

# ФИЗИКА №7

ISSN 2077-0049

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ГАЗЕТА ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ, АСТРОНОМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

1–15 апреля 2011

основана в 1992 г.

fiz.1september.ru



**12 апреля 2011 г.**

Международный день космонавтики,  
50 лет со дня первого полёта человека в космос.  
2011 –й год – Год памяти Ю.А. Гагарина

издательский дом  
**Первое сентября**

1september.ru

Ф И З И К А

индексы подписки

Почта России - 79147 (инд.); - 79603 (орг.)

Роспечать - 32032 (инд.);

- 32596 (орг.)

ГАЗЕТЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

**Первое сентября** – Е.Бирюкова,

**Английский язык** – А.Громушкина,

**Библиотека в школе** – О.Громова,

**Биология** – Н.Иванова,

**География** – О.Коротова,

**Дошкольное**

**образование** – М.Аромштам,

**Здоровье детей** – Н.Сёмина,

**Информатика** – С.Островский,

**Искусство** – М.Сартан,

**История** – А.Савельев,

**Классное руководство**

**и воспитание школьников** – О.Леонтьева,

**Литература** – С.Волков,

**Математика** – Л.Рослова,

**Начальная школа** – М.Соловейчик,

**Немецкий язык** – М.Бузова,

**Русский язык** – Л.Гончар,

**Спорт в школе** – О.Леонтьева,

**Управление школой** – Я.Сартан,

**Физика** – Н.Козлова,

**Французский язык** – Г.Чесновицкая,

**Химия** – О.Блохина,

**Школьный психолог** – И.Вачков

УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО «ЧИСТЫЕ ПРУДЫ»

Зарегистрировано ПИ № 77-7241 от 12.04.01

в Министерстве РФ по делам печати

Подписано в печать: по графику 02.03.11,

фактически 02.03.11 Заказ №

Отпечатано в ОАО «Чеховский

полиграфический комбинат»

ул. Полиграфистов, д. 1,

Московская область,

г. Чехов, 142300

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ:

ул. Киевская, д. 24, Москва, 121165

Тел./факс: (499) 249-3138

Отдел рекламы: (499) 249-9870

Сайт: 1september.ru

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:

Телефон: (499) 249-4758

E-mail: podpiska@1september.ru

Документооборот  
Издательского дома «Первое сентября»  
защищен антивирусной программой Dr.Web



# Содержание

## КОНКУРС «Я ИДУ НА УРОК»

3–6 С.Р. Шишулина  
Плотность вещества.  
Архимедова сила. 9 класс

9–17 И.П. Храпова  
Решение задач ЕГЭ на  
проверку экспериментальных  
умений. 11 класс

## УЧЕБНЫЕ ЗАНЯТИЯ

6 И.Э. Денисова  
Фотоэффект. 11 класс

7–8 Л.В. Ухова  
Давление на дно морей и  
океанов. Исследование  
морских глубин. 7 класс

## МЕТОДИКА

18–19 М.А. Бражникова  
О подготовке учащихся  
к выполнению заданий ЕГЭ  
на проверку эксперимен-  
тальных умений. 10–11 класс

## ЭКСПЕРИМЕНТ

20–21 А.А. Кудрявцев, В.Л. Шапов  
Интерактивные учебные  
пособия

## АСТРОНОМИЯ

22, 23 Проф. В.М. Чаругин  
26, 27 Звёздное небо в мае

28–29 В.Ф. Карташов  
Практические работы:  
созвездие Большой  
Медведицы

Только в физике соль!

# ФИЗИКА

Основана в 1992 г.

Выходит два раза в месяц

Газета распространяется по подписке

Цена свободная Тираж 4000 экз.

Тел. редакции: (499) 249-2883

E-mail: fiz@1september.ru

Internet: fiz.1september.ru

О возможности публикации автору  
сообщается, если к статье приложена  
открытка с обратным адресом. Подробное  
см. Правила в № 2/2011, с. 47 и на сайте  
газеты <http://fiz.1september.ru> в разделе  
Правила для авторов публикаций

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:

Роспечать:

инд. - 32032; орг. - 32596

электронная - 26119

Почта России:

инд. - 79147; орг. - 79603

электронная - 12757

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Н.Д. Козлова** (председатель, к. т. н.), **А.В. Берков** (к.ф.-м.н., доц. МИФИ),  
**К.Ю. Богданов** (к.ф.-м.н., д.биол.н., лицей № 1586 ЗАО), **М.А. Бражни-  
ков** (гимн. № 625), **В.А. Грибов** (к.ф.-м.н., доц. МГУ им. М.В. Ломоносова),  
**С.Я. Ковалева** (зам. гл. редактора, к.п.н., доц. ПаПО МО), **В.М. Чаругин**  
(проф. МПГУ, д.ф.-м.н., действительный член РАКЦ).

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

30–32 М.Ю. Демидова и др.  
Тренировочный вариант ЕГЭ.  
2011

33–38 К.Ю. Богданов  
Школьные олимпиады  
по физике в США

## НАУКА И ТЕХНИКА: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

Л.В. Пигалицын  
Новости

Л.С. Спектор  
Репортажи ленинградского  
радио в годы Великой  
Отечественной войны

## МАТЕРИАЛ К УРОКУ

19 К.Ю. Богданов  
ЕГЭ по-американски

42 Веб-квест «Физики в  
Великой Отечественной»

43 Б.В. Булюбаш  
Почему же, почему?..

44–45 Как это устроено?  
Сосудистые стенты

46 Иванов, к доске!

## ЮБИЛЕИ НАШИХ АВТОРОВ

38 Поздравляем Е.Б. Сазанову

К материалам, обозначенным этим символом,  
есть приложение на компакт-диске, вложенном в № 8/2011.



Научно-методическая газета  
для учителей физики,  
астрономии и естествознания

РЕДАКЦИЯ:

**Главный редактор:**

Нана  
Дмитриевна  
Козлова

**Консультанты:**

И.Д. Воронова,  
В.А. Козлов,  
Н.Ю. Милюкова

**Дизайн макета,  
обложка:**

И.Е. Лукьянов

**Корректурa и набор:**

И.С. Чугреева

**Вёрстка:**

Д.В. Кардановская

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

**Н.Д. Козлова** – председатель, **Л.Э. Ген-  
денштейн** (к.ф.-м.н., ИСМО РАО),  
**М.Д. Даммер** (проф., д.п.н., ЧГПУ,  
г. Челябинск), **М.Ю. Демидова** (к.п.н.,  
МИОО, 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. Мос-  
ква), **В.В. Майер** (проф., д.п.н., ГППИ,  
г. Глазов), **Н.С. Пурышева** (проф., д.п.н.,  
МПГУ, г. Москва), **Ю.А. Сауров** (проф.,  
д.п.н., чл.-корр. РАО, ВятГПУ, г. Киров),  
**А.А. Шаповалов** (проф., д.п.н., АГПА,  
г. Барнаул), **О.А. Яворук** (проф., д.п.н.,  
ЮГУ, г. Ханты-Мансийск, ХМАО).

# Плотность вещества. Архимедова сила



Комбинированный урок-практикум для подготовки к ГИА, 9-й класс

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** конкурс «Я иду на урок», урок-практикум, ГИА, тема «Плотность вещества. Архимедова сила», экспериментальные умения и навыки, 9 класс

**С.Р. ШИШУЛИНА**  
vetsh2007@yandex.ru,  
МОУ СОШ № 1, г. Фурманов,  
Ивановская обл.

**Цели урока:** ● образовательная – организация активной деятельности учащихся, основанной на применении знаний о плотности вещества и архимедовой силе для объяснения физических явлений, происходящих в повседневной жизни, и решения экспериментальных «задач роста» ● развивающая – развитие навыков самоконтроля, повышение стрессоустойчивости школьников, развитие самостоятельности в приобретении знаний при решении физических задач с использованием информационных технологий ● социально-психологическая – оказание помощи в выборе направления дальнейшего образования.

