth and Moon is the same as the number of

A. less than 100 Moon diameters.  
B. about 100 Moon diameters.  
C. appreciably more than 100 Moon diameters.  
D. in need of additional measurements.

Likewise, the Moon can just eclipse the Sun. This tells you that the number of Sun diameters that could fit between Earth and Sun is the same as the number of

E. Moon diameters between Earth and Moon.  
F. Earth diameters between Earth and Moon.  
G. ... can't tell without more data.

ANSWERS, B and E:

100 peas

100 Moons

The subtended angle is the same for both the pea and the Moon. Just as the pea is about 100 pea diameters from your eye, the Moon is likewise about 100 Moon diameters distant. Any object that subtends that same angle is some 100 times smaller than the distance between your eye and the object. This includes the Sun, which also subtends the same angle.

So just as 100 peas will fit between the positioned pea and your eye, 100 Moons will fit between the Moon and Earth, and, 100 Suns will fit between Sun and Earth.

A basketball and tennis ball nicely approximate the relative sizes of Earth and Moon. If modeled to scale, the distance between the balls would be about 7 meters!

A ball modeling the Sun to the same scale would be more than a hundred times wider than the basketball – and about 3 kilometers away!

# Актуальные проблемы преподавания физики в условиях реализации ФГОС ООО: целеполагание, планирование, конструирование



Предложен обзор различных точек зрения на структуру урока. Сделана попытка систематизировать понимание термина «структура урока» с учётом требований ФГОС.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** педагогический университет «Первое сентября», ФГОС, структура урока, педагогические цели урока, задачи урока, планирование урока

Дистанционный курс  
16-017/36 Педагогического  
университета  
«Первое сентября».  
См. также № 3–9/2015

**С.Я. КОВАЛЕВА**

svekova@mail.ru, к. п. н.,  
ГБОУ ВПО МО Академия  
социального управления,  
г. Москва

## ЛЕКЦИЯ 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ И КОНСТРУИРОВАНИЕ ЗАНЯТИЙ

Мудрое распределение времени есть основа для деятельности.

*Ян Амос Коменский [1]*

### Введение

Всё, что пишется в государственных документах о школе, что предписывается к обязательной реализации региональным и муниципальным органам управления образованием, – воплощается в малой замкнутой системе конкретного класса **учитель–ученики**. Урок – главное действие педагогического влияния на учащихся вот уже несколько столетий, начиная от Яна Амоса Коменского (1592–1670). За прошедшие четыре с половиной столетия неоднократно менялись границы государств, сменялись политические и экономические режимы, педагогические ценности общества, социальные заказы разных слоёв населения на образование, но основные принципы дидактики Я. Коменского остались без изменений: природосообразность, наглядность, последовательность, сознательность, посильность, прочность, систематичность. Осталась неизменной классно-урочная организация учёбы, обязательная проверка знаний, запрет пропускать уроки, использование специальных учебников для каждого класса, соответствие заданий возрасту и уровню развития обучающихся. Учитель, по Коменскому, должен владеть педагогическим мастерством и любить своё дело, пробуждать самостоятельную мысль учащихся, готовить из них деятельных людей, заботящихся о всеобщем благе [1]. Как видим, идеи Я. Коменского пересекаются со многими положениями современной реформы образования. То есть современному учителю, как и столетия назад, для эффективной работы необходимо педагогическое мастерство. Сегодня для реализа-

ции системно-деятельностного подхода и формирования личности обучающихся с учётом требований ФГОС учителю необходимо знать методы планирования/конструирования уроков.

### 4.1. Новые подходы к планированию занятий на основе старого опыта

Так сложилось в нашей отечественной школе, что традиционно уроки имеют устоявшуюся структуру, позволяющую осуществить передачу знаний, обучить умениям, проверить результат. Все педагоги знакомы с этапами традиционного урока. И это не случайно. Ведь в нашей стране структура, или план урока – это то, что долгие десятилетия не являлось делом только учителя. Историки констатируют: школьная политика 1930–1950-х гг. «...привела к “мертвящему шаблону” в преподавании учебных дисциплин: уроки во всех школах и на всех возрастных ступенях стали строиться по определённым канонизированным педагогическим схемам... Учителям рекомендовалось строго держаться формулировок учебников, не отходить ни на йоту от программных требований... Новая Программа КПСС (1961 г.) скорректировала “социальный заказ” в сторону расширения социальных функций “нового человека”: к функции активного и сознательного создания материальных благ в сфере производства добавлялась функция активной деятельности в различных областях общественной и государственной жизни...» [2].

По учебникам такого человека не воспитаешь. Именно в то время были заложены теоретико-методологические положения теории урока, разработаны методики соединения предметного преподавания с жизненными ситуациями, разработаны теории обучения на основе развития познавательного интереса. Тогда получил распространение комбинированный урок как наиболее соответствующий «социальному заказу» на подготовку выпускников к учёбе в техникумах и вузах. Комбинированный урок насаждался «сверху» и поддерживался педагогической печатью как самый «массовый урок», так как позволял чётко ор-

ганизовать учебный процесс и легко его проконтролировать. Универсализации урока этого типа способствовало и то, что доминировала концепция неизменяемости структуры урока, её соответствия основным этапам усвоения учащимися знаний. Поиск «иных структур» полностью отрицался (Н.А. Петров [2]). Урок строился жёстко, из четырёх элементов: 1) проверка и оценка знаний учащихся; 2) сообщение новых знаний: воспроизведение ранее пройденного; сообщение нового; 3) закрепление и углубление вновь сообщённых знаний и применение их на практике; 4) задание на дом (М.Т. Смирнов [2]).

Ряд учёных негативно оценивали комбинированный урок и его теоретическое обоснование. Основные недостатки: до 40% учебного времени занимал опрос, подготовка к уроку ради оценки; закрепление после рассказа учителя фактически дублировало опрос, учащиеся были перегружены домашними заданиями. Основным видом «деятельности» ученика являлось слушание – до 75% учебного времени.

Многие педологи-учёные (например, Е.Я. Голант, М.А. Данилов, Б.П. Есипов, С.В. Иванов, И.Я. Лернер, М.Н. Скоткин) и учителя-практики рассматривали комбинированный урок, включающий разнообразные этапы и виды деятельности учащихся, как матрицу, звенья которой могут использоваться в разных комбинациях в зависимости от целей и задач конкретных уроков [2, с. 34, 35]. Такой подход бытует и ныне, достаточно посмотреть на имеющиеся в свободном доступе публикации.

План стандартного современного комбинированного урока [3]: • организационный момент • проверка домашнего задания • проверка знаний и умений учащихся • сообщение цели занятия учащимся • организация восприятия новой информации • первичная проверка понимания • организация усвоения нового материала путём воспроизведения информации и выполнения упражнений по образцу • творческое применение и добывание знаний • обобщение изучаемого на уроке и введение его в систему ранее усвоенных знаний • контроль за результатами учебной деятельности, осуществляемый учителем и учащимися, оценка знаний • домашнее задание к следующему уроку • подведение итогов урока.

Очевидно, что в зависимости от конкретных дидактических целей и типа урока что-то из указанного останется, что-то будет исключено, изменятся формулировки этапов (жёстких правил нет).

Например, *урок изучения нового материала* может быть построен следующим образом: • первичное введение материала; указание на то, что учащиеся должны запомнить • мотивация запоминания и длительного сохранения в памяти • первичное закрепление под руководством учителя путём прямого повторения • контроль результатов первичного запомина-

ния • регулярное систематизирующее повторение • повторение и постоянное применение полученных знаний и навыков для приобретения новых • включение опорного материала для запоминания в контроль знаний • оценка результатов запоминания и применения.

*Урок закрепления знаний* может содержать этапы: • организационный, сообщение учащимся цели предстоящей работы • воспроизведение учащимися знаний, умений и навыков, которые потребуются для выполнения предложенных заданий • выполнение учащимися различных заданий, задач, упражнений • проверка выполнения работ • обсуждение допущенных ошибок и их коррекция • задание на дом.

Особенностью исследований роли структуры урока в прошлом веке явилось её многоплановое рассмотрение. Несомненно, ценными были поиски принципиальных характеристик самого понятия «структура урока», определение номенклатуры элементов урока, критериев, влияющих на их выбор и обеспечивающих подвижное, вариативное построение урока. Подчеркнём ведущую установку дидактов: «нет и не может быть единой, общеобязательной структуры уроков», многообразию содержания учебных занятий должно соответствовать и «многообразие форм построения уроков», существует органичная связь между «системностью» содержания, представленной в системе уроков по учебной теме, и их структурой» (цит. по [2, с. 37]).

В современной дидактике приняты различные классификации типов уроков (по дидактической цели, по организационным элементам, по основным техническим средствам обучения и так далее), и это развивающееся разнообразие – достижение отечественной педагогической науки. Наиболее часто встречается классификация по основной дидактической цели урока, на основании которой можно указать типы уроков, получившие распространение: • урок изучения нового • урок закрепления • урок комплексного применения знаний • урок повторения или повторительно-обобщающий • контрольный урок • объединённый (комбинированный) [4].

Интересную классификацию уроков предложила учитель Н.Л. Голева (г. Балашиха, Московская обл.) [5]. Проанализировав все возможные виды деятельности учащихся на уроках физики основной и средней (полной) общеобразовательной школы, она пришла к выводу, что учителя физики пользуются в основном шестью видами уроков, отличающимися дидактическими целями. Это – урок усвоения нового материала, урок формирования умений и навыков, урок повторения, урок систематизации и обобщения знаний,

урок оценки и проверки знаний, комбинированный урок (урок коррекции и углубляющего повторения). Каждый урок в силу особенностей содержания предмета и применяемых средств обучения (использование демонстрационного и фронтального эксперимента, иллюстрация и применение наглядного материала в виде презентаций и таблиц, разбор примеров решения задач) имеет повторяющиеся и неизменные этапы, которые при различии содержания похожи

по своему целевому назначению (табл. 4.1). Поэтому учителю при подготовке к занятию, имея шаблоны-планы, технологические карты и заготовки конспектов уроков всех типов, достаточно выделить выбранный тип урока и соответствующий план и наполнить его содержанием. Шаблон конспекта и технологической карты корректируется в зависимости от конкретных условий преподавания (тема, подготовленность класса, оснащение кабинета и прочее).

**Таблица 4.1. Виды уроков и их структура**

Урок усвоения нового материала		Урок формирования умений и навыков	
1	Организационный этап	1	Организационный этап
2	Этап актуализации опорных знаний	2	Этап актуализации опорных знаний
3	Этап усвоения новых знаний	3	Этап усвоения новых умений
4	Этап закрепления новых знаний	4	Этап закрепления новых умений
5	Этап самоконтроля и самопроверки	5	Этап промежуточного контроля
6	Этап коррекции знаний	6	Этап коррекции знаний
7	Подведение итогов урока	7	Инструктаж по выполнению ДЗ
8	Инструктаж по выполнению ДЗ		
Урок повторения		Урок систематизации и обобщения знаний	
1	Организационный этап	1	Организационный этап
2	Этап актуализации опорных знаний	2	Этап актуализации опорных знаний
3	Этап повторения	3	Этап систематизации и обобщения знаний
4	Этап самоконтроля и самопроверки	4	Подведение итогов урока
5	Этап коррекции знаний	5	Инструктаж по выполнению ДЗ
6	Подведение итогов урока		
7	Инструктаж по выполнению ДЗ		
Урок оценки и проверки знаний		Комбинированный урок	
1	Организационный этап	1	Организационный этап
2	Этап актуализации опорных знаний	2	Этап проверки домашнего задания
3	Этап всестороннего контроля знаний	3	Этап актуализации опорных знаний
4	Инструктаж по выполнению ДЗ	4	Этап усвоения новых знаний
Урок оценки и проверки знаний в форме контрольной работы не выделен, так как обычно имеет только один этап, не нуждающийся в разъяснении		5	Этап первичной проверки знаний
		6	Этап закрепления новых знаний
		7	Этап самоконтроля и самопроверки
		8	Подведение итогов урока
		9	Инструктаж по выполнению ДЗ

Мы видим, что во всех подходах к планированию структура урока имеет как неизменные элементы, так и меняющиеся в зависимости от целеполагания\*. При модульном обучении это могут быть комплексные дидактические цели модуля и цели отдельного занятия, при традиционном подходе к планированию – цели

изучения темы и цели каждого урока, при дроблении урока на учебные элементы – цели урока и цели каждого этапа урока. При проектировании учебного процесса по технологии В.М. Монахова целеполагание может представлять собой систему целей тематического модуля и микроцелей его частей [6]. Процесс целеполагания зависит от применяемой технологии и позиции учителя, так как жёстких норм для него нет. Нет и единой позиции у методистов. Но хорошо известна

\*Слово «целеполагание» мы используем в данном контексте для обозначения всей системы целей, разрабатываемой учителем при планировании занятий.

формула получения результата обучения, которая не нуждается в комментариях [7]:

### ФОРМУЛА РЕЗУЛЬТАТА

$$\begin{aligned} & \text{ЦЕЛЬ (система целей)} \times \\ & \times \text{СОДЕРЖАНИЕ (предмет, формы, методы)} = \\ & \quad = \text{РЕЗУЛЬТАТ} \\ & \mathbf{0} \times \text{СОДЕРЖАНИЕ (предмет, формы, методы)} = \mathbf{0} \\ & \quad \text{ЦЕЛЬ (система целей)} \times \mathbf{0} = \mathbf{0} \end{aligned}$$

Традиционно, целеполагание в рамках урока представляет из себя *систему* из *общей цели* и нескольких *задач* (по сути, микроцелей) по её реализации или *триаду более конкретных* (для одного занятия) *целей*: *образовательные цели* связаны с изучаемыми вопросами содержания предмета, *развивающие (цели развития)* и *воспитательные цели* – с развитием качеств личности обучаемых (см. *фрагмент урока ниже*). Вчитайтесь внимательно в приведённый пример [8]: при всей кажущейся правильности целей развития они построены, в основном, на глаголах несовершенного вида и носят обобщённый характер, похожи на лозунги – «активизировать», «совершенствовать», «развивать».

#### Урок. Агрегатное состояние вещества, 8 класс

*Цели урока*: образовательная – повторить и закрепить основные положения МКТ; изучить физические свойства веществ в различных агрегатных состояниях; выяснить особенности строения веществ в различных агрегатных состояниях и объяснить их; *р а з в и в а ю щ а я* – совершенствовать навыки самостоятельной работы; активизировать мышление школьников, умение самостоятельно формулировать выводы; развивать речь; *в о с п и т а т е л ь н а я* – развитие познавательного интереса к предмету; развитие чувства взаимопонимания и взаимопомощи в процессе совместного решения задач.

Очевидно, что для современного урока, нацеленного на развитие личности через формирование УУД, такой подход к содержанию целеполагания при планировании занятия недостаточен. Именно в этом трудность перехода на новые стандарты: многие используемые понятия и термины в Стандарте кажутся знакомыми учителям, а реально для работы по-новому необходимо сломать внутренние собственные стереотипы и заполнить привычные по-

нятия новым содержанием. Теперь обучающиеся не должны получать знания в готовом виде, а обязаны *присваивать* их или *вырабатывать* в процессе учебно-познавательной и учебно-практической деятельности.

С точки зрения системно-деятельностного подхода все традиционные элементы урока, на которых учитель прежде «показывал», «объяснял», «давал», «иллюстрировал» знания и умения (а именно это закладывалось им при целеполагании и активно реализовывалось на занятиях), необходимо пересмотреть. Теперь учитель должен больше использовать глаголы совершенного вида для планирования работы учащихся: они должны *сами* больше анализировать, высказывать, формулировать, демонстрировать, оценивать, объяснять, предсказывать последствия, создавать и так далее. Изменения в целеполагании ведут к изменениям в организации деятельности учителя на уроке. Цель «сформировать конкретное качество», например, анализировать информацию и выбирать главное (познавательное общеучебное УУД, см. лекцию 2), и цель «активизировать мышление школьников» (формулировка из примера выше) заставляют педагога совершенно по-разному относиться к организации работы на уроке для реализации этих целей. В первом случае необходимо придумать или найти конкретную задачу-проблему и мотивировать учащихся на действие, во втором можно просто что-то показать, продемонстрировать, предложить подумать над показанным – это не будет противоречить цели, но даст совершенно другой результат.

Многие методические советы и объединения учителей разрабатывают общешкольные, общегородские рекомендации по конструированию уроков с учётом требований ФГОС и по составлению рекомендаций для проектирования уроков.

Рассмотрим примеры возможных решений планирования (проектирования) и целеполагания. По мнению ряда специалистов, каждый урок должен иметь не одну цель и задачу, а систему целей и задач [9]. Например, предлагается целеполагание в виде двух основных целей к базовым типам уроков, которые представлены в самом обобщённом виде: *деятельностной*, связанной с развитием определённых способностей школьника и свойств мышления, и *образовательной*, связанной с преподаванием предмета (см. табл. 4.2).

Как видим из приведённого перечня базовых типов уроков, предлагаемые деятельностные цели соответствуют задачам формирования некоторых метапредметных результатов обучения, а образовательные – предметных. Необходимо отметить, что личностные результаты обучения в данных рекомендациях пропущены и оставлены на усмотрение общеобразовательного учреждения и учителя. При

Таблица 4.2. Система целей к базовым типам урока

1. Урок «открытия» нового знания	<i>Деятельностная цель:</i> формирование способности учащихся к новому способу действия. <i>Образовательная цель:</i> расширение понятийной базы за счёт включения в неё новых элементов
2. Урок рефлексии	<i>Деятельностная цель:</i> формирование у учащихся способностей к рефлексии коррекционно-контрольного типа и реализации коррекционной нормы (фиксирование собственных затруднений в деятельности, выявление их причин, построение и реализация проекта выхода из затруднения и так далее). <i>Образовательная цель:</i> коррекция и тренинг изученных понятий, алгоритмов и прочего
3. Урок общепедогогической направленности	<i>Деятельностная цель:</i> формирование способности учащихся к новому способу действия, связанному с построением структуры изученных понятий и алгоритмов. <i>Образовательная цель:</i> выявление теоретических основ построения содержательно-методических линий
4. Урок развивающего контроля	<i>Деятельностная цель:</i> формирование способности учащихся к осуществлению контрольной функции. <i>Образовательная цель:</i> контроль и самоконтроль изученных понятий и алгоритмов

реализации предлагаемого подхода следует учесть, что метапредметные результаты в системе целей отражены не полностью и выражены очень общими фразами.

Другой подход к проектированию учебных занятий проявляется в ярко выраженной деятельностно-компетентной образовательной модели. Основные принципы построения каждого урока просты – цели и деятельность учителя определяют мотивацию, целеполагание и решение проблем самими учащимися. Основных этапов урока немного, их число может меняться, но каждый из этапов отличается чётко спланированной деятельностной компонентой и рефлексией, что позволяет говорить об уроке как о проекте [10]:

- **Цели** (учитель продумывает цели урока как результат развития школьника)
- **Мотивация и активизация** (учитель организует работу по мотивации обучающихся)
- **Постановка проблемы** (школьник сам ставит цель урока как собственную учебную задачу)
- **Решение проблемы** (школьник сам проектирует средства достижения поставленных целей)
- **Рефлексия** (школьник сам оценивает результат и корректирует действия).

Упомянутая выше педагогическая технология проектирования учебного процесса академика В.М. Монохова переводит процесс создания структуры урока, плана на путь технологизации, предварительного проектирования. Овеществлением педагогической технологии на начальном этапе является выделение дидактического модуля – проекта учебного процесса по отдельной теме курса, а затем и каждого урока. Каждый модуль содержит цель и микроцели, логическую структуру, диагностику достижения микроцелей, коррекцию достигнутых результатов и другие. Важнейшим этапом проектирования становится целеполагание и объективный контроль качества освоения обучающимися учебного материала и развития личности в соответствии с планами. При этом кардинально меняется роль преподавателя по отношению к учащимся: от обучающей и назидательной к консультирующей и координирующей [6].

Мы видим, что цели педагогической деятельности являются определяющими при конструировании

урока по любому подходу. Целеполагание влияет на характер взаимодействия учителя и обучающегося, на результаты обучения и воспитания. Какие цели для урока правильные?

Цели урока зависят от планируемого уровня достижений учащихся и наиболее точно отражены в таксономии образовательных целей Б. Блума [11]. Таксономия Блума – вариант классификации педагогических целей, предложенный группой учёных под руководством Бенджамина Блума в 1956 г. В табл. 4.3 и на схемах (рис. 4.1, 4.2) отражена иллюстрированная иерархия этих целей от простой – к самой сложной, от ознакомления и простого знания, что часто используется как синонимы, – к оценке значения и смысла полученных знаний.

В представленной иерархии нижние уровни педагогических целей «знание (ознакомление)», «понимание», «применение» соответствуют хорошо знакомым «знаниям, умениям, навыкам» (ЗУН) минимума требований к освоению отечественных образовательных программ, действующим с 2004 г. Это так называемые «знаниевые» цели обучения. В системе Б. Блума «анализ», «синтез», «оценка» – не названия отдельных умственных операций, а обозначение целей более высокого уровня развития мышления, позволяющих человеку ориентироваться в потоке информации и принимать решения, рефлексировать и планировать дальнейшее образование в соответствии со своими потребностями. Таким образом, эти цели являются целями развития более высокого уровня по сравнению с ЗУН. Отличие описанной системы целей от той триады целей, которой пользовались многие учителя ранее, в том, что в таксономии Б. Блума они конкретизированы, более чётко определяют уровень развиваемых УУД учащегося.

Попробуем суммировать различные мнения специалистов и собрать воедино элементы конспекта урока учителя, которые должны соответствовать ФГОС\* [12].

\*Рекомендуем также ознакомиться с презентацией Ковалевой С.Я., Зайцевой О.Н. (МОУ гимн. № 4, г. о. Подольск Московской обл.) «Современный урок в соответствии с требованиями ФГОС ООО», см. ЭП. – Ред.



Рис. 4.1. Таксономия Блума: иерархия педагогических целей: от простой (внизу) – к самой сложной, от ознакомления и простого знания – к оценке значения и смысла полученных знаний [11]



Рис. 4.2. Вариант таксономии по Блуму: шесть когнитивных уровней (<https://mclucaslan.files.wordpress.com/2014/04/blooms.gif>).

Разные источники раскрывают по-разному смысл каждой ступени, см. например, [https://zoe-s-wiki.wikispaces.com/file/view/Bloom's\\_Taxonomy.gif/82702429/Bloom's\\_Taxonomy.gif](https://zoe-s-wiki.wikispaces.com/file/view/Bloom's_Taxonomy.gif/82702429/Bloom's_Taxonomy.gif); <https://teachingcommons.stanford.edu/resources/course-preparation-resources/course-design-aids/bloom%E2%80%99s-taxonomy-educational-objectives>

Таблица 4.3.

Соотношение уровня педагогической цели и уровня развития когнитивной сферы

Уровень учебной цели	Действия учащегося, свидетельствующие о достижении данного уровня
1. Знание, ознакомление ( <i>Know: recall information</i> ) – запоминание и воспроизведение изученного материала, от конкретных фактов до целостной теории	Воспроизводит термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы
2. Понимание ( <i>Comprehend: show understanding – summarize or explain</i> ) – преобразование материала из одной формы выражения в другую, интерпретация материала, предположение о дальнейшем ходе явлений, событий	Объясняет факты, правила, принципы; преобразует текстовый материал в математические выражения; описывает возможные последствия, вытекающие из имеющихся данных
3. Применение ( <i>Apply: use your understanding – in a new way</i> ) – использование изученного материала в конкретных условиях и новых ситуациях	Применяет законы, теории в конкретных практических ситуациях; использует понятия и принципы в новых ситуациях
4. Анализ ( <i>Analyse: break down knowledge – to find meaning</i> ) – разбиение материала на составляющие так, чтобы ясно выступала структура	Вычленяет части целого; выявляет взаимосвязи между ними; определяет принципы организации целого; видит ошибки и упущения в логике рассуждения; проводит различия между фактами и следствиями; оценивает значимость данных
5. Синтез ( <i>Synthesize: put together knowledge – into a new whole</i> ) – комбинирование элементов с целью получения нового целого	Пишет сочинение, выступление, доклад, реферат; предлагает план проведения эксперимента или других действий; составляет схемы задачи
6. Оценка ( <i>Evaluate: judge the value – of alternatives</i> ) – умение оценивать значение того или иного материала	Оценивает: логику построения письменного текста; соответствие выводов имеющимся данным; значимость того или иного продукта деятельности

**1. Формулировка системы педагогических целей и задач (целеполагание):** • формулировка темы урока • формулировка цели урока • формулировка образовательных, развивающих, воспитательных задач (системы конкретных целей) • формулировка планируемых результатов (знаний, умений, навыков).

*Рекомендации.* Формулировку цели урока желательно начинать с существительных типа *определение, формирование, знакомство*. Задачи должны быть сформулированы конкретнее: предложить в определённых условиях (например, в проблемной ситуации) деятельность, которая позволяет достичь цели путём преобразования этих условий согласно определённой процедуре. В Примерной программе ООО ОУ подробно расписана система возможных учебно-познавательных и учебно-практических задач (рекомендованы 9 обобщённых классов задач), которые позволяют активно формировать УУД. Приводим выдержку из этого документа [13].