**Оборудование:** персональный компьютер, мультимедиа-проектор, интерактивная доска, программа MS PowerPoint 2003, мультимедийная презентация к уроку (представлена на диске к № 8/2011. – Ред.); для каждого учащегося – лист оценки ЗУН, справочные материалы из [1].

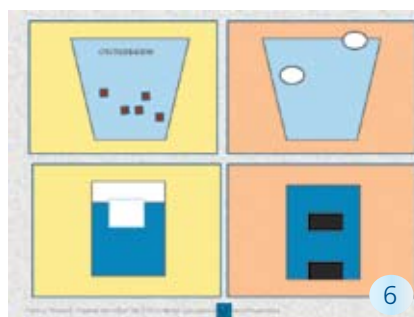
**Подготовка к уроку:** накануне с целью актуализации опорных знаний, подготовки к письменному отчёту по теме «Плотность вещества. Архимедова сила» и выбора индивидуальной познавательной траектории на дом были выданы тексты дифференцированных экспериментальных заданий (см. этапы II и III). Примерный план отчёта: ● Цель работы ● Тема работы ● Оборудование ● Схема или рисунок экспериментальной установки с пояснениями ● Цена деления измерительных приборов ● Результаты измерений ● Решение экспериментального задания ● Вывод (анализ результата).

## КОНСПЕКТ УРОКА

### I. Мотивация (5 минут)

**Методы педагогической поддержки развития самостоятельной личности:** самодиагностика (обучение анализу своих индивидуальных возможностей); самопрогнозирование (построение перспектив своего дальнейшего обучения).

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Представляет для визуального восприятия на слайде 2 информацию о структуре КИМ ГИА в виде таблицы [2]. Говорит о том, что в школе стала традиционной дифференциация учащихся при отборе в профильные физико-математические классы, и предлагает учащимся, проанализировав информацию, ответить на вопросы: Включение заданий какой части в работу позволяет осуществить отбор в физико-математический класс? Какие типы заданий содержит часть 3? Для определения типа заданий ч. 3, вызывающих наибольшие затруднения, предлагает учащимся поднять руки.	Те, кто уже имеет представление о структуре работы, обращают внимание ещё раз на части работы, число заданий, тип заданий, уровень сложности, максимальный первичный балл, что способствует повышению стрессоустойчивости учащихся при подготовке к экзамену. Отвечают на вопросы учителя, аргументируя своё мнение. Рассказывают, что часть 3 состоит из экспериментального задания (№ 23), расчётных задач (№ 24–25) и качественного вопроса (№ 26).
По результатам опроса учитель приводит гистограмму (слайд 3), которая наглядно демонстрирует значимость урока решения экспериментальных и, возможно, качественных задач.	Оценивая свои возможности, выбирают наиболее трудные для выполнения задания и поднимают руки.



Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Подводит учеников к формулированию темы и целей урока и записывает её на интерактивной доске электронным маркером в «режиме примечаний» (или предъясняет <i>слайд 4</i> ).	Используя полученную информацию, самостоятельно формулируют тему и определяют цели урока.

## II. Актуализация и контроль опорных знаний (5 минут)

*Методы педагогической поддержки развития самостоятельной личности:* проблемное обучение; интерактивность; взаимоконтроль.

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
<p>В ходе проверки домашнего задания проводит устный контроль знаний, организуя работу учащихся в парах (2 варианта) по интерактивному плакату (<i>слайд 5</i>) по теме «Плотность вещества. Архимедова сила». Удобная навигация позволяет провести его наглядно и оперативно.</p> <p><b>1 вариант</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Запишите формулу для вычисления плотности вещества.</li> <li>Объясните, как можно очистить воду от нерастворимых в ней веществ.</li> <li>Как рыбы регулируют глубину своего погружения.</li> <li>Изменится ли уровень воды в сосуде, если лёд, плавающий в воде, растает?</li> </ol> <p><b>2 вариант</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Запишите формулу для вычисления архимедовой силы.</li> <li>Плотность свежего куриного яйца близка к плотности воды. Объясните, как можно определить свежесть куриных яиц.</li> <li>Почему рыбам не нужны прочные скелеты?</li> <li>Чему равна архимедова сила, если тело плотно прижато ко дну?</li> </ol> <p>Для формирования целостной системы знаний по данным темам учитель совместно с учащимися сразу проверяет правильные ответы, ликвидируя пробелы в знаниях.</p>	<p>Отвечают устно на вопросы, появляющиеся на слайдах: для лучшего восприятия информации вопросы разных вариантов выделены цветом. При этом привлекают свой личный опыт для объяснения явлений, анализируют проблемные ситуации, используют логические умозаключения, устанавливают причинно-следственные связи.</p> <p>Работая со слайдами 5–6, переходят в интерактивный режим и с помощью электронного маркера в <b>режиме примечаний</b> записывают формулы и пояснения на интерактивной доске. Анимации (имитационные модели), фотографии слайдов 6–7 и удобная навигация с помощью гиперссылок делают проверку знаний быстрой и наглядной, что способствует созданию зрительных образов. По ходу выполнения заданий школьники заполняют строку «взаимоконтроль» в листе оценки ЗУН.</p>

## III. Комплексное применение знаний (10 минут)

*Методы педагогической поддержки развития самостоятельной личности:* практические занятия; дифференцированный подход; интерактивность.

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
<p>Разбивает класс на группы по 2–4 человека, формируя их по уровню обученности с учётом пожеланий учащихся. На следующих занятиях состав групп обязательно меняется. При визуальной проверке домашнего задания учитель обращает внимание на тех, кого по каким-либо причинам не было на предыдущем уроке физики, и выдаёт им структуру отчёта о работе. Предлагает всем группам решить экспериментальные «задачи роста» по теме «Плотность вещества» (<i>слайд 7</i>):</p> <p>№ 1. Используя рычажные весы с набором гирь, мензурку, сосуд с водой, тело цилиндрической формы, определите плотность вещества, из которого изготовлено тело.</p> <p>№ 2. Используя электронные весы, измерительную линейку, тело в форме параллелепипеда или цилиндра, определите плотность вещества, из которого изготовлено тело.</p> <p>№ 3. Используя динамометр, сосуд с водой, тело цилиндрической формы, определите плотность вещества, из которого изготовлено тело методом гидростатического взвешивания.</p> <p><b>Контрольный вопрос:</b> из какого вещества состоит тело.</p>	<p>Каждая группа выбирает индивидуальную траекторию выполнения экспериментальных заданий в зависимости от уровня обученности и домашней подготовки:</p> <p>№ 1 + контрольный вопрос (КВ) – обязательный минимум;</p> <p>№ 1...2 + КВ – повышенный уровень;</p> <p>№ 1...3 + КВ – высокий уровень).</p>

#### IV. Физкультминутка: экспресс-опрос (5 минут)

*Методы педагогической поддержки развития самостоятельной личности:* самореабилитация (смена видов деятельности); самоконтроль; педагогическая поддержки здоровья; интерактивность.

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Проводит экспресс-опрос по слайду 8. В зависимости от эмоционального климата в классе предлагает учащимся выбрать действия при ответах «да» или «нет». Изменится ли архимедова сила, если: ● изменить глубину погружения тела? ● изменить плотность жидкости? ● изменить плотность тела? ● увеличить объём тела? ● вращать тело на определённой глубине.	Выбирают действия, которыми они будут обозначать ответ «да» или «нет»: ● вставать–садиться ● поднимать правую руку–поднимать левую руку и тому подобное. Участвуют в экспресс-опросе, извлекая информацию со слайда, которая не содержится непосредственно в вопросе, анализируют её, переводят в словесную форму и выражают ответ «да»–«нет» действием. В порядке самоконтроля уровня усвоения учебного материала заполняют строку «самоконтроль» в листе оценки ЗУН.

#### V. Комплексное применение знаний (10 минут)

*Методы педагогической поддержки развития самостоятельной личности:* практические занятия; дифференцированный подход; исследование; интерактивность.

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Предлагает решить экспериментальные задачи по теме «Архимедова сила» (слайд 8): 1. Используя сосуд с водой, динамометр и тело цилиндрической формы, определите архимедову силу, действующую на тело, полностью погружённое в жидкость. 2. Определите вес жидкости, вытесненной телом при полном погружении его в жидкость, используя цилиндрическое тело, сосуд с водой, мензурку. 3. Исследуйте зависимость выталкивающей силы от глубины погружения (при полном погружении тела) и постройте график зависимости силы Архимеда от глубины погружения. <b>Контрольный вопрос:</b> сравните вес жидкости, вытесненной телом при полном погружении, с силой Архимеда.	Учащиеся каждой группы выбирают индивидуальную траекторию выполнения экспериментальных заданий в зависимости от уровня обученности и домашней подготовки к работе: № 1 + КВ – обязательный минимум; № 1...2 + КВ – повышенный уровень; № 1...3 + КВ – высокий уровень).

#### VI. Рефлексия (5 минут)

*Методы поддержки развития аналитико-рефлексивных способностей:* коллективный анализ деятельности; рефлексия; интерактивность.

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Мобилизует учащихся на рефлексию их деятельности, предлагая выбрать на слайде 10 этап выполнения экспериментального задания, который вызвал у них наибольшее затруднение: ● поставить цели работы ● собрать экспериментальную установку ● воспроизвести процесс ● произвести измерения ● обработать полученный результат. По результатам выбора строит гистограмму (слайд 11), которая наглядно показывает ему уровень затруднений учащихся при выполнении различных этапов экспериментальных заданий и стратегию дальнейших практических занятий.	Учащиеся оценивают успешность достижения целей урока, называют основные трудности в работе и в ходе совместного обсуждения находят способы их преодоления. Затем, анализируя свою деятельность, поднимают руки, выбирая наиболее трудный этап выполнения экспериментальных «задач роста».

#### VII. Подведение итогов, домашнее задание (5 минут)

*Методы педагогической поддержки развития самостоятельной личности:* выбор; интерактивность.

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
Подводит итоги урока и комментирует домашнее задание: ● составить экспериментальные задачи по теме «Плотность вещества. Архимедова сила» с использо-	Записывают домашнее задание,

Деятельность учителя	Деятельность учащихся
<p>ванием бытовых приборов ● оценить по трёхбалльной шкале уровень сложности задач ● решить составленные задачи, оформив отчёт по плану или в свободной форме. План отчёта: ● Цель работы ● Тема работы ● Оборудование ● Схема или рисунок экспериментальной установки с пояснениями ● Цена деления измерительных приборов ● Результаты экспериментальных измерений ● Решение экспериментального задания ● Вывод (анализ результата).</p>	<p>задают вопросы.</p>

### Литература

1. Лукашик В.И., Иванова Е.В. Сборник задач по физике для 7–9 классов общеобразовательных учреждений /15-е изд. М.: Просвещение, 2002.
2. Пурышева Н.С., Важеевская Н.Е., Камзеева Е.Е., Демидова М.Ю. Государственная итоговая аттестация выпускников 9 классов в новой форме. Физика. 2011/ ФИПИ. М.: Интеллект-Центр, 2011.



*Светлана Рюриковна Шишулина* – учитель физики высшей квалификационной категории, руководитель РМО учителей физики, председатель экспертной группы по аттестации учителей физики при муниципальной аттестационной комиссии. Окончила с отличием Ивановский Госуниверситет в 1993 г. Педагогический стаж

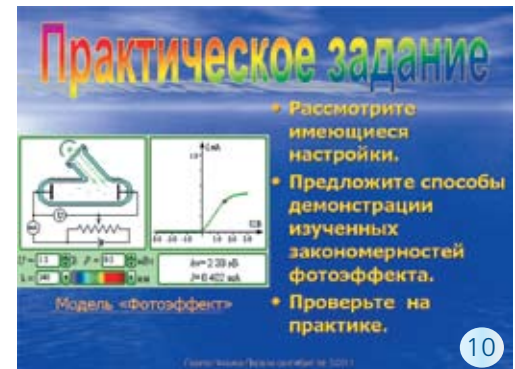
17 лет. С 2003 г. преподаёт физику в классах физматпрофиля. Ежегодно девятиклассники выбирают ГИА по физике. На протяжении трёх лет (2008–2010 гг.) качество их знаний по результатам ГИА составляет 100%, а средняя отметка выше, чем по Ивановской области и РФ в целом, как и результаты ЕГЭ по физике в 2006–2010 гг. Выпускники неоднократно получали лучшие баллы на ЕГЭ по физике в Ивановской области: ● 2007 г. – Карпанов Антон (87 баллов, ныне студент ИГЭУ) ● 2009 г. – Смалева Алина (100 баллов), Мольков Алексей (96 баллов) – студенты МФТИ ● 2010 г. – Чехомов Никита (94 балла), Гайворонская Алёна (88 баллов), Шишулин Олег (82 балла), – студенты ИГЭУ. Светлана Рюриковна является победителем национального конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России-2009» и областного конкурса «Искусство открывать таланты» (2008–2009), где представила авторскую программу «Развитие детской одарённости на уроках физики через систему профильного и предпрофильного обучения». За высокое качество знаний и творческую работу с одарёнными учащимися педагог получила благодарственные письма ИГАСУ, ИГЭУ, награждена грамотами департаментов образования Фурмановского муниципального района, Ивановской области и МОиН РФ. Замужем. Сын Олег 17 лет, студент ИГЭУ. Хобби – путешествия и выращивание роз.

## Фотоэффект

И.Э. ДЕНИСОВА

irina.e.denisova@gmail.com,  
(АСШ № 3, г. Андреаполь,  
Тверская обл.).

Презентацию (15 слайдов) к уроку «Фотоэффект» с переходом по гиперссылкам к видеофайлам «Наблюдение фотоэффекта» и «А. Эйнштейн» см. на диске к № 8/2011.



# Давление на дно морей и океанов.

## Исследование морских глубин

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** самостоятельная и групповая работа, тема «Давление», исследовательский метод, 7 класс

Комбинированный урок:  
ФИЗИКА + ЛИТЕРАТУРА,  
7-й класс

**Л. В. УХОВА**  
uh-fiz75@rambler.ru,  
МОУ СОШ № 14,  
г. Шахунья, Нижегородская обл.

К 7-му классу подростки читают всё меньше и меньше, а если и читают, то только то, что требуется для урока литературы. Причин много, перечислять нет смысла. Избежать «кризис чтения» можно, если регулярно вести разговор о книгах и о прочитанном, потому что книга и чтение – один из факторов развития интеллекта и духовности, социализации личности. Как классный руководитель я стараюсь пробудить интерес к чтению и у своих ребят, и у их родителей. Верный друг моего класса – заведующая детской центральной библиотекой Е.Е. Белых. Возникла традиция посещать библиотеку в школьные каникулы, встречаться с местными поэтами, проводить классные часы «Моё читательское открытие», «Аукцион книжных советов». Родительское собрание «Чтение – это труд души» показало заинтересованность родителей, помогло согласовать совместные действия.

А для уроков физики ученики готовят материал из цикла «Спорим, что вы не знали...», «ОИФ» (очень интересный факт по прочитанному об истории открытия, биографии учёного, новостях науки и техники). Дома у меня большая библиотека, которую начали собирать ещё мои родители – учителя физики и астрономии. Я приношу научно-популярную литературу и фантастику, книги из серии «Жизнь замечательных людей», «Жизнь замечательных идей» для выставок. Книги берут читать, возвращают, а по окончании школы многие сами дарят кабинету словари, задачки, книги.