«Фактически *личностные, метапредметные и предметные* планируемые результаты устанавливают и описывают следующие обобщённые классы учебно-познавательных и учебно-практических задач, предъявляемых учащимся:

1) учебно-познавательные задачи, направленные на формирование и оценку умений и навыков, способствующих **освоению систематических знаний**, в том числе:

— *первичному ознакомлению, отработке и осознанию теоретических моделей и понятий (общенаучных и базовых для данной области знания), стандартных алгоритмов и процедур;*

— *выявлению и осознанию сущности и особенностей изучаемых объектов, процессов и явлений действительности (природных, социальных, культурных, технических и др.) в соответствии с содержанием конкретного учебного предмета, созданию и использованию моделей изучаемых объектов и процессов, схем;*

— *выявлению и анализу существенных и устойчивых связей и отношений между объектами и процессами;*

2) учебно-познавательные задачи, направленные на формирование и оценку навыка **самостоятельного приобретения, переноса и интеграции знаний** как результата использования знаково-символических средств и/или логических операций сравнения, анализа, синтеза, обобщения, интерпретации, оценки, классификации по родовидовым признакам, установления аналогий и причинно-следственных связей... и т. п.;

3) учебно-практические задачи, направленные на формирование и оценку навыка **разрешения проблем/проблемных ситуаций...**»

Таким образом, формулировки задач могут начинаться с глаголов: *повторить, проверить, объяснить, научить, сформировать, воспитывать* и так далее.

Сразу необходимо предусмотреть и планируемые результаты урока, причём их число и содержание должно соответствовать задачам.

**2. Организационный этап:** • мотивация принятия целей и задач урока • личностно-формирующая направленность урока.

*Рекомендации.* Полный цикл продуктивного мышления включает в себя постановку и формулирование задачи (цели) самим субъектом, что происходит при предъявлении ему заданий проблемного характера. Иерархически организованная последовательность заданий/вопросов должна образовать понятную программу деятельности. Формулировка учащимися задач (*системы целей*) урока чаще всего имеет форму ответов на вопросы типа: что надо сделать, чтобы достичь цели урока? чтобы решить поставленную проблему? как вы хотели бы или могли бы это осуществить?

**3. Проверка выполнения домашнего задания:** • проверка домашнего задания целиком в начале или в конце урока • проверка фрагмента домашнего задания.

*Рекомендации.* Необходимо добиться осознания всеми учащимися правильности выполнения домашнего задания, выявить пробелы в знаниях/умениях и скорректировать их. Этот этап может носить обучающий характер при подборе заданий типа: составьте план ответа своего товарища, дайте рецензию на ответ ученика, продолжите ответ по параграфу. Надо стремиться к оптимальному сочетанию контроля, самоконтроля и взаимоконтроля.

**4. Подготовка к активной учебной деятельности каждого ученика на основном этапе урока:** • постановка учебной задачи • актуализация знаний • проверка готовности учащихся к активной учебно-познавательной деятельности на основе опорных знаний.

*Рекомендации.* Включение этого этапа и его продолжительность зависят от сложности решаемых учителем задач. Иногда его целесообразно совместить со следующим.

**5. Сообщение нового материала и первичная проверка его понимания:** • решение учебной задачи • усвоение новых знаний • первичная проверка понимания учащимися нового учебного материала (текущий контроль с тестовым заданием) • активные действия учащихся с изучаемым материалом.

*Рекомендации.* Учитель обеспечивает восприятие, осмысление и первичное запоминание знаний и способов действий, связей и отношений объектов изучения. Следует максимально обеспечить самостоятельность добывания знаний и овладения способами действий. Главное, существенное рекомендуется повторить на уроке 3–7 раз, в разной форме, на разных этапах, также желательно примерно каждые 10 минут (то есть несколько раз за урок) менять вид деятельности.

**6. Закрепление изученного материала:** • обобщение и систематизация знаний • контроль и самоконтроль знаний (самостоятельная работа, итоговый контроль с тестом).

*Рекомендации.* Предполагается активная работа учащихся с изученным материалом. Задания могут быть с самыми разными формулировками, побуждающими к действию типа: проанализируйте, объясните, сравните, обобщите.

**7. Подведение итогов:** • диагностика результатов урока • рефлексия достижения цели.

*Рекомендации.* Желательно, чтобы учащиеся сами оценили эффективность работы, своей и своих одноклассников, причём не только эмоционально – в виде красных и зелёных карточек (понравился урок/не понравился). Рефлексия своей деятельности – регулятивное учебное действие *оценка*: «выделение и осознание учащимся того, что уже усвоено и что ещё подлежит усвоению, осознание качества и уровня усвоения».

**8. Домашнее задание:** • инструктаж по его выполнению • обсуждение сложных элементов задания.

*Рекомендации.* Желательно завершать этот этап до звонка и с учётом объёма заданий по всем предметам, чтобы ученику не приходилось делать в один вечер презентацию по биологии, сочинение по литературе и упражнение из 8 задач по физике.

**9. Список источников информации,** которые были использованы при подготовке к уроку и в ходе самого урока.

Предлагаемая структура плана/конспекта урока написана обобщённо, «мазками». Но даже в таком виде она составляет несколько страниц. Такой конспект удобен при ознакомлении с опытом другого учителя или при написании отчёта/самоанализа педагогической деятельности, но им невозможно

пользоваться в реальном процессе преподавания. Для урока нужны методические материалы, которые позволяют учителю увидеть все взаимосвязи элементов урока на одной странице, максимум на двух. Именно поэтому многие предпочитают использовать технологическое планирование и технологические карты.

#### Литература

1. Коменский Я.А. Законы хорошо организованной школы. Избранные педагогические сочинения в 2-х тт. Т. 2. М.: Педагогика, 1982. С. 133–163.
2. Золотарёва С.А. Развитие теории урока в советской дидактике периода середины 50-х – середины 60-х годов. Дис. на соиск. уч. ст. к. п. н. Хабаровский ГПУ, 1998. <http://www.bibliofond.ru/detail.aspx?id=37291>
3. Портал «Сайт практикующего физика» [http://metod-f.narod.ru/urok\\_tr.htm](http://metod-f.narod.ru/urok_tr.htm)
4. Стулина Г.А. Типы уроков. <http://festival.1september.ru/articles/596998/>
5. Голева Н.Л. Подготовка к модульному уроку: рабочая карта урока. <http://fiz.1september.ru/sprojects/200922.htm>
6. Ражева О.С. Педагогический проект. Г. Тольятти. <http://nsportal.ru/shkola/obshchepedagogicheskie-tehnologii/library/2012/08/15/ispolzovanie-tehnologiy-akademika-v-m>
7. Жбанов А.С. Как поставить цели и задачи урока Блог <http://ped-kopilka.ru/blogs/jbanov-aleksandr/celi-i-zadachi-uroka.html>
8. Шелковникова Е.Н. Аггератное состояние вещества. <http://festival.1september.ru/articles/629127/>
9. Положение по анализу учебного занятия на основе системно-деятельностного подхода. ГБОУ СОШ № 2055. [http://www.2055shkola.ru/pdf/analiz\\_uchebnogo\\_zanjatija.pdf](http://www.2055shkola.ru/pdf/analiz_uchebnogo_zanjatija.pdf)
10. Шишкина Т.В. Инновационный подход в проектировании учебного занятия как механизм реализации ФГОС нового поколения. <http://unomich.68edu.ru/doks/201301/sem20-12shishkina.pdf>
11. Таксономия Блума. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Таксономия\\_Блума](https://ru.wikipedia.org/wiki/Таксономия_Блума)
12. Якушина Е.В. Готовимся к уроку в условиях новых ФГОС. <http://www.openclass.ru/node/305985>
13. Примерная основная образовательная программа образовательного учреждения. Основная школа / Сост. Е.С. Савинов. М.: Просвещение, 2011. С. 16.

Окончание следует

# Зачем мы открыли бозон Хиггса?



Популярно изложены принципы построения общей теории взаимодействий элементарных частиц (так называемой Стандартной модели). Основное внимание уделено наиболее «проблемной» составляющей – теории электрослабых взаимодействий. Поясняется роль механизма Хиггса в снятии внутренних противоречий теории.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** спонтанное нарушение симметрии, вакуум, электрослабая теория, бозон Хиггса

**С.П. БАРАНОВ**

baranov@lebedev.ru, д. ф.-м. н.,  
Физический институт РАН,  
г. Москва

## Предисловие

Открытие бозона Хиггса имело долгую предысторию безуспешных поисков. Имея в виду упрямую неуловимость бозона, Леон Ледерман (нобелевский лауреат 1988 г. за открытие мюонного типа нейтрино) назвал его *прóклятой частицей* (*Goddamned particle*). Журнальный редактор отбросил *damned*, оставив *God*, – получилось *частица Бога*.

Официальное открытие бозона состоялось 4 июля 2012 г., когда о нём было объявлено на семинаре в ЦЕРНе. С тех пор свидетельства в пользу открытия окрепли и приобрели большую полноту. Источников информации о бозоне по-прежнему два: детекторы *ATLAS* и *CMS*. Оба уникальны, как и весь комплекс *LHC* (БАК – Большой адронный коллайдер), и в каждой из коллабораций всё это время продолжались накопление новых и обработка ранее накопленных данных.

К настоящему моменту новая частица *H* наблюдается в шести каналах распада: на два *Z*-бозона, из которых один виртуальный ( $H \rightarrow ZZ^*$ ); на два *W*-бозона, из которых один виртуальный ( $H \rightarrow WW^*$ ); на два фотона ( $H \rightarrow \gamma\gamma$ ); на прелестные (они же красивые) кварки ( $H \rightarrow b\bar{b}$ ); на тау-лептоны ( $H \rightarrow \tau + \tau$ ); на *Z*-бозон и фотон ( $H \rightarrow Z\gamma$ ). Соотношение между вероятностями различных распадов хорошо соответствует теоретическим ожиданиям. Бозон на уровне достоверности 97,8% имеет нужные квантовые числа: нулевой спин и положительную чётность, как установлено по угловым распределениям продуктов распада. Практически не остаётся сомнений, что новая частица открыта и что это именно та частица, которая была нужна Стандартной модели. Давайте же познакомимся с ней поближе и узнаем, какую роль она играет в современной картине мира.

## Предрассудки

Открытие уже успело обрасти предрассудками. Встречается мнение, что оно что-то прояснило в ранней истории Вселенной и даже пролило свет на её происхождение, но это не совсем так. По современным представлениям, бозон (или

Печатается в сокращении. Полный текст см. в ЭП в личном кабинете подписчика. – Ред.

поле) Хиггса действительно отвечает за быстрое расширение Вселенной в эпоху до Большого взрыва – так называемую инфляцию, или раздувание (по другой терминологии, инфляция включается в Большой взрыв как его ранняя стадия), – но ниоткуда не следует, что именно этот бозон открыт в ЦЕРНе. Во всяком случае требования, которые мы предъявляем к тому «космологическому» бозону и к нынешнему «ЦЕРНовскому», имеют друг с другом довольно мало общего.

Встречается также утверждение, что бозон Хиггса объяснил, откуда у частиц берутся массы и что в этом его главная ценность для теории. Фраза правильная, но нуждается в уточнениях. Во-первых, имеется в виду масса не любых частиц, а только «фундаментальных» (и то иногда не целиком). Строго говоря, механизм Хиггса отвечает за массы частиц, являющихся квантами слабого взаимодействия ( $W^{+-}$ ,  $W^-$  и  $Z^0$ -бозонов), за массы лептонов (в том числе электрона) и за токовую составляющую массы кварков. Эти токовые массы у разных кварков очень разные. Сильные взаимодействия с кварк-глюонным конденсатом добавляют к ним величину, для всех кварков одинаковую, и вместе получается полная масса, называемая «конституентной». Лептоны и  $W^{\pm}$ - и  $Z^0$ -бозоны в сильных взаимодействиях не участвуют, и у них кварк-глюонной добавки нет. Из кварков складываются уже другие частицы, адроны – «элементарные», но не «фундаментальные». У кварков, из которых построены протон и нейтрон (а значит и всё, что мы называем веществом), доля токовой компоненты в общей массе составляет лишь около 1%.

Второе уточнение состоит в том, что с открытием механизма Хиггса число необъяснимых величин в теории не уменьшилось: вместо одной величины (массы частицы) появилась другая столь же необъяснимая – константа взаимодействия частицы с полем Хиггса. Но важно, что изменился сам способ введения понятия массы, и это позволило построить математически непротиворечивую теорию слабых взаимодействий. Вот о ней мы и поговорим в нашей статье.