Использование художественной, научно-популярной литературы на уроках – не новый приём, но в сочетании с информационно-компьютерной технологией – даёт хороший результат. Привожу пример такого урока на материале романа Жюль Верна «Двадцать тысяч льё под водой». Для подростков, которых трудно удивить книгой, Жюль Верн наивен, им требуется динамизм, чудо, волшебство в литературе и на экране, как в приключениях Гарри Поттера. Роман Жюль Верна – одна из вечных книг, помогающих воспитывать лучшие человеческие качества. Если позволяет время на уро-

ке, то можно рассказать о научных предвиденьях писателя, обогнавшего время на десятилетия.

Самостоятельная работа с научным или художественным текстом, документом формирует ключевые компетентности учащихся, а публичная защита работы развивает умения презентовать себя, формирует правильную устную речь.

**Задачи урока:** ● закрепление понятий, формул по теме «Давление жидкости на дно и стенки сосуда» ● создание условий для осуществления детьми мыслительных операций: сравнения, сопоставления, обобщения, анализа ● воспитание интереса к предмету через художественную литературу с помощью ИКТ-технологий, воспитание самостоятельности и сотрудничества.

**Оборудование:** интерактивная доска, проектор, компьютер, видеофильм «Одиссея Жака Кусто. Мир без солнца», карта полушарий, дидактические кубики, слайды к параграфу учебника [1], электронные иллюстрации снаряжения и аппаратов для исследования морских глубин (см. диск к № 8/2011), задания.

### Ход урока

#### I. Мобилизующий этап. Мотивация

(позволяет сформулировать тему урока и основную проблему: как, с помощью каких аппаратов можно исследовать морские глубины) (4 минуты)

*Учитель (после демонстрации фрагментов видеофильма «Одиссея Жака Кусто. Мир без солнца» и чтения отрывка из романа Ж. Верна [2]).* Так описывает море герой романа – благородный капитан Немо. Герои романа писателя-фантаста открывают тайны океана, путешествуя на подводной лодке. Фантастика, как жанр литературы, выражает желание человека, его мечту заглянуть на дно морское, узнать его обитателей, как это удалось былинному Садко, – научиться работать под водой.

#### II. Актуализация знаний (12 минут)

*Учитель.* Приступим к решению поставленной проблемы.

**Фронтальная беседа:** ● Что такое давление? Чем обусловлено давление жидкости на дно и стенки сосуда? ● В каких единицах выражается давление?

**Работа в парах.** С помощью дидактических кубиков составьте формулы (для самоконтроля ученик записывает их на интерактивной доске):

$$p = \frac{F}{S} \quad F = mg \quad p = \rho gh \quad h = \frac{p}{\rho g}$$

*Учитель.* От чего зависит давление жидкости на дно сосуда? (*Ответы учащихся.*) На сегодняшнем уроке задачи задают капитан Немо и профессор Аронакс (*текст на экране, решение самостоятельное.*)

**Вариант 1.** Капитан Немо: «Мы шли под водами Индийского океана по необозримой водной равнине. Большею частью “Наутилус” шёл на глубине ста метров под уровнем моря».

**Вариант 2.** Профессор Аронакс: «Мы были у подножия кораллового рифа на глубине трёхсот метров, того предела, где завершается процесс последовательного развития рифа».

**Вопрос.** Каково давление океана на этой глубине? Какова сила давления воды на люк лодки площадью  $1,5 \text{ м}^2$ ? Считать плотность морской воды  $1030 \text{ кг/м}^3$ .

(*Подведение итогов этого этапа урока. Ответы: 1 вар.: 1030 кПа; 1545 кН; 2 вар.: 3090 кПа; 4635 кН.*)

### III. Изучение нового материала (26 минут)

*Учитель.* Посмотрите на карту полушарий. Оттенки голубого цвета показывают глубину морей и океанов. Глубины океана велики (*приводит несколько значений, вызывающих интерес\**). На такой глубине сила давления исключительно велика. Куски дерева, опущенные на глубину 5 км, уплотняются настолько, что тонут в бочке с водой, как кирпичи.

Человек может погружаться в воду без специального снаряжения, но после специальной тренировки. Вот как описывает Немо ловцов жемчуга: «Погружаясь на глубину двенадцать метров, они держат между ногами тяжёлый камень, который выпускают, достигнув нужной глубины. Гребцы вытягивают камень, привязанный к верёвке, обратно на борт... бедные ловцы жемчуга не могут долго оставаться под водой. Пятьдесят семь секунд...»

Без специальной защиты глубокое погружение приводит к гибели человека, грудная клетка не выдерживает давления воды. Для освоения морских

глубин человек изобрёл аппараты, водолазное снаряжение.

**Самостоятельная работа в группах с текстом (исследовательский метод):** предложите аппарат для исследования заданной в тексте глубины, обоснуйте свой выбор, выступите с мини-рассказом, иллюстрируя его картинками, слайдами из архива учителя.

*Задания группам даёт профессор Аронакс:* ● Я определил глубину нашего погружения в 150 м, хотя никаких измерительных приборов у меня не было. Но я знаю, что даже солнечные лучи не могут проникать глубже определённой толщи воды ● На другой день, 16 февраля, мы покинули этот бассейн, где между Родосом и Александрией встречаются впадины чуть ли не в 3000 м. И «Наутилус», обогнув мыс Магапан, вышел в открытое море, оставив позади себя Греческий архипелаг ● Было примерно около трёх часов дня, когда мы очутились в узкой ложбине, стиснутой отвесными утёсами на глубине 100 м, выдерживая давление в десять атмосфер ● ...Но вскоре представители животного мира исчезли, ... «Наутилус» переступил за пределы водной среды, заселённой живыми организмами, подобно воздушному шару, поднявшемуся выше биосферы. А мы уже были на глубине 16 000 м (по современным данным, глубина Саргассова моря не превышает 7000 м. – *Ред.*) под уровнем океана, и обшивка «Наутилуса» испытывала давление в тысячу шестьдесят килограммов на каждый квадратный сантиметр поверхности.

### IV. Подведение итогов урока (3 минуты)

*Учитель.* Вернёмся к поставленной проблеме урока. Как её решить? Сделайте вывод. (*Даёт домашнее задание. Выставляет оценки за ответы.*)

### Литература

1. Пёрышкин А.В. Физика. 7 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений. М.: Дрофа, 2008. § 5. С. 178–179.
2. Верн Ж. Двадцать тысяч лье под водой. Горький: Волго-Вятское книжное издательство, 1981.



*Людмила Валерьевна Ухова* – учитель физики высшей квалификационной категории, окончила в 1999 г. физфак МГОПУ, педагогический стаж 15 лет. Руководит РМО учителей физики, участник всероссийской и международной интернет-конференций, районного этапа конкурса «Учитель года-2010». Районный тьютор по дистанционному образованию, областной эксперт по проверке части С ЕГЭ. Педагогическое кредо: три «У» – учить детей (профессия) + учить хорошо (девиз) + учить творчески (принцип). Ученики не раз побеждали на районной НПК, выходили в призёры областного конкурса проектов по программе Intel «Путь к успеху». Живёт с родителями, воспитывает дочь. Продолжает династию учителей физики. Хобби – вязание, чтение книг.

\* Например: на глубине 200 м в море царит полная темнота. Перуанско-Чилийский, или Атакамский, жёлоб расположен в 150–180 км вдоль западного побережья Южной Америки. Эта глубоководная впадина в Тихом океане открыта в 1876 г. кабелеукладчиком «Дакия». Длина жёлоба около 5900 км (самая длинная впадина в мире), ширина от 30 до 90 км. Иногда отдельно выделяют Перуанскую (длина более 1500 км, глубина 6601 м) и Чилийскую (длина 2200 км, глубина 8069 м) впадины. Марианская впадина (Марианский жёлоб) – океаническая впадина на западе Тихого океана, глубочайший из известных на Земле географических объектов. Исследования 2009 г. показали, что её глубина достигает 10 971 м. Таким образом, глубочайшая точка впадины (Бездна Челленджера – *Challenger Deep*) находится дальше от уровня моря, чем гора Джомолунгма над этим уровнем. – URL: [http://ru.wikipedia.org/wiki/Перуанско-Чилийский\\_жёлоб](http://ru.wikipedia.org/wiki/Перуанско-Чилийский_жёлоб); [http://ru.wikipedia.org/wiki/Марианская\\_впадина](http://ru.wikipedia.org/wiki/Марианская_впадина). – *Ред.*



# Решение задач ЕГЭ на проверку экспериментальных умений

Урок-семинар, 11-й класс

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** конкурс «Я иду на урок», урок-семинар решения экспериментальных заданий по картинке, ЕГЭ, экспериментальные умения и навыки, методологические умения, построение и анализ графиков зависимостей физических величин, вольт-амперная характеристика, 11 класс

И.П. ХРАПОВА

hgn@schekino.tula.net,  
МОУ лицей, г. Щёкино,  
Тульская обл.

**Цели урока:** ● образовательная – повторить и обобщить экспериментальные умения и навыки учащихся, необходимые для сдачи ЕГЭ; освоить приёмы и методы решения заданий ЕГЭ, связанных с экспериментальными методами научного познания; закрепить навыки решения задач; проконтролировать усвоение ЗУН по данному блоку заданий ● развивающая – развивать аналитическое и логическое мышление, «физическую» речь учащихся; овладевать способами само- и взаимооценки ● воспитательная – формировать навыки групповой работы в сочетании с самостоятельностью; формировать осознанный подход к подготовке к ЕГЭ.

**Оборудование:** установка из микролаборатории по механике: штатив, рейка, каретка, электронный секундомер с датчиками, компьютер, мультимедийный проектор, презентация; бланки с заданиями для закрепления материала; тесты; бланки для ответов типа бланков ЕГЭ; тексты домашнего задания.

**Подготовка к уроку.** Класс предварительно разделён на группы, получившие задания проанализировать и обобщить способы решения заданий ЕГЭ конкретных серий, составить алгоритм их выполнения и подготовить презентации выступления.

## Ход урока

### I. Мотивация (1 минута)

**Учитель.** Здравствуйте ребята. На сегодняшнее семинарское занятие вынесены вопросы решения заданий ЕГЭ, связанных с экспериментальными методами познания физики. Если судить по демонстрационному варианту 2010 г., таких заданий в каждом КИМе немного. Это задания **A24, A25**, с которыми в 2009 г. справились 36% учащихся.

Но, как показала практика, во многих заданиях частей **A, B и C** тоже требуется снять показания приборов по фотографиям установок, провести анализ экспериментальных данных, объяснить наблюдае-

мое явление или результат проведённого эксперимента. Эти задания вызывают немалые затруднения у выпускников, и я посчитала необходимым посвятить отдельный урок повторению и обобщению экспериментальных умений и навыков, необходимых для выполнения подобных заданий, а также разбору методов решения некоторых из них.

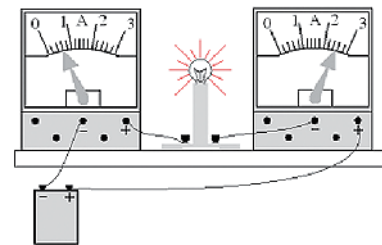
В ходе сегодняшнего занятия каждый получит оценку, которая будет дифференцировано складываться из: ● средней оценки, выставленной одноклассниками вашей группе за выступление (0–2 балла) ● за выполнение теста (0–3 балла). Сумма этих баллов и даст вашу оценку за урок. Оценочный бланк находится у вас на столе, в ходе урока вы заполняете его самостоятельно.

Оценка за выступление группы (максимум 2 балла)	Оценка за тест: 5 верных ответов – 3 балла; 4 верных ответа – 2 балла; 3–2 верных ответа – 1 балл; менее 2–0 баллов	Итоговая оценка (максимум 5 баллов)

### II. Актуализация знаний (5 минут)

Перед тем как приступить к семинарскому занятию, вам предстоит ответить на несколько вопросов, которые подготовят вас к восприятию материала и решению рассматриваемых сегодня заданий.

● Ученик решил снять вольт-амперную характеристику электрической лампы. Он проанализировал электрическую цепь, изображённую на рисунке, и обнаружил ошибки. Какие ошибки? Какие приборы следовало включить в цепь и как?

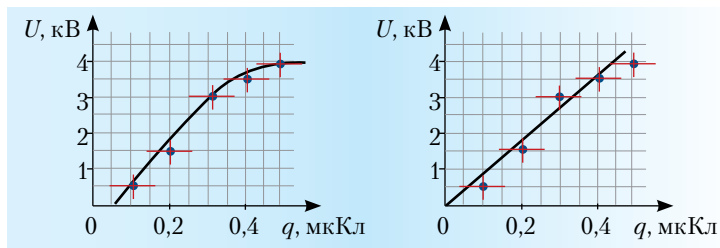


● Выслушав ваши ответы, ученик собрал правильную цепь (см. рисунок). Определите цену деления и показания приборов. С какой погрешностью вы смогли снять показания?



• Перед вами известная формула:  $C = \frac{Q}{U}$  [2].

• Что она выражает? • Как зависит напряжение от заряда, сообщённого обкладкам конденсатора? • Как выглядит график этой зависимости? • В лаборатории исследовалась зависимость напряжения на обкладках конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений отмечены крестиками на координатных плоскостях (см. рисунок). Погрешности измерений величин  $q$  и  $U$  равнялись соответственно 0,05 мкКл и 0,25 кВ. Какой из графиков приведён правильно с учётом всех результатов измерений и погрешностей этих измерений?



**III. Выступления учащихся. Анализ методов решения заданий с комментариями. Взаимоконтроль (20 минут)**

*Учитель.* Два последних задания части А нацелены на проверку методологических умений: конструировать экспериментальную установку, исходя из формулировки гипотезы опыта, анализировать результаты экспериментальных исследований, выраженных в виде таблицы или графика, а также строить графики и делать выводы по результатам эксперимента. Давайте рассмотрим и проанализируем разные виды заданий по мере усложнения проверяемых знаний и умений. Начнём с планирования и постановки эксперимента.

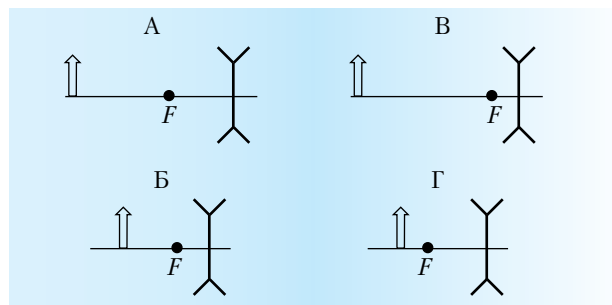
**Первая группа**

• При проведении физического эксперимента главную роль играет правильный подбор оборудования и учёт основных факторов, которые могут повлиять на результат эксперимента. После анализа литературы по ЕГЭ, заданий открытого сегмента по физике, а также КИМов прошлого года, мы смогли выделить три основных типа подобных заданий: • на выбор экспериментальной установки или её элементов, для проведения эксперимента по подтверждению выдвинутой гипотезы • на выявление ошибки на разных этапах планирования и постановки эксперимента • на умение делать вывод из результатов проведённого эксперимента.

Рассмотрим каждый тип заданий на конкретных примерах.

1. Задание на выбор экспериментальной установки или её элементов для проведения эксперимента с целью подтверждения выдвинутой гипотезы [3].

• Была выдвинута гипотеза, что размер мнимого изображения предмета, создаваемого рассеивающей линзой, зависит от оптической силы линзы [3]. Необходимо экспериментально проверить эту гипотезу. Какие два опыта из четырёх предложенных (см. рисунок) можно провести для этого?



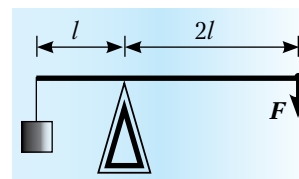
- 1) А и Б; 2) А и В; 3) Б и В; 4) В и Г.