## Проблемы до-Хиггсовой эпохи

Чтобы понять, какие перед теорией стояли проблемы и как бозон Хиггса помог их преодолеть, поговорим сначала о теории, где эти проблемы решались без бозона Хиггса – о более или менее нам знакомой теории электриче-

ства. С электрическим полем связана объёмная плотность энергии, пропорциональная квадрату напряжённости поля. Проинтегрировав объёмную плотность энергии по всему пространству, мы получаем полную энергию, но для поля точечного заряда этот интеграл расходится (на малых расстояниях, что есть синоним больших энергий). В силу соотношения Эйнштейна бесконечность энергии кулоновского поля означает, что масса любой точечной заряженной частицы (например, электрона) тоже должна быть бесконечной – в противоречии с фактами. Пусть и нельзя поручиться, что электрон истинно точечный, но его радиус (если он и есть), согласно известным измерениям, на много порядков меньше той величины, которую он должен был бы иметь, если бы вся масса электрона была обусловлена энергией создаваемого им поля.

Проблема решается с помощью математического приёма, называемого *перенормировкой*. Суть его в том, что мы приписываем частице бесконечную отрицательную «затравочную» массу и постулируем, что бесконечный отрицательный затравочный вклад, будучи сложен с бесконечным положительным вкладом кулоновского поля, даёт наблюдаемую массу частицы. Красиво это или нет, но так мы устанавливаем правила для сокращения бесконечностей и с этих пор можем проводить вычисления, не наталкиваясь на противоречия. И все вычисления были до сих пор в изумительном согласии с результатами измерений. В том, что затравочная масса отрицательна, криминала нет, потому что ни «затравочная», ни «полевая» масса по отдельности не измеряется; ведь заряженную частицу в принципе нельзя отделить от создаваемого ею поля, а значит, физический смысл имеет только сумма обеих «масс».

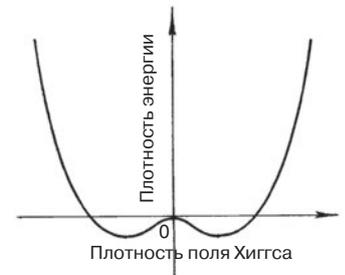
Помимо массы существует ещё два типа расходимостей, так что перенормировке приходится также подвергнуть константу взаимодействия с фотоном (заряд электрона) и волновую функцию фотона. В итоге ценою введения трёх дополнительных соглашений мы получаем законченный набор правил для вычислений. Есть теорема, что как бы ни были сложны вычисления, все расходимости обязательно сводятся к этим трём, с которыми мы уже договорились, как обращаться. Теории, в которых все расходимости устраняются конечным числом соглашений, называются *перенормируемыми*.

Теория слабых взаимодействий построена в целом по образцу электродинамики, но с важными отличиями: частицы, аналогичные фотону и отвечающие за перенос слабых взаимодействий ( $W^+$ ,  $W^-$  и  $Z^0$ -бозоны), оказались массивными. Это экспериментальный факт: бозоны открыты, их массы измерены, – и он имеет для теории те неприятные следствия, что по мере усложнения расчётов может возникнуть бесконечно большое число новых типов расходимостей, требующих введения бесконечного числа правил обращения с ними. А теория, требующая введения бесконечного числа постулатов – уже не теория. Механизм Хиггса помог вернуть слабым взаимодействиям перенормируемость, но прежде чем об этом рассказать, необходимо сделать два отступления.

### Что такое вакуум

Рассказывая о бозоне Хиггса, приходится отказываться от многих привычных представлений. В частности, от взглядов на вакуум как на пустое пространство. В современном определении вакуумом называется не пустота, а состояние с наименьшей возможной энергией. При этом вакуум может быть наполнен физическими полями самой разной природы. Как примеры, можно привести и электронное море Дирака (дырки в котором называются *позитронами*), и квантовые флуктуации всех существующих в природе полей, и уже упомянутый глюонный конденсат. Материальное наполнение вакуума может не ощущаться, как не ощущается в обычной жизни атмосферное давление. Но мы замечаем возмущения над ровным фоном – и вот их считаем частицами.

Тема сегодняшнего разговора – поле Хиггса. В теории постулируется его взаимодействие с самим собой в такой форме, что график зависимости плотности энергии поля от величины поля выглядит как показано на рисунке. Наш график упрощён, поскольку поле Хиггса может принимать и комплексные значения, и кроме того, обладает слабым изотопическим спином. Но для качественных рассуждений эти усложнения пока не важны. Важно, что состояние с нулевой плотностью поля не является энергетическим минимумом и потому неустойчиво. Устойчив любой из минимумов, расположенных справа или слева, и наша система обязательно скатится в один из них; в какой именно – дело случая (спонтанный выбор природы), но величина поля Хиггса в этом состоянии будет ненулевой. Весь график как целое симметричен, но состояние, отвечающее физическому требованию минимальности энергии, оказывается несимметричным.



Тут есть аналогия со спонтанным намагничиванием ферромагнетиков: у них наименьшее энергетическое состояние тоже соответствует ненулевому макроскопическому магнитному полю. Направление поля может быть любым, но абсолютная величина его равна не нулю, а вполне определённое значение. Все направления в пространстве в исходных уравнениях магнетизма равноправны, но их равноправие в физически реализовавшейся системе утратилось – из равных возможностей система сама выбрала одну. Произошло так называемое *спонтанное нарушение симметрии*.

### Что такое масса

Взаимодействие частиц с заполняющим всё пространство полем Хиггса приводит к появлению у частиц массы. Достаточно строгие научные аналогии можно снова найти в физике твёрдого тела. Так, электрон проводимости движется в кристалле как частица с некоторой эффективной массой, сильно отличающейся от его истинной массы. Эта «масса»

есть в действительности результат взаимодействия электрона с окружающей средой. Для вычисления проводимости удобнее пользоваться эффективной массой, чем мучиться с полным описанием среды. Так же удобно и вполне допустимо считать частицей и дырку в полупроводнике  $p$ -типа. Мы понимаем, что дырка не истинная частица, и что электрон имеет совсем иную истинную массу, но только потому, что электрон можно вынуть из кристалла и исследовать изолированно. Физика – наука экспериментальная, и этот тезис имеет далеко идущие философские следствия. Если принципиально не существует эксперимента, способного различить два объекта (или понятия), значит это тождественно один и тот же объект. Мы никогда не можем вынуть элементарную частицу из вакуума, то есть из пространства, – и поэтому масса, приобретённая ею от взаимодействия с вакуумом Хиггса, и есть истинная.

### Как оно работает

Настало время подвести некоторые итоги. Потенциал поля Хиггса был постулирован в такой форме, что наименьшему состоянию (вакууму) отвечает ненулевая плотность поля. В теории постулируется также взаимодействие фундаментальных частиц с полем Хиггса, и в результате они приобретают массу, пропорциональную вакуумному среднему полю Хиггса. Отличие от ситуации, когда масса изначально задаётся «руками» (так называемое *жёсткое введение массы*) в том, что масса, введённая через поле Хиггса (так называемое *мягкое введение*), не есть постоянная величина. Она меняется, если меняется поле Хиггса.

Среднее значение поля Хиггса меняется при увеличении энергии системы – если энергия достаточно велика, поле Хиггса свободно перекачивается между потенциальными ямками, и его среднее значение стремится к нулю. Восстанавливается наша спонтанно нарушенная симметрия – а тогда снова работает теорема о перенормировках. В симметричной системе наиболее вредные расходимости сокращаются, а остаются только те, с которыми мы умеем справляться процедурой перенормировки.

Теории, где переносчики взаимодействий уже изначально безмассовы, как фотоны в электродинамике и глюоны в хромодинамике, перенормируемы без дополнительных усилий. В случае же слабых взаимодействий безмассовость его носителей и перенормируемость теории достигается с помощью механизма спонтанного нарушения (или восстановления) симметрии, который обеспечивает переход от массивных  $W$ - и  $Z$ -бозонов при низких энергиях (в области, доступной для измерений) к безмассовым бозонам при высоких энергиях. Получается почти афоризм – механизм Хиггса не столько объяснил происхождение массы, сколько помог от этой массы избавиться.

### Стандартная модель

Механизм Хиггса не только технически обеспечил перенормируемость, но и позволил включить теорию

слабых взаимодействий в общую схему, где все (столь казалось бы разные) взаимодействия удаётся описать с единых позиций и вывести для них основные уравнения из единого общего принципа. Этот принцип носит название *локальной калибровочной инвариантности*.

В общей схеме взаимодействия построены по одному образцу и отличаются только устройством соответствующего заряда. Проще всего электрический заряд – это число. Слабый заряд в математическом отношении похож на спин, но принимает различные направления не в нашем обычном пространстве, а в своём калибровочном (слабом изотопическом). Состояние системы задаётся уже не одним числом, а двумя: полным слабым спином и его проекцией на некоторую ось в калибровочном пространстве. Правила сложения для слабого спина такие же, как для обычного спина. Сильный заряд называется *цветом*. Он тоже похож на спин, только ещё посложнее. Калибровочное пространство у него не трёхмерное, а восьмимерное, а состояние системы описывается тремя числами: *полным цветом* и его проекциями на две некоторые оси в калибровочном пространстве. Состояния с различным *полным цветом* характеризуются размерностью неприводимого представления цветной группы.

Принцип локальной калибровочной инвариантности заключается в том, что условные наблюдатели, расположенные в разных точках пространства, могут устанавливать ориентацию осей в калибровочном пространстве произвольным образом (единственное ограничение – изменение калибровочной системы координат должно происходить от точки к точке непрерывно), но при этом постулируется, что уравнения движения частиц должны при любом выборе выглядеть одинаково. Как удовлетворить этому требованию? Уравнения движения свободных частиц (кварков, электронов или других лептонов) содержат производную, и теперь в ней запутывается как «истинное» изменение волновой функции частицы, так и «кажущееся», связанное с изменением системы координат. Избавиться от лишнего слагаемого в производной можно с помощью дополнительных «компенсирующих» полей. То есть в дополнение к исходным полям для лептона или кварка в систему уравнений вводятся другие поля, тоже меняющиеся при повороте осей в калибровочном пространстве, но так, чтобы это изменение в точности компенсировало «лишние» члены. Так вот, для электрического заряда таким компенсирующим полем является электромагнитное – вместе с вытекающими прямо из калибровочного принципа уравнениями Максвелла. Для слабого заряда это поля  $W^{\pm}$ - и  $Z^0$ -бозонов, а для сильного заряда – поля глюонов. Аналоги уравнений Максвелла в двух последних случаях называются уравнениями Янга–Миллса. Совокупность теорий для сильных, слабых и электромагнитных взаимодействий собственно и называется Стандартной моделью. Конечно вместе с перечнем всех фундаментальных частиц и их классификацией по типу зарядов.

Трудность в том, что фермионы (электрон и другие лептоны, кварки) участвуют в слабых взаимодействиях по-разному в зависимости от своей спиральности (проекция спина частицы на её импульс). Это экспериментальный факт; но для массивных частиц спиральность не определена строго. Если у частицы масса ненулевая, то её всегда можно «обогнать», то есть перейти в систему отсчёта, где импульс частицы имеет противоположное направление, а тогда с ним изменяет знак и спиральность. Но если «заряд», характеризующий взаимодействие, нельзя определить строго, то рушится наша красивая схема с выводом всех уравнений из единого принципа, составляющая суть Стандартной модели.

Выручает гипотеза спонтанного нарушения симметрии. Построение теории начинается тогда с ненарушенной симметрии, где уравнения все калибровочно-инвариантны, масс у частиц нет, спиральность определена однозначно и заряды сохраняются. Уравнения Янга–Миллса чётко выводятся из калибровочного принципа. После спонтанного нарушения симметрии возникает вакуумный конденсат Хиггса, частицы приобретают массу, а вместе с тем перестаёт сохраняться и слабый заряд. Заметим, что вакуум приобрёл слабый заряд, аккумулированный в конденсате Хиггса. И теперь причину несохранения слабого заряда легко увидеть в незамкнутости системы – частицы обмениваются слабым зарядом с вакуумом.

Осталось навести ясность со степенями свободы. Мы знаем, что у массивных частиц с единичным спином возможных состояний поляризации три (два поперечных и одно продольное), а у безмассовых, подобно фотону, только два поперечных. У безмассовых предтеч  $W^\pm$  и  $Z^0$  бозонов в мире ненарушенной симметрии было по два состояния поляризации, а у массивных после нарушения симметрии стало по три. Но откуда? А дело в том, что в мире ненарушенной симметрии у Хиггсова поля была не одна степень свободы, а четыре: в начале статьи упоминалось, что поле Хиггса принимает комплексные значения (а комплексное число эквивалентно двум действительным) и что оно обладает слабым спином (который в калибровочном пространстве может быть направлен «вверх» или «вниз»). И не случайно я назвал безмассовые поля в мире ненарушенной симметрии *предтечами калибровочных бозонов*, а не самими бозонами, потому что они превратились в известные нам фотон,  $W^\pm$ - и  $Z^0$ -бозоны не прямо, а образовав друг с другом некоторую квантовую суперпозицию. В этой суперпозиции поучаствовали и поля Хиггса. И в результате три из четырёх хиггсовых степеней свобо-

ды поглотились векторными бозонами и стали в них продольными компонентами векторов поляризации. И только одно хиггсово поле осталось под своим прежним именем – вот его-то мы и открыли в ЦЕРНе.