Главный принцип: в данных опытах должна изменяться только та величина, зависимость от которой исследуется. Если зависимость более сложная, то мы предлагаем следующий алгоритм:

• Выяснить, от какой физической величины необходимо найти зависимость	От $D$
• Проверить, можно ли непосредственно наблюдать с помощью предлагаемых установок зависимость от этой величины	Нет
• Если нет, то нужно посмотреть, как она связана с одной из величин, зависимость от которой можно наблюдать	$D = \frac{1}{f}$
• Выделить необходимое количество установок, в которых меняется только интересующая нас величина, а остальные параметры одинаковые	А, В
• Сравнить свой ответ с предлагаемыми и согласовать	2 (А и В)

2. Задание на выявление ошибки на разных этапах планирования и постановки эксперимента [4].

• Ученику предложили определить, какая сила  $F$ , приложенная к свободному концу изображённого на рисунке рычага, уравновесит груз массой 0,5 кг. На основании теоретических расчётов ученик пришёл к выводу, что  $F = 2,45$  Н.



Далее он провёл эксперимент: положил на подставку тяжёлый металлический стержень длиной 30 см, к короткому его концу подвесил груз массой 0,5 кг, а вдвое более длинный конец стержня стал тянуть вниз с помощью динамометра. При равновесии рычага динамометр показал значение силы, равное 0,8 Н. Погрешности измерения длин, массы груза

и силы равнялись соответственно 1 мм, 1 г и 0,1 Н. Какой вывод можно сделать из эксперимента?

1) Погрешности измерений силы и длины оказались слишком большими, чтобы проверить верность расчётов.

2) Экспериментальная установка не соответствует теоретической модели, используемой при расчёте.

3) При расчёте была использована неверная формула для идеального рычага.

4) С учётом погрешностей измерения силы, длины и массы эксперимент подтвердил гипотезу.

Если вы сразу не увидели правильный ответ или ошибку при проведении эксперимента, то следует проанализировать каждый пункт предлагаемых ответов:

● Проверку начнём с теоретических расчётов. Судя по рисунку и по приведённым данным, ученик использовал формулу равновесия идеального рычага:

$$mgl = 2Fl; F = \frac{mg}{2} = \frac{0,5 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{2} = 2,45 \text{ Н}.$$

Теоретические расчёты произведены правильно. Пункт 3 ответом не является.

● Проверим погрешность измерений. Проанализируем абсолютную погрешность измерений. 1 мм и 0,1 Н – стандартные цены делений школьной линейки и динамометра, а 1 г – стандартная погрешность массы 500 г демонстрационного груза. Расчётная формула по предложенной модели

$$F_{\text{расч}} = mg \frac{l_1}{l_2}, \text{ где } l_1 + l_2 = 30 \text{ см} - \text{длина стержня. Длины плеч и масса при проведении эксперимента известны с указанной погрешностью, следовательно, ожидаемое значение силы также лежит в некотором интервале. Грубо можно сделать следующую оценку:}$$

$$\frac{\Delta F}{F_{\text{расч}}} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta l}{l_1} + \frac{\Delta l}{l_2} = \frac{1}{500} + \frac{1}{200} + \frac{1}{100} = 0,017 = 1,7\%.$$

(Полагая, что величины, входящие в формулу, независимы, можно использовать иной подход:

$$\frac{\Delta F}{F_{\text{расч}}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta m}{m}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l}{l_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta l}{l_2}\right)^2} = 1,1\% . - \text{Ред.)}$$

Итак,  $F_{\text{расч}} = (2,45 \pm 0,04) \text{ Н}$ . В эксперименте получили  $F_{\text{экс}} = (0,8 \pm 0,1) \text{ Н}$ , что говорит о грубом несовпадении ожидаемого результата с измеренным. Пункты 1 и 4 ответами не являются.

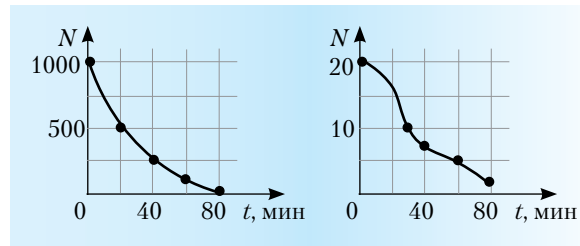
● Остался последний вариант. Проанализируем теоретическую модель и собранную экспериментальную установку. В расчётах используется формула равновесия идеального рычага. Идеаль-

ный рычаг не имеет массы. Ученик же для своего опыта использовал тяжёлый металлический стержень, центр масс которого лежит правее опоры, следовательно, момент, который создаёт сила тяжести, действующая на стержень-рычаг, «вращает» рычаг туда же, куда и приложенная сила  $F_{\text{экс}}$ . Поэтому измеренное значение меньше ожидаемого. В этом и состояла его ошибка. Следовательно, верным является ответ 2.

При решении второй задачи мы показали, как проанализировать каждый вариант ответа. Вообще, судя по заданиям ЕГЭ-2009, в большинстве из них следует искать расхождение теоретической идеальной модели с реальным экспериментом, на результаты которого влияют факторы, которыми обычно пренебрегают.

Для самостоятельного решения мы предлагаем следующее задание [5]:

● При исследовании превращения радиоактивного вещества в двух опытах с разной массой вещества было установлено, что число  $N$  частиц, образующихся в единицу времени при радиоактивном распаде, убывает со временем в соответствии с графиками (см. рисунок). Для объяснения различий экспериментальных кривых в этих опытах были сформулированы две гипотезы: А) грубые погрешности во втором эксперименте; Б) вероятностный характер закона радиоактивного распада. Какая из этих гипотез верна?



- 1) Только А; 2) только Б;  
3) и А, и Б; 4) ни А, ни Б.

*Учитель.* Правильно поставленный эксперимент проведён, сняты показания приборов. Но наши приборы неидеальны, поэтому все измерения были получены с погрешностями. Как, имея неточные данные, получить точную зависимость одной величины из другой или рассчитать конкретное значение физической величины? Часть заданий ЕГЭ предполагает анализ табличных данных, полученных в ходе эксперимента. При их решении необходимо чётко представлять процессы, о которых говорится в задаче, и зависимость величин друг от друга. Слово второй группе.

### Вторая группа

● Исследовалась зависимость напряжения на обкладках воздушного конденсатора от заряда этого

конденсатора [6]. Результаты измерений представлены в таблице.

$q$ , мкКл	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
$U$ , кВ	0	0,5	1,5	3,0	3,5	3,5

Погрешности измерений величин  $q$  и  $U$  равнялись соответственно 0,05 мкКл и 0,25 кВ. Ёмкость конденсатора примерно равна:

- 1) 250 пФ; 2) 10 нФ; 3) 100 пФ; 4) 750 мкФ.

Рассчитаем электроёмкость конденсатора для

каждого измерения исходя из формулы  $C = \frac{q}{U}$ :

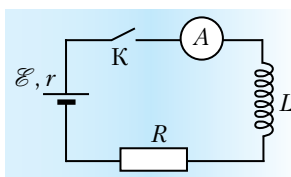
$q$ , мкКл	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	Среднее значение
$U$ , кВ	0	0,5	1,5	3,0	3,5	3,5	
$C$ , Ф	0	$2 \cdot 10^{-10}$	$1,3 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-10}$	$1,4 \cdot 10^{-10}$	

Среднее значение:  $1,36 \cdot 10^{-10} \text{ Ф} = 0,136 \text{ нФ} = 136 \text{ пФ}$ . Анализируя предложенные ответы, приходим к выводу, что верным является ответ 3.

*Учитель.* Третья группа учащихся разберёт задание, очень похожее на только что рассмотренное, но с несколько более сложной зависимостью исследуемых величин.