И обратим внимание на одно важное обстоятельство. Спонтанное нарушение симметрии нарушило равноправие осей в слабом изотопическом пространстве, но не нарушило равноправия осей в обычном пространстве. Симметрию обычного пространства не удалось бы сохранить, если бы у Хиггсова бозона был ненулевой спин – тогда направление вдоль спина вакуумного конденсата оказалось бы выделенным, как в примере с ферромагнетиками. Отсюда с неизбежностью вытекает, что никаким иным, кроме скалярного, поле Хиггса быть не могло. Но если бы не удалось открыть бозон Хиггса как новую фундаментальную частицу, то оставалась ещё возможность организовать его как составной объект (аналогичный конденсату куперовских электронных пар в теории сверхпроводимости). Не исключено впрочем, что и нынешний бозон Хиггса обнаружит при более высоких энергиях свою составную структуру.

#### Что было бы, если бы...

А что было бы, если бы в природе не было слабых взаимодействий? Тогда бы не светило Солнце, потому что два протона, столкнувшись, не могли бы превратиться в ядро дейтерия, – а это первый шаг в цепочке реакций, превращающих водород в гелий и служащих главным источником солнечной энергии.

А что, если бы слабые калибровочные бозоны были безмассовыми? Тогда, вероятнее всего, Солнце было бы больше, чем орбита Земли и даже чем орбита любой из планет. Размер звезды определяется равновесием между силами тяготения, зависящими от массы звезды, и тепловым давлением, зависящим от интенсивности энерговыделения в ядерных реакциях. С безмассовыми  $W$ -бозонами превращение водорода в дейтерий шло бы намного легче и быстрее, и тепловое давление не позволило бы Солнцу сжаться до его нынешних размеров.

В обоих случаях жизнь в известной нам форме была бы невозможна.

#### Литература

1. Olive K.A. et al. (Particle Data Group), *Chin. Phys. C*, 38, 090001 (2014); [http://pdg.lbl.gov/2014/tables/contents\\_tables.html](http://pdg.lbl.gov/2014/tables/contents_tables.html)
2. Окунь Л.Б. Лептоны и кварки. М.: Наука, 1990.



**Сергей Павлович Баранов** – потомственный учёный (родители познакомились друг с другом в аспирантуре ФИАН и посвятили жизнь научной работе), окончил физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова в 1979 г. (кафедру квантовой статистики). В 2000 г. защитил докторскую диссертацию в ФИАНе, в нём же и работает (сейчас – ведущий научный сотрудник). Основная тематика – квантовая хромодинамика; более узко – рождение связанных состояний тяжёлых кварков (кваркониев). Наград нет, детей нет, есть любимая женщина. Основные хобби – поспать и поесть, любит также путешествия, бег и лыжи на стайерские дистанции, плавание. Эпизодически вспоминает рисование. Коллекционирует монеты.

# Профильный экзамен-2014



Даны задачи (с решениями) профильного экзамена, проведённого в июле 2014 г. как обязательной части приёмных экзаменов на физический факультет в МГУ им. М.В. Ломоносова и физический факультет его Севастопольского филиала. От этого экзамена освобождались только победители олимпиад I и II уровня (а том числе олимпиады «Ломоносов») – они сразу зачислялись вообще без экзаменов, и призёры этих олимпиад (за ДВИ получали 100 баллов).

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** МГУ им. М.В. Ломоносова, Севастопольский филиал МГУ, профильный экзамен

БУХАНОВ В.М., ГРАЧЁВ А.В.,  
ЗОТЕЕВ А.В., проф. КОЗЛОВ С.Н.,  
ЛУКАШЁВА Е.В., НЕВЗОРОВ А.Н.,  
НЕТРЕБКО Н.В., НИКИТИН С.Ю.,  
ПЛОТНИКОВ Г.С., ПОГОЖЕВ В.А.,  
ПОЛЯКОВА М.С.,  
проф. ПОЛЯКОВ П.А.,  
СКЛЯНКИН А.А., ЧЕСНОКОВ С.С.  
sergeychesnokov@mail.ru,  
ЧИСТЯКОВА Н.И.  
физфак МГУ  
имени М.В. Ломоносова, г. Москва

Дополнительное вступительное испытание (ДВИ) по физике проводилось 12.07.2014 г. одновременно в Москве и Севастополе. Оно являлось *обязательным* для всех поступающих на физфак МГУ им. М.В. Ломоносова и физфак Севастопольского филиала МГУ, за исключением победителей олимпиад I и II уровня (а том числе олимпиады «Ломоносов»), которые сразу зачислялись вообще без экзаменов, а также призёров этих олимпиад, которые за ДВИ автоматом получали 100 баллов и участвовали наравне с другими абитуриентами в общем конкурсе (ЕГЭ по математике + ЕГЭ по русскому языку + ЕГЭ по физике + ДВИ).

Типовое задание для абитуриента охватывало все основные разделы программы по физике для поступающих в МГУ: • механику • молекулярную физику и термодинамику • электродинамику • оптику. По каждому разделу абитуриенту предлагались краткий вопрос по теории и дополняющая его задача. На выполнение всего задания отводилось четыре астрономических часа. Ниже приводятся примеры заданий профильного экзамена.

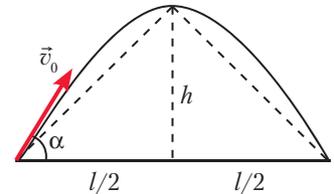
## I. Механика

**I-1.** Дайте определение скорости материальной точки. Сформулируйте закон сложения скоростей.

**Задача.** Под каким углом  $\alpha$  к горизонту нужно бросить тело, чтобы прямые, проведённые из точки бросания и точки падения в точку максимального подъёма тела, составляли между собой прямой угол? Считайте, что точки бросания и падения находятся

на одном горизонтальном уровне, а сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

**Решение.** Поскольку точка максимального подъёма тела находится на равных расстояниях от точек бросания и падения тела, для выполнения условия задачи дальность полёта тела  $l$  должна вдвое превышать высоту максимального подъёма тела  $h$ , то есть  $l = 2h$  (см. рисунок). Поскольку дальность полёта тела, брошенного со скоростью  $v_0$  под углом  $\alpha$



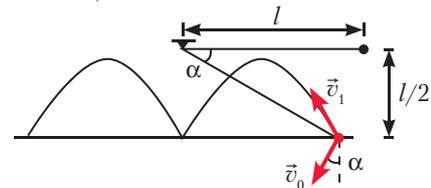
к горизонту,  $l = 2 \frac{v_0^2}{g} \sin \alpha \cos \alpha$ , а максимальная высота подъёма тела  $h = \frac{v_0^2}{2g} \sin^2 \alpha$ , то  $\operatorname{tg} \alpha = 2$ . Отсюда  $\alpha = \operatorname{arctg} 2 \approx 63^\circ$ .

**Ответ.**  $\alpha = \operatorname{arctg} 2 \approx 63^\circ$ .

**I-2.** Дайте определение силы тяжести. Как сила тяжести зависит от высоты над поверхностью Земли?

**Задача.** К потолку комнаты прикреплен конец невесомой нерастяжимой нити длиной  $l = 4$  м. На другом конце нити закреплен маленький шарик. Расстояние от потолка до пола равно  $l/2$ . Слегка натянув нить, шарик отклонили так, чтобы нить приняла горизонтальное положение, а затем отпустили без толчка. В процессе движения шарик совершал с полом абсолютно упругие соударения. Пренебрегая влиянием воздуха, определите расстояние  $x$  между точками первого и третьего соударений шарика с полом. Числовой ответ выразите в метрах, округлив до десятых.

**Решение.** В момент  $t = 0$  первого удара шарика о пол его скорость  $\vec{v}_0$  направлена так, как показано на рисунке, то есть под углом  $\alpha = 30^\circ$  к вертикали (так как  $\sin \alpha = 1/2$ ), а её модуль равен  $v_0 = \sqrt{gl}$ . После первого абсолютно упругого удара о пол ско-



рость шарика станет равной  $\vec{v}_1$ . При этом модуль скорости не изменится, её горизонтальная составляющая останется неизменной, а вертикальная – изменит своё направление на противоположное. В результате шарик начнёт двигаться по параболе как тело, брошенное под углом  $\alpha$  к вертикали со скоростью  $\vec{v}_1$ . Второй удар шарика о пол произойдёт в

момент времени  $t_1 = 2\sqrt{\frac{l}{g}} \cos \alpha = \sqrt{\frac{3l}{g}}$  на расстоянии

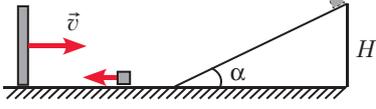
$s = \sqrt{gl} \cdot t_1 \cdot \sin \alpha = \frac{l\sqrt{3}}{2}$  от точки первого удара, то

есть в точке, расположенной прямо под точкой подвеса. Третий удар произойдёт в точке, находящейся на расстоянии  $2s$  от точки первого удара. Поэтому искомое расстояние  $x = 2s = l\sqrt{3}$ .

*Ответ.*  $x = 2s = l\sqrt{3} \approx 6,9$  м.

**И-3.** Дайте определение кинетической энергии материальной точки и системы материальных точек. Запишите формулу, связывающую изменение кинетической энергии тела и работу приложенных к телу сил.

**Задача.** Шероховатая наклонная плоскость, составляющая с горизонтом угол  $\alpha$ , имеет гладкий плавный переход на гладкую горизонтальную поверхность (см. рисунок). Небольшой брусок, соскользнув по наклонной плоскости с высоты  $H$  из состояния покоя, скользит по горизонтальной поверхности. Навстречу ему движется стальная плита, масса которой намного превышает массу бруска. С какой по модулю скоростью  $v$  должна двигаться плита, чтобы после абсолютно упругого удара об неё брусок поднялся по наклонной плоскости на ту же высоту  $H$ ? Коэффициент трения бруска о наклонную плоскость равен  $\mu$ .



*Решение.* Пусть  $u$  – модуль скорости движения бруска по горизонтальному участку после соскальзывания с наклонной плоскости. По закону изменения механической энергии бруска, имеем

$\frac{mu^2}{2} - mgH = A_{\text{тр}}$ , где  $A_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}}s$  – работа силы

трения скольжения,  $F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$  – модуль силы трения, а  $s = \frac{H}{\sin \alpha}$  – перемещение бруска от

верхней точки до основания наклонной плоскости.

Из записанных выражений следует, что  $u = \sqrt{2gH(1 - \mu \text{ctg} \alpha)}$ . Аналогично находим, что модуль минимальной скорости, которую должен иметь

брусок, чтобы подняться по наклонной плоскости на высоту  $H$ , равен  $u_1 = \sqrt{2gH(1 + \mu \text{ctg} \alpha)}$ . Учитывая, что после удара о плиту направление скорости бруска изменится на противоположное, а её модуль станет равным  $u_1 = u + 2v$ , приходим к равенству  $\sqrt{2gH(1 + \mu \text{ctg} \alpha)} = \sqrt{2gH(1 - \mu \text{ctg} \alpha)} + 2v$ .

*Ответ.*

$$v = \frac{1}{2}(\sqrt{2gH(1 + \mu \text{ctg} \alpha)} - \sqrt{2gH(1 - \mu \text{ctg} \alpha)}).$$

## II. Молекулярная физика и термодинамика

**П-1.** Дайте определение идеального газа. Запишите уравнение состояния идеального газа, указав смысл входящих в это уравнение величин.

**Задача.** С одноатомным идеальным газом проводят процесс, в котором внутренняя энергия газа пропорциональна квадрату объёма, который он занимает. Каково изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа в таком процессе, если газу сообщили количество теплоты  $Q = 20$  Дж?

*Решение.* Внутренняя энергия одноатомного идеального газа  $U = \frac{3}{2}\nu RT$ . По условию,  $U = \alpha V^2$ , где

$\alpha$  – некоторый постоянный коэффициент. В соответствии с уравнением Менделеева–Клапейрона,  $\nu RT = pV$ , поэтому в данном процессе  $p \sim V$ . Работу, совершённую газом, можно найти, вычислив площадь под графиком зависимости  $p$  от  $V$ , равную

$$A = \frac{1}{2}(p_1 + p_2)(V_2 - V_1) = \frac{1}{2}(p_1V_2 - p_1V_1 + p_2V_2 - p_2V_1).$$

Поскольку  $p \sim V$ , то  $p_1V_2 = p_2V_1$  и

$$A = \frac{1}{2}(p_2V_2 - p_1V_1) = \frac{1}{2}\nu R\Delta T.$$

Изменение внутренней энергии  $\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$ .

По первому закону термодинамики,  $Q = \Delta U + A$ .

В данном процессе  $Q = \Delta U + \frac{\Delta U}{3} = \frac{4}{3}\Delta U$ , откуда

$$\Delta U = \frac{3}{4}Q.$$

*Ответ.*  $\Delta U = \frac{3}{4}Q = 15$  Дж.

**П-2.** Какой пар называют насыщенным? Дайте определение относительной влажности воздуха.

**Задача.** В закрытом сосуде при температуре  $t_1$  находится воздух, относительная влажность которого  $\phi_1$ . Сосуд охлаждают до температуры  $t_2$ . При этом часть паров конденсируется и образуется вода мас-

сой  $m$ . Определите объём сосуда, если давление насыщенных паров при начальной температуре равно  $p_{н1}$ , а при конечной  $p_{н2}$ . Универсальная газовая постоянная  $R$ , молярная масса воды  $M$ .

*Решение.* Уравнения начального и конечного состояния пара имеют вид:  $\phi_1 p_{н1} V = \frac{m_1}{M} RT_1$  и  $p_{н2} V = \frac{m_2}{M} RT_2$ , где  $m_1$  и  $m_2$  – начальная и конечная

массы водяного пара,  $T_1 = t_1 + 273$ ,  $T_2 = t_2 + 273$ . Учитывая, что масса образовавшейся воды  $m = m_1 - m_2$ , из записанных равенств находим:

$$V = \frac{mR}{M(\phi_1 p_{н1} / T_1 - p_{н2} / T_2)}.$$

$$\text{Ответ. } V = \frac{mR}{M \left( \frac{\phi_1 p_{н1}}{t_1 + 273} - \frac{p_{н2}}{t_2 + 273} \right)}.$$

**II-3.** Как зависят давление и плотность насыщенного пара от температуры? При каких условиях происходит кипение жидкости?

**Задача.** В цилиндре под поршнем находился влажный воздух с относительной влажностью  $\phi = 60\%$ . При изотермическом уменьшении объёма воздуха в  $n = 3$  раза сконденсировалось  $m = 5$  г воды. Определите массу  $m_0$  пара, первоначально содержавшегося в цилиндре. Числовой ответ приведите в граммах, округлив до целых.

*Решение.* Согласно уравнению Менделеева–Клапейрона, до сжатия парциальное давление пара

в цилиндре было равно  $p_0 = \frac{m_0}{MV} RT$ , где  $R$  – универ-

сальная газовая постоянная,  $T$  – абсолютная температура воздуха,  $V$  – его объём,  $M$  – молярная масса воды. По определению, относительная влажность

$\phi = \frac{p_0}{p_n}$ , где  $p_n$  – давление насыщенного пара.

После сжатия пар достиг насыщения, и часть его сконденсировалась. В результате масса пара стала равной  $m_0 - m$ , а его объём (если пренебречь объёмом сконденсированной воды) равным  $V/n$ . По-

этому  $p_n = \frac{n(m_0 - m)RT}{MV}$ . Решая совместно приве-

дённые уравнения, получаем:  $m_0 = \frac{n\phi m}{n\phi - 1}$ .

$$\text{Ответ: } m_0 = \frac{n\phi m}{n\phi - 1} \approx 11 \text{ г.}$$

### III. Электродинамика

**III-1.** Что такое электродвижущая сила (ЭДС) источника? Сформулируйте условия существования постоянного тока в цепи.

**Задача.** Нагревательный элемент, подключённый к аккумулятору с внутренним сопротивлением  $r = 2$  Ом, развивает мощность  $N_1 = 50$  Вт. При подключении нагревательного элемента к двум таким аккумуляторам, соединённым последовательно, выделяемая в нагревателе мощность составила  $N_2 = 72$  Вт. Найдите сопротивление  $R$  нагревателя.

*Решение.* Мощность, развиваемая нагревательным элементом сопротивлением  $R$ , подключённым к аккумулятору с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивле-

нием  $r$ , равна  $N_1 = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(r + R)^2}$ . При подключении этого

же элемента к двум одинаковым аккумуляторам, соединённым последовательно, значения ЭДС и внутреннего сопротивления удваиваются. В этом случае

нагреватель развивает мощность  $N_2 = \frac{4\mathcal{E}^2 R}{(2r + R)^2}$ .

Составим отношение:

$$\frac{N_2}{N_1} = \frac{4(r + R)^2}{(2r + R)^2} \Rightarrow \sqrt{\frac{N_2}{N_1}} = \frac{2(r + R)}{2r + R}.$$

Выражая из последнего соотношения  $R$ , получа-

$$\text{ем: } R = 2r \frac{\sqrt{N_2 / N_1} - 1}{2 - \sqrt{N_2 / N_1}}.$$

$$\text{Ответ. } R = 2r \frac{\sqrt{N_2 / N_1} - 1}{2 - \sqrt{N_2 / N_1}} = 1 \text{ Ом.}$$

**III-2.** Что такое омическое сопротивление проводника? Запишите формулу для расчёта сопротивления однородной проволоки и укажите смысл входящих в эту формулу величин.

**Задача.** Две одинаковые лампы накаливания мощностью  $N_1 = 25$  Вт каждая, рассчитанные на напряжение  $U = 10$  В, подключены параллельно к аккумулятору с внутренним сопротивлением  $r = 1$  Ом. После того, как одна из ламп перегорела, её заменили лампой мощностью  $N_2 = 75$  Вт, рассчитанной на то же напряжение. Пренебрегая зависимостью сопротивления нити накала ламп от температуры, определите отношение  $n$  КПД аккумулятора во втором случае к КПД аккумулятора в первом случае.

*Решение.* По условию, сопротивление нити накала лампы можно считать постоянным, поэтому оно равно  $U^2/N$ . В первом случае, когда к аккумулятору под-

ключены параллельно две одинаковые лампы мощностью  $N_1$ , сопротивление цепи равно  $R_1 = \frac{U^2}{2N_1} + r$ ,

а во втором случае, когда к аккумулятору подключены параллельно две разные лампы мощностями  $N_1$  и  $N_2$ , сопротивление цепи равно  $R_2 = \frac{U^2}{N_1 + N_2} + r$ .

КПД  $\eta$  любого источника, по определению, равен отношению мощности  $W_n$ , выделяющейся на нагрузке, к мощности  $W_{\text{и}}$ , развиваемой источником:  $\eta = W_n / W_{\text{и}}$ . Нетрудно установить, что это отношение мощностей равно отношению сопротивления нагрузки  $R_n$  к полному сопротивлению цепи  $R_{\text{ц}} = R_n + r$ . Таким образом, КПД источника может быть вычислен по формуле  $\eta = \frac{R_n}{R_n + r}$ .

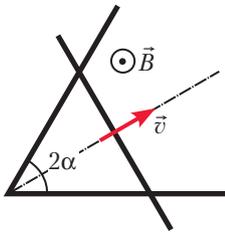
Следовательно, искомое отношение КПД равно

$$n = \frac{\eta_2}{\eta_1} = \frac{(R_2 - r)R_1}{(R_1 - r)R_2} = \frac{U^2 + 2N_1 r}{U^2 + (N_1 + N_2)r}$$

Ответ.  $n = \frac{U^2 + 2N_1 r}{U^2 + (N_1 + N_2)r} = 0,75$ .

**III-3.** Запишите закон Ома для полной цепи. Какие соединения источников вы знаете?

**Задача.** Прямолинейный проводник согнут под углом  $2\alpha = 60^\circ$  и помещён в однородное магнитное поле с индукцией  $B = 10^{-2}$  Тл, направленной перпендикулярно плоскости проводника на нас. Перпендикулярно биссектрисе угла по изогнутому проводнику двигают с постоянной скоростью  $v = 1$  м/с проводящую перемычку (см. рисунок).



Каковы величина и направление тока  $I$ , текущего по образовавшемуся контуру, если перемычка начала движение от вершины угла? Сопротивление единицы длины проводника и перемычки  $\rho = 1$  Ом/м.

**Решение.** Площадь, ограниченная контуром, образованным неподвижным проводником и движущейся перемычкой, в момент  $t$  равна  $S(t) = \frac{1}{2}vt \cdot 2vt \operatorname{tg} \alpha = v^2 t^2 \operatorname{tg} \alpha$ , а в момент  $t + \Delta t$  равна

$$S(t + \Delta t) = v^2 (t + \Delta t)^2 \operatorname{tg} \alpha = v^2 (t^2 + 2t\Delta t + (\Delta t)^2) \operatorname{tg} \alpha \approx v^2 (t^2 + 2t\Delta t) \operatorname{tg} \alpha$$

Следовательно, за малое время  $\Delta t$  площадь, ограниченная контуром, увеличивается на  $\Delta S = S(t + \Delta t) - S(t) = 2v^2 t \operatorname{tg} \alpha \cdot \Delta t$ .

По закону электромагнитной индукции Фарадея, в контуре возникает ЭДС индукции, модуль которой  $\mathcal{E} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = 2v^2 B t \operatorname{tg} \alpha$ .

Сопротивление контура определяется выражением  $R = \frac{2vt}{\cos \alpha} (1 + \sin \alpha) \rho$ . По закону Ома, ток в контуре,  $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bv \sin \alpha}{(1 + \sin \alpha) \rho}$ . Используя правило

Ленца, находим, что индукционный ток течёт по часовой стрелке.

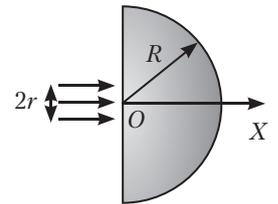
Ответ. Ток  $I = \frac{Bv \sin \alpha}{(1 + \sin \alpha) \rho} \approx 3,3$  мА течёт по

часовой стрелке.

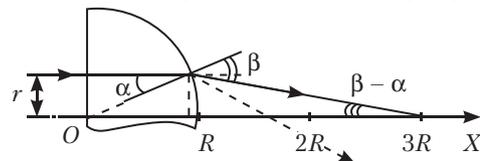
#### IV. Оптика

**IV-1.** Сформулируйте законы преломления света. Дайте определения абсолютного и относительного показателя преломления.

**Задача.** На плоскую поверхность находящегося в воздухе прозрачного полушара, радиус которого  $R$ , падает перпендикулярно к ней параллельный пучок света радиуса  $r \ll R$  (см. рисунок). На расстоянии  $2R$  от плоской поверхности полушара (то есть при  $x = 2R$ ) радиус светового пучка становится равным  $r/2$ . Определите показатель преломления материала, из которого сделан полушар. При расчётах учтите, что для малых значений аргумента  $\alpha$ , заданного в радианной мере, справедливо приближенное равенство  $\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$ .



**Решение.** Ход одного из крайних лучей, образующих световой пучок, показан на рисунке.



Плоскую поверхность полушара луч пересекает без преломления, а при выходе из полушара в воздух преломляется на сферической поверхности, причём, по закону Снеллиуса,  $\sin \beta = n \sin \alpha$ . Из рисунка видно, что условие задачи выполняется либо в точке с координатой  $x = 3R$  (сплошная линия), либо в точке с координатой  $x = \frac{5}{3}R$  (штриховая линия). Учитывая,

что пучок узкий и, следовательно,  $\alpha$  и  $\beta$  – малые углы, имеем приближенные равенства:  $\beta \approx n\alpha$ ,

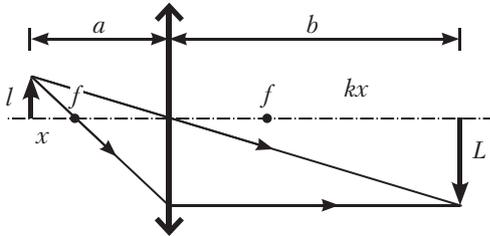
$$\frac{r}{R} \approx \alpha, \quad \frac{r}{2R} \approx \beta - \alpha, \quad \text{или} \quad \frac{3r}{2R} \approx \beta - \alpha.$$

Исключая из этих равенств  $\alpha$  и  $\beta$ , находим, что  $n_1 = 1,5$ ;  $n_2 = 2,5$ .

Ответ:  $n_1 = 1,5$ ;  $n_2 = 2,5$ .

**IV-2.** Какие линзы называются тонкими? Приведите примеры построения изображения предмета в собирающей и рассеивающей линзах.

**Задача.** Расстояние от предмета до переднего фокуса собирающей линзы в  $k = 4$  раза меньше, чем расстояние от заднего фокуса линзы до изображения. Определите увеличение  $\Gamma$ , даваемое линзой.



**Решение.** Обозначив расстояние от предмета до переднего фокуса через  $x$ , получаем, что расстояние от предмета до линзы  $a = f + x$ , а расстояние от линзы до изображения  $b = f + kx$  (см. рисунок).