### Третья группа

• В схеме, показанной на рисунке, ключ  $K$  замыкают в момент времени  $t = 0$  [6]. Показания амперметра в последовательные моменты времени приведены в таблице.



$t$ , мс	0	50	100	150	200	250	300	400	500	600	700
$I$ , мА	0	23	38	47	52	55	57	59	59	60	60

Определите ЭДС источника, если сопротивление резистора  $R = 100 \text{ Ом}$ . Сопротивлением проводов и амперметра, активным сопротивлением катушки индуктивности и внутренним сопротивлением источника пренебречь.

- 1) 1,5 В; 2) 3 В; 3) 6 В; 4) 7 В.

Проанализируем условие:

• Погрешности измерений не приведены, но данные, полученные в результате опыта, явно измерены с погрешностью. Что это, новое усложнение или перед нами принципиально другое задание?

• В задаче требуется определить ЭДС источника постоянного тока. Если сопротивлением проводов и внутренним сопротивлением источника мож-

но пренебречь, то из закона Ома для полной цепи постоянного тока:  $\mathcal{E} = I \cdot R$ .

• Обратимся к схеме. Она содержит катушку индуктивности, в которой при замыкании ключа будет наблюдаться явление самоиндукции. В результате, в цепи сила тока не сразу достигнет своего максимального значения.

• Посмотрим ещё раз табличные данные. Сила тока возрастает с течением времени и спустя 600 мс достигает своего максимального значения. Именно оно нам и нужно для решения задачи:

$$\mathcal{E} = 60 \cdot 10^{-3} \text{ А} \cdot 100 \text{ Ом} = 6 \text{ В}.$$

*Ответ:* правильным является ответ 3.

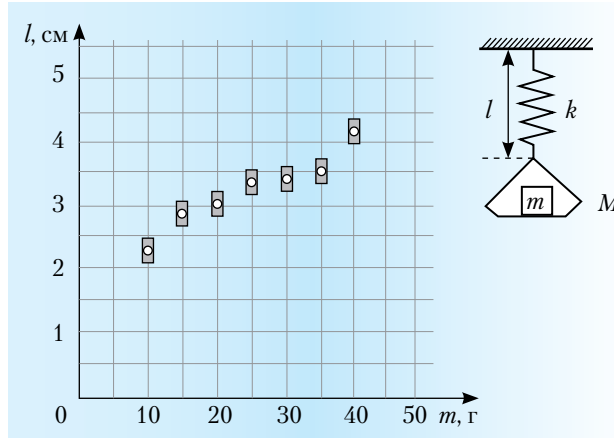
Эта задача на анализ табличных данных и умение извлекать необходимую информацию.

*Учитель.* Часть заданий ЕГЭ предполагает проверку умения правильно строить графики по полученным данным и рассчитывать какую-либо величину по построенному графику. Слово предоставляется четвёртой группе.

### Четвёртая группа

• Наша группа проанализировала серию графических заданий, в которых на координатные плоскости были нанесены данные, полученные в ходе лабораторного эксперимента. Причём каждое значение было нанесено с учётом погрешности измерения. Реальное значение измеряемой величины может находиться в любой точке закрашенного прямоугольника. Решение подобных заданий рассмотрим на следующем примере:

• На графике представлены результаты измерения длины пружины при различных значениях массы грузов, лежащих в чашке пружинных весов [7]. С учётом погрешностей измерений ( $\Delta m = \pm 1 \text{ г}$ ,  $\Delta l = \pm 0,2 \text{ см}$ ) жёсткость пружины  $k$  приблизительно равна:



- 1) 7 Н/м; 2) 10 Н/м; 3) 20 Н/м; 4) 30 Н/м.

Мы предлагаем следующий алгоритм решения:

• Выясним, какую физическую величину необходимо определить и какие законы (формулы зависимости) связывают её с другими величинами, используе-

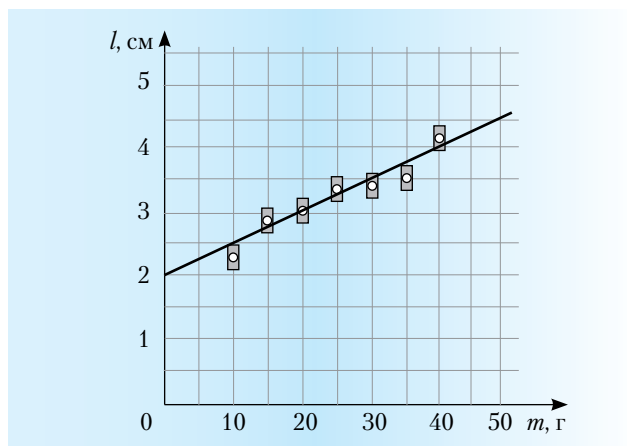
мыми в данном задании. В нашем примере необходимо определить жёсткость пружины  $k$ . Она входит в выражение для закона Гука:  $|F_{\text{упр}}| = k|\Delta l|$ , где  $\Delta l = l - l_0$ ,  $l_0$  – начальная длина пружины,  $l$  – её конечная длина. Так как система находится в равновесии,  $F_{\text{упр}} = mg$ .

● Выразим искомую величину через величины, которые можно определить из условия задачи и выявить вид зависимости. Из зависимости  $|F_{\text{упр}}| = mg = k|l - l_0|$  видно, что удлинение пружины прямо пропорционально массе подвешенного груза

$$\text{и } k = g \frac{m}{|l - l_0|} .$$

Мы нашли зависимость искомой величины от величин, данных на графике.

● Построим график зависимости конечной длины пружины от массы подвешиваемого к ней груза. Для этого проведём прямую, проходящую через поля ошибок всех экспериментальных точек. График должен выходить не из начала координат, а из точки, соответствующей начальной длине пружины. Он пересекает ось  $l$  в точке  $l_0 = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$ .



● Найдём «удобную» точку на графике для нахождения жёсткости  $k$ :  $m = 30 \text{ г} = 0,03 \text{ кг}$ ;  $l = 3,5 \text{ см} = 0,035 \text{ м}$ .

● Подставим эти значения в формулу расчёта искомой величины и найдём ответ:

$$k = \frac{0,03 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2}{(0,035 \text{ м} - 0,02 \text{ м})} = 19,6 \text{ Н/м} \approx 20 \text{ Н/м}.$$

**Ответ:** правильным является ответ 3.

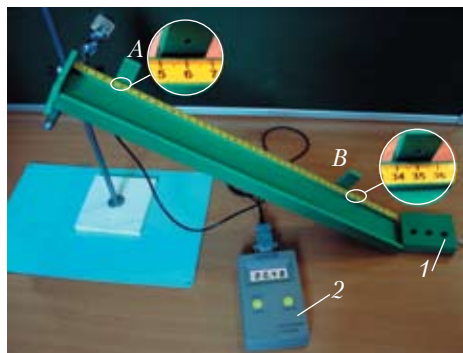
**Учитель.** Можно выделить ещё один вид заданий, связанных с навыками проведения физического эксперимента – это задачи, для решения которых требуется определить искомые величины, пользуясь фотографией или рисунком экспериментальной установки. За несколько лет проведения ЕГЭ использовалось несколько серий подобных заданий. Пятая группа проанализировала все типы заданий одной серии, вошедшей в демонстрационный вариант 2009 г.

### Пятая группа

● Данную серию заданий с применением оборудования из микролаборатории по механике предлагают, начиная с 2004 г. Для начала мы хотим продемонстрировать, как работает микролаборатория. (*Подключают датчики, отпускают каретку, фиксируют время движения.*)

Мы постарались найти все опубликованные варианты данного задания и выяснили, что по уровню сложности они могут входить как в часть А, так и в часть С. Начало всегда одинаковое.

● На рисунке представлена фотография установки для исследования равноускоренного скольжения каретки 1 массой 0,1 кг по наклонной плоскости, установленной под углом  $30^\circ$  к горизонту. В момент начала движения верхний датчик А включает секундомер 2, а при прохождении каретки мимо нижнего датчика В секундомер выключается. Числа на линейке обозначают длину в сантиметрах.



Варианты заданий

- Ускорение движения каретки равно:
  - 1)  $2,50 \text{ м/с}^2$ ;    2)  $1,87 \text{ м/с}^2$ ;
  - 3)  $1,25 \text{ м/с}^2$ ;    4)  $0,50 \text{ м/с}^2$ .
- Какое выражение позволяет вычислить скорость каретки в любой момент времени?
  - 1)  $v = 1,25 t$ ;    2)  $v = 0,5 t$ ;
  - 3)  $v = 2,5 t$ ;    4)  $v = 1,9 t$ .
- В какой момент времени выступ каретки проходит мимо числа 45 на линейке?
  - 1) 0,80 с;    2) 0,56 с;
  - 3) 0,20 с;    4) 0,28 с.
- Определите коэффициент трения скольжения каретки о рейку.
- Оцените количество теплоты, которое выделилось при скольжении каретки по наклонной плоскости между датчиками.

Мы предлагаем решать по такому плану:

● Снять показания приборов:  $l_1 = 6 \text{ см} = 0,06 \text{ м}$ ;  $l_2 = 35 \text{ см} = 0,35 \text{ м}$ ;  $t = 0,48 \text{ с}$ .

● Если направить ось  $X$  вдоль наклонной плоскости, то проекция перемещения каретки будет равна пройденному ею пути:  $s = \Delta l = l_2 - l_1 = 0,35 \text{ м} - 0,06 \text{ м} = 0,29 \text{ м}$ .

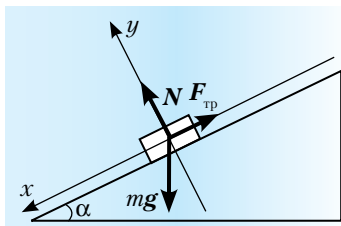
Так как каретка начинала движение из состояния покоя, то из формулы  $s = at^2/2$  легко находим

ускорение:  $a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \cdot 0,29 \text{ м}}{(0,48 \text{ с})^2} = 2,52 \text{ м/с}^2$  – это ответ

на первое задание.

● Правильные варианты ответов на второе и третье задания – 3 и 2 соответственно.

● Для определения коэффициента трения скольжения каретки необходимо сделать чертёж с изображением действующих на каретку сил.



По второму закону Ньютона,  $ma = mg + N + F_{\text{тр}}$ . В проекциях на оси:

$$X: ma = mg \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}}, \text{ где } F_{\text{тр}} = \mu N;$$

$$Y: 0 = -mg \cdot \cos \alpha + N \Rightarrow N = mg \cdot \cos \alpha.$$

Объединяя эти уравнения, получим:

$$ma = mg \cdot \sin \alpha - \mu mg \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{m(g \sin \alpha - a)}{mg \cos \alpha} = \frac{g \sin \alpha - a}{g \cos \alpha} = \dots = 0,28.$$

● Последнее задание: оценить количество теплоты, которое выделилось при скольжении каретки по наклонной плоскости между датчиками. Это можно сделать двумя способами.

– Если уже известен коэффициент трения, то:

$$Q = A_{\text{тр}} = \mu Ns = \mu mg \cos \alpha \Delta l = 0,28 \cdot 0,1 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,87 \cdot 0,29 \text{ м} = 0,07 \text{ Дж}.$$

– Если же не известен, то удобнее воспользоваться законом сохранения энергии, предварительно сняв показания приборов:  $mgh = \frac{mv^2}{2} + Q$ .

$$h = \Delta l \sin \alpha; v = at = \frac{2\Delta l}{t^2} \cdot t = \frac{2\Delta l}{t};$$

$$Q = mgh - \frac{mv^2}{2} = m \left( g\Delta l \sin \alpha - \frac{2(\Delta l)^2}{t^2} \right) =$$

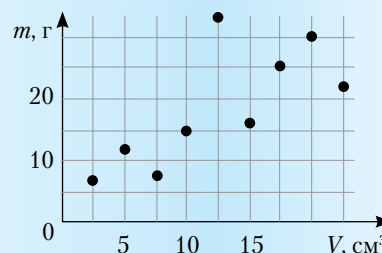
$$= 0,1 \text{ кг} \left( 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 0,29 \text{ м} \cdot 0,5 - \frac{2 \cdot 0,29^2 \text{ м}^2}{0,48^2 \text{ с}^2} \right) = 0,07 \text{ Дж}.$$

*Учитель.* Мы выслушали все подготовленные выступления. Конечно, из-за ограниченности времени нам не удалось рассмотреть всё многообразие заданий, которые вам могут быть предложены. Но, те приёмы и способы решения, которые были рассмотрены сегодня, помогут вам выполнить задания на проверку экспериментальных умений и навыков. Сейчас вас ожидает небольшой тест, с помощью которого вы сможете оценить, что вами усвоено и над чем ещё стоит поработать.

#### IV. Тестирование (10 минут)

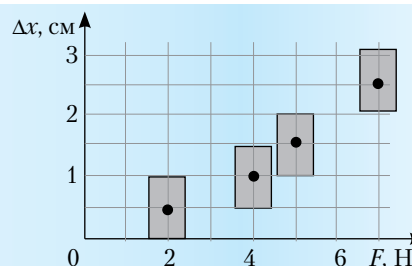
##### I вариант

**A1** [8]. Ученик предположил, что масса сплошных тел прямо пропорциональна их объёму. Для проверки этой гипотезы он взял бруски разных размеров из разных веществ. Результаты измерения объёма брусков и их массы ученик отметил точками на координатной плоскости, как показано на рисунке. Погрешности измерения объёма и массы равны соответственно  $1 \text{ см}^3$  и  $1 \text{ г}$ . Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?



- 1) С учётом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы;
- 2) условия проведения эксперимента не соответствуют выдвинутой гипотезе;
- 3) погрешности измерений настолько велики, что не позволили проверить гипотезу;
- 4) большинство результатов измерений подтверждает гипотезу, но при измерении массы бруска объёмом  $12,5 \text{ см}^3$  допущена грубая ошибка.

**A2** [9]. Исследовалась зависимость удлинения жгута от приложенной силы. Погрешности измерения силы и величины удлинения жгута составляли соответственно  $0,5 \text{ Н}$  и  $0,5 \text{ см}$ . Результаты измерений с учётом их погрешности представлены на рисунке. Согласно этим измерениям, жёсткость жгута приблизительно равна:



- 1)  $110 \text{ Н/м}$ ;
- 2)  $200 \text{ Н/м}$ ;
- 3)  $300 \text{ Н/м}$ ;
- 4)  $500 \text{ Н/м}$ .

**A3.** Горячая жидкость медленно охлаждалась в стакане. В таблице приведены результаты измерений её температуры с течением времени.

Время, мин	0	2	4	6	8	10	12	14
Температура, °С	95	88	81	80	80	80	77	72

В стакане через 7 минут после начала измерений вещество находилось:

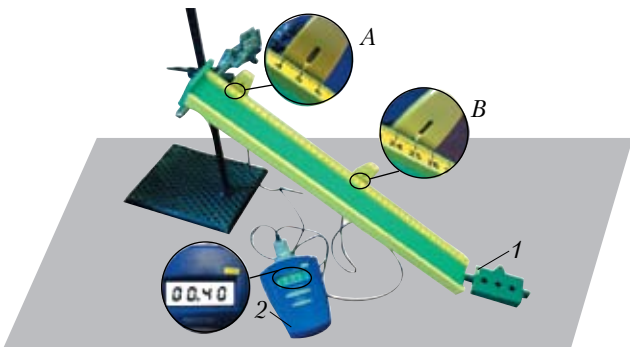
- 1) и в жидком, и в твёрдом состояниях;
- 2) только в твёрдом состоянии;
- 3) только в жидком состоянии;
- 4) и в жидком, и в газообразном состояниях.

**A4** [10]. Ученику предложили определить, на