По формуле линзы, имеем  $\frac{1}{f+x} + \frac{1}{f+kx} = \frac{1}{f}$ , где  $f$  – фокусное расстояние линзы.

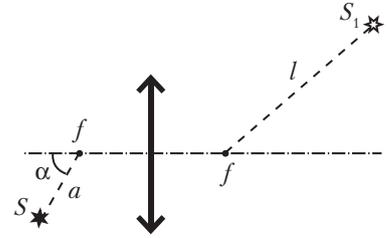
Упростив это выражение, получаем  $f = \sqrt{k} \cdot x$ .

Увеличение, даваемое линзой,  $\Gamma = \frac{L}{x} = \frac{b}{a} = \sqrt{k}$ .

Ответ:  $\Gamma = \sqrt{k} = 2$ .

**IV-3.** Запишите формулу тонкой линзы. Чему равно увеличение, даваемое линзой?

**Задача.** Точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $a = 2$  см от фокуса собирающей линзы на прямой, образующей угол  $\alpha = 60^\circ$  с главной оптической осью.



На каком расстоянии  $l$  от второго фокуса находится изображение  $S_1$  источника? Фокусное расстояние линзы  $f = 5$  см.

**Решение.** Построение изображения источника приведено на рисунке. Используя формулу тонкой линзы

$$\frac{1}{f + a \cos \alpha} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f},$$

находим расстояние от линзы до изображения

$$b = f \left( 1 + \frac{f}{a \cos \alpha} \right).$$

Из подобия  $\triangle OAf_1$  и  $\triangle BCf_1$  следует равенство  $\frac{\sqrt{a^2 \sin^2 \alpha + f^2}}{f} = \frac{l}{b-f}$ .

Решая записанные уравнения, получаем, что  $l = \frac{f}{\cos \alpha} \sqrt{f^2 + a^2 \sin^2 \alpha}$ .

Ответ.

$$l = \frac{f}{\cos \alpha} \sqrt{f^2 + a^2 \sin^2 \alpha} = 10\sqrt{7} \text{ см} \approx 26,5 \text{ см}.$$



В январе 1973 г. советский «Луноход» – первый в мире аппарат, работающий на поверхности другого небесного тела, съехал на лунный грунт. Он проработал 11 лунных дней (10,5 земных месяцев), проехав 10,54 км. 14.06.2012 г. Международный астрономический союз утвердил названия для 12 кратеров по трассе «Лунохода-1» по именам экипажа, дистанционно управлявшего аппаратом: Альберт, Леонид, Коля, Валера, Боря, Витя, Костя, Гена, Игорь, Слава, Николай, Вася.

(Подробнее см. № 4/2013 и [http://planetarynames.wr.usgs.gov/images/Lunar/Lunokhod-1\\_traverse\\_map\\_Luna\\_17.pdf](http://planetarynames.wr.usgs.gov/images/Lunar/Lunokhod-1_traverse_map_Luna_17.pdf).) Сейчас дистанционно управляемые аппараты *Curiosity* и *Opportunity* (США) исследуют планету Марс (см. № 4/2014 и с. 64 текущего номера), готовится пилотируемый полёт.

# Учительские заметки

Фрагменты кружковых занятий из дневника учителя. Продолжение серии статей, см. № 7–8, 9/2015.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** кружковые занятия, невесомость, 9 кл.

**Б.Л. ДРУЖИНИН**  
bdruzhinin@mail.ru,  
г. Москва

## 3. Невесомость Куда пропал вес?

В конце года мы со старшеклассниками занимались повторением пройденного материала. У доски отвечала симпатичная девчужка, впоследствии отличившаяся на каком-то долгоиграющем телевизионном шоу. А пока Жанна рассказывала про закон всемирного тяготения.

– Хорошо космонавтам, – позавидовала она. – На них гравитация не действует.

– Ты уверена?

– Да. Нам давным-давно на уроках природоведения так рассказывали.

Посмотрел у внучки учебник «Окружающий мир» для 2-го класса (Вахрушев А.А., Бурский О.В., Родыгина О.А. Окружающий мир: Наша планета Земля). Чёрным по белому написано «Земное притяжение на корабле (космической станции) перестаёт действовать». Лучше бы ничего не писали (в более поздних переизданиях это место, правда, исправлено). Предложил ребятам прочитать на каникулах Жюль Верна «Из пушки на Луну» и «Вокруг Луны».

### Из пушки на Луну

Зимние каникулы пролетели быстро. Предложенные романы прочитали все, и так увлеклись, что принялись за остального Верна. Коротко: из гигантской пушки выпускают в сторону Луны снаряд с тремя путешественниками внутри. По мере удаления от Земли их вес уменьшается и, наконец, наступает состояние невесомости.

«Но как раз в этот день утром, около одиннадцати часов, Николь уронил стакан, и, к общему изумлению, стакан не упал, а повис в воздухе.

– Вот так штука! – воскликнул Ардан. – Вот тебе и законы физики!

Действительно: различные предметы, оружие, бутылки, брошенные и предоставленные самим себе, словно чудом держались в воздухе... Человеческая фантазия создавала людей, лишённых отражения, лишённых тени! А тут сама реальность благодаря равновесию сил притяжения двух планет создала людей, лишённых веса!»

Примерно так же написал о невесомости в 1911 г. Хьюго Гернсбек в своих романах «Ральф 124 С 41+», «Современное электричество», которого в США считают отцом-основателем научной фантастики. (Это они умеют. Всё могут повернуть так, что остальной мир им обязан. А то, что Жюль Верн издал свой первый фантастический роман ещё в 1863 г., а Герберт Уэллс в 1895 г., то есть, задолго до Гернсбека, в США или не знали, или просто забыли. А ведь были ещё и Джонатан Свифт, и Анатоль Франс, и многие другие. И спутник они вторыми запустили, и человека отправили в космос тоже вторым, и на Луне побывали только после барона Мюнхгаузена. А что до их нанотехнологий, то пусть попробуют вручную блоху подковать, как это сделал у нас два с лишним века назад Алексей Сурнин, больше известный по прозвищу «Левша».)

Предлагаю обсудить это место, предварительно заглянув в учебник.

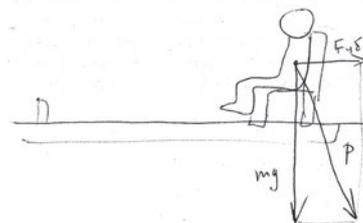
– «Вес тела – это сила, с которой тело действует на опору или подвес», – читает Оля.

– В моём учебнике не так, – возражает Миша. – Вот: «Вес тела – это сила, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на опору или подвес».

Интересуюсь, какое определение кажется ребятам ближе к истине?

– Ясно какое, – сразу отвечает Саша.

– Конечно, первое. Когда на карусели катаешься, то спинка кресла действует на тебя, создавая центростремительное ускорение. Ты, по третьему закону Ньютона, действуешь на кресло с такой же силой. Вес состоит из векторной суммы  $m\vec{g}$  и  $\vec{F}_ц$  и направлен под углом к вертикали.



### Невесомость

Прежде, чем обсуждать Жюль Верна, рассказываю о невесомости.

– Как следует из названия, невесомость – это отсутствие веса. Земля нас притягивает, и мы стремимся двигаться к её центру, но пол в классе нам не даёт этого сделать. Вот мы и давим на пол с силой, с которой нас Земля притягивает. А представьте такую

картину: чудак сидит на ветке дерева и пилит эту ветку. Пока он сидит, у него вес есть, им он на ветку действует. Но как только чудак ветку перепилит, лететь к Земле ему ничто мешать не будет, и веса у него тоже не будет. Так что пока чудак летит – он находится в состоянии невесомости. Если вы подпрыгните, то тоже окажетесь в состоянии невесомости. Естественно, мы пренебрегаем сопротивлением воздуха.

И сразу следует стандартный вопрос.

– Откуда же на космической станции невесомость берётся?

Вместо ответа предлагаю взять верёвочку и привязать к одному концу какой-нибудь небольшой грузик – ключи или что-нибудь в этом роде – и раскрутить эту конструкцию. Через минуту появляются три «экспериментальных установки».

– Чувствуете? Ключи стремятся улететь, а верёвочка сдерживает. Сила натяжения верёвочки – это центростремительная сила. Когда спутник вращается вокруг Земли, он тоже стремится улететь от неё, но не может. Роль верёвочки играет гравитационное притяжение. Причём спутник сам выбирает орбиту, на которой центростремительная сила совпадает с силой притяжения.

– А как он выбирает? – интересуется Лена. – Я понимаю, когда кролик делает выбор между морковкой и капустой. А спутник-то неживой.

– Ты сама это сделаешь, – предлагаю Лене выйти к доске. – Пусть спутник летит по круговой орбите радиуса  $R$  со скоростью  $v$ . Напиши формулы центростремительной силы и гравитационного притяжения Земли и спутника, приравняй их и получи выражение для  $R$ .

– А какая масса у спутника?

– Любая. Сейчас поймёшь, почему. Массу Земли обозначь  $M$ , гравитационную постоянную  $G$ . (Лена

записывает:  $\frac{mv^2}{R} = \frac{GmM}{R^2} \Rightarrow R = \frac{GM}{v^2}$ .)

– Всё ясно, – говорит Саша. – Если скорость увеличить, то радиус орбиты уменьшится, и наоборот, если скорость уменьшить, то радиус вырастет.

– Понятно, – подводит итог Катя. – На правильной орбите вся сила тяготения расходуется на то, чтобы спутник поворачивать.

## Гравитация

Но тут появляется ещё один стандартный вопрос.

– А почему все тела притягиваются?

– В своё время племянница Ньютона Катарина Барто поведала Вольтеру историю про Ньютона и яблоко, наблюдая за падением которого, тот открыл закон всемирного тяготения. Ньютон понял, что все тела падают вниз, потому что притягиваются Землёй. Почему притягиваются – он не знал. И сейчас

никто не знает. Так устроена Вселенная. К 1915 г. Альберт Эйнштейн разработал новую теорию гравитации. Согласно его общей теории относительности (ОТО), около всех тел искривляется четырёхмерное пространство (три привычные нам пространственные координаты и четвёртая, зависящая от времени), вследствие чего тела испытывают взаимное притяжение. А почему пространство вблизи массивного тела искривляется? Так устроена Вселенная.

– Гравитация действует на расстоянии, ей не нужны промежуточные звенья, – продолжаю рассказ. – Если на тело действуют только силы гравитации, то оно просто падает в направлении результирующего вектора этих сил. Тело находится в состоянии невесомости. На карусели механическая сила действует при контакте со спинкой кресла, и тело действует на спинку с такой же силой, и эта сила изменяет вес. Если раскрутить карусель на космической станции, то сила, прижимающая тело к спинке, и будет весом этого тела.

В некоторых проектах, заглядывающих в далёкое будущее, предполагают создать искусственную тяжесть именно благодаря центробежному эффекту. В огромном вращающемся «бублике» центробежная сила будет прижимать человека (и всё остальное) к внешней стенке.

## Снова из пушки на Луну

Предлагаю вернуться к роману Жюль Верна.

– Итак, из гигантской пушки выпускают в сторону Луны снаряд с тремя путешественниками внутри. По мере удаления от Земли их вес уменьшается и, наконец, наступает состояние невесомости. Так ли это?

– В момент выстрела находящихся внутри снаряда людей должно было просто расплющить, – уверенно говорит Саша. – Но тогда роман не стоило и сочинять. Пока снаряд летел сквозь атмосферу, его тормозило не только притяжение Земли, но и сопротивление воздуха, из-за чего путешественники оказались бы прижатыми к носовой части снаряда. Но как только снаряд покинул атмосферу, они сразу должны были оказаться в невесомости и находиться в этом состоянии до новой встречи с атмосферой при возвращении на Землю.

– Правильно. Вне атмосферы снаряд тормозится с ускорением, определяемым силой тяготения, или, как определила Катя, сила тяготения целиком «расходуется» на торможение. И, вообще, любое тело, на которое действует только сила гравитации, находится в состоянии невесомости. Когда вы прыгаете с табуретки, то в «полёте» тоже испытываете невесомость, если пренебречь сопротивлением воздуха.

– Сразу после выхода романа Жюль Верну указали на допущенные им оплошности в описании состояния невесомости, – приходится заступаться за

писателя. – Он во всём разобрался, с критикой согласился, но в последующих выпусках ничего менять не стал. А жаль.

### Работа над ошибками

Через пару месяцев вернулись к этой теме. Ребята посмотрели телепередачу «Команда на Марс». В ней люди, причастные к космическим исследованиям, задавали космические же вопросы школьникам, а те должны были отвечать, по возможности правильно.

При обсуждении проблемы невесомости космонавт уверенно заявил, что на космической станции отсутствует тяготение. А ведь оно там присутствует! Оно вообще везде присутствует, от гравитации нигде не спрячется. А вес там действительно отсутствует. Невесомость – отсутствие веса. А весом называется сила, с которой тело действует на опору или подвес.

– А как же самолёт? – спрашивает Миша. – Когда он летит, у него тоже нет жёсткой опоры или подвеса, а вес есть.

– Опорой для него служит воздух. Грамотная геометрия крыла создаёт разность давлений воздуха под крылом и над ним, благодаря чему самолёт во время полёта не падает. За пределами атмосферы самолёт летать не сможет. Другое дело – ракета.

### Поехали!

Часто в фантастических мультфильмах изображают межпланетный полёт на ракете с обязательно работающим двигателем. Это понятно – надо показать движение. На самом деле ракету выводят на околосолнечную орбиту, представляющую очень вытянутый эллипс, и мчится эта ракета по инерции, а двигатель включают только для корректировки орбиты или для манёвров около нужной планеты. А иначе никакого топлива не хватит.

Первым по-настоящему испытал невесомость Юрий Алексеевич Гагарин во время своего исторического полёта на корабле «Восток». А скоро полетит корабль и к Марсу. На него, и на людей в нём будут действовать силы притяжения Солнца, Земли, Марса, других планет и далёких звёзд. Корабль летит по инерции, и он, и люди в нём ничего не весят. Но включили двигатель – и вес появился. Откуда он взялся? Ведь у корабля по-прежнему нет ни опоры, ни подвеса. Дело в том, что теперь на корабль действуют не только силы гравитации, но и сила тяги двигателя. Она-то и заменяет опору. Выключили двигатель – снова невесомость.

Кстати, Солнце, Земля, да и все звёзды, и другие космические тела, разгуливающие по своим орбитам, ничего не весят. Масса у них есть, а веса нет, поскольку все они воздействуют друг на друга только гравитацией.

## Рефераты электронных публикаций



**БЕЛЯЕВА С.Л.** polysaevolyceum@gambler.ru (МБНОУ лицей г. Полысаево, Кемеровская обл.). **Создание и использование логико-смысловых моделей как основы систематизации содержания учебного предмета «Физика» при подготовке к ЕГЭ.** Очень кратко представлена суть технологии дидактических многомерных инструментов (ДМИ, или ДМТ) и её основной инструмент – логико-смысловые модели (ЛСМ), которые каждый ученик самостоятельно строит по ходу изучения темы. Приведены примеры ЛСМ, построенных обучаемыми при изучении темы «Кинематика» (соответствующие п. 1.1.1–1.1.6 и 1.1.7 кодификатора).

**ЗАБОРЬЕВА О.М.** omzaboreva@list.ru (МОУ СОШ № 30 с УИОП имени С.Р. Медведева, г. Волжский, Волгоградская обл.). **Физические диктанты.** Презентации с послайдовыми аудио-файлами диктанта по четырём темам раздела «Механика»: 1. Кинематика; 2. Законы Ньютона. Силы в природе; 3. Законы сохранения. Работа; 4. Колебания и волны. (Подготовила **Коник Анастасия**, ученица 11 кл.) Для подготовки к ЕГЭ ученики должны знать физические формулы, как таблицу умножения. Поэтому так необходимы физические диктанты, и я часто провожу их в начале урока. По каждой теме в помощь учителю дан список формул для проверки.

**КАПЕЦКАЯ Г.А.** kapetskaya@mail.ru (гимназия г. Светлогорск, Респ. Беларусь). **Турнир юных физиков.** Сценарий последнего урока по физике в первой четверти, 6 кл. (7 кл. в школах России) и презентация к нему. Интеллектуальные игры популярны среди учащихся среднего и старшего возраста, они помогают проявлению способностей школьников, развитию творческого мышления. В них усвоение знаний происходит в деятельностной форме. Дух соревнования привлекает к участию в игре даже тех учеников, которые не проявляли особого интереса к изучению физики.



**МЕЛЕНТЬЕВА Е.Г.** taylin@mail.ru **Современные технологии на уроках физики в рамках ФГОС.** Кратко описаны результаты, достигаемые при использовании педагогических технологий: развитие критического мышления через чтение и письмо, технология проблемного обучения, кейс-технология, технология полного усвоения.



**МОРОЗОВА Л.В.** morozlyu@mail.ru (МБОУ СОШ № 18 имени Н.И. Жадовца, г. Кемерово). **Игра «Гусёк».** На любом уроке или внеклассном мероприятии дети с удовольствием играют в эту нехитрую игру, бросая кубик и передвигая фишки на игровом поле

в соответствии со своими ответами на подготовленные учителем вопросы. Чем больше пунктов на маршруте, тем азартнее проходит игра. Побеждает тот, кто первым дойдёт до финиша, а это случается только в том случае, если выпадает ровно столько очков, сколько пунктов на пути (если окажется больше, то возвращайся в начало маршрута и начинай сначала!) Оценки могут получить дети, не очень успешные в физике, – за рисунки на игровом поле, так и у них появляется возможность проявить себя

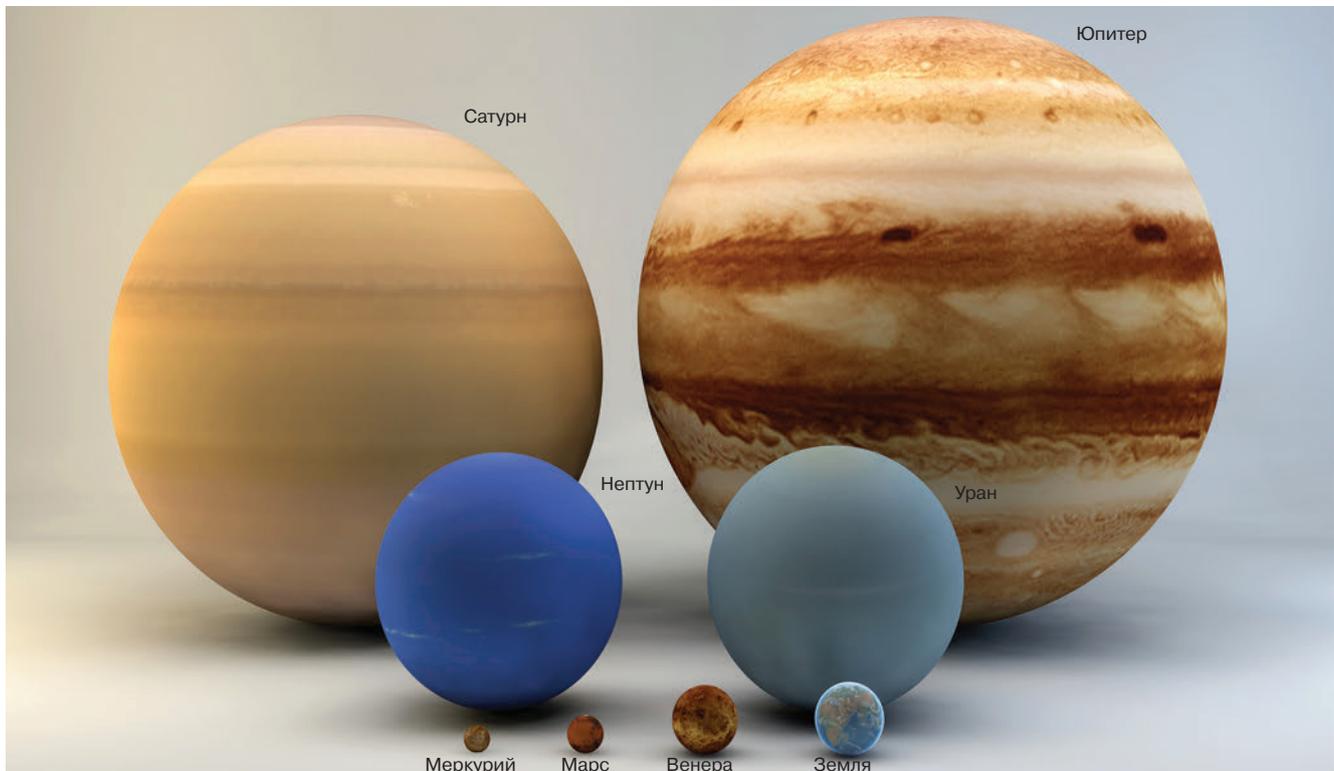


**ПЕСТРЕЦОВА И.В.** pland@kuzbass.net (МБОУ Верх-Чебулинская СОШ, п. Верх-Чебула, Кемеровская обл.). **Путешествие по планетам Солнечной системы, 4 кл.** Представлен сценарий урока, на котором в увлекательной игровой форме четвероклассники знакомятся с планетами Солнечной системы. Сделать урок наглядным, интересным и запоминающимся позволяет авторская модель Солнечной системы, см. фото. Её легко воспроизвести, все необходимые детали-накладки даны в приложениях.



Урок астрономии в 4-м классе у Ирины Витальевны Пестрецово

**ШЛЫК Н.С.** natskvor@gmail.com (БОУ СОШ № 2006 г. Москва). **Планеты земной группы.** Урок изучения нового материала – теоретическое групповое исследование в 10-м классе социально-гуманитарного профиля (3 ч/нед.). Слайды мультимедийной презентации (с названием, гипотезой и целью исследования) выводятся, когда учащиеся оформляют записи в тетради.



Относительные размеры планет Солнечной системы

Электронные формы учебников (ЭФУ) – важная составляющая обучения современных школьников



Формат:  EPUB 3.0

Поддерживает:   



## Акция «Новые возможности – каждой школе»

В рамках акции в 2015/16 учебном году издательство «ДРОФА» предоставляет всем образовательным организациям бесплатный доступ к электронным учебникам (ЭФУ)

Подробную информацию об условиях участия в акции «Новые возможности – каждой школе» можно получить на сайте [efu.drofa.ru](http://efu.drofa.ru) в разделе «Акции»



Электронные учебники издательства «ДРОФА» созданы в полном соответствии с требованиями приказа Минобрнауки России № 1559. Разнообразие методически обоснованных электронных образовательных ресурсов в сочетании с интуитивно понятным интерфейсом, удобной навигацией и встроенными возможностями автоматической адаптации к различным размерам экранов делает ЭФУ издательства «ДРОФА» уникальным образовательным продуктом, использование которого будет способствовать достижению лучших образовательных результатов.

ж у р н а л

# Физика – Первое сентября

## ПОДПИСКА НА ОДИН ЖУРНАЛ

НА ПОЧТЕ ПО КАТАЛОГУ «РОСПЕЧАТЬ» или НА САЙТЕ [www.1september.ru](http://www.1september.ru)

НА ПЕРИОД С 1 ЯНВАРЯ 2016 ПО 30 ИЮНЯ 2016 (I полугодие)



### Варианты подписки

- Печатная версия – **2200** р. (приходит на почтовый адрес)
- Электронная версия на CD – **800** р. (приходит на почтовый адрес)



- Электронная версия (приходит в Личный кабинет) – **500** р.

Подробности на сайте [www.1september.ru](http://www.1september.ru)

## ПОДПИСКА НА ВСЕ ЖУРНАЛЫ ДЛЯ ВСЕХ РАБОТНИКОВ ШКОЛЫ

НА ПЕРИОД С 1 АВГУСТА 2015 ПО 30 ИЮНЯ 2016 (весь учебный год)

Общероссийский проект



### Каждому учителю доступны в Личном кабинете

- 24 журнала (включая журнал «Физика»)
- 35 курсов повышения квалификации
- 460 брошюр по всем предметам

### Стоимость участия школы в проекте

- 6 тысяч рублей от школы за весь 2015/16 учебный год  
независимо от количества педагогических работников

Оформление участия в проекте – круглогодично на сайте [digital.1september.ru](http://digital.1september.ru)

Подписка на журнал и участие в проекте могут быть оформлены как от организации, так и от физического лица. При оформлении подписки **на сайте** оплата производится либо по квитанции в отделении банка, либо электронными платежами on-line



**Виктория** — ударный кратер на поверхности Марса в районе плато Меридиана (диаметр 750 м, глубина около 70 м). Марсоход *Opportunity*, преодолев 7 км от посадочного модуля, достиг кратера в сентябре 2006 г., исследовал Залив Утки (*Duck Bay*) и скалу мыс Верде (*Cape Verde*) и покинул его в августе 2008 г., проехав в общей сложности 40 км. Двигался он так долго, потому что из-за покрытия солнечных батарей пылью испытывал проблемы с энергией, которой не хватало для обеспечения и без того маломощных двигателей. Фото выполнено с орбитального космического аппарата *Mars Reconnaissance Orbiter* (США) в 2006 г. Кратер выбран в качестве начального меридиана Марса.

<http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1448451>



Северо-западная часть кратера «Виктория»: видны следы от марсохода (*Rover tracks*), он сам и даже тень от мачты, на которой установлена камера (*Camera mast shadow*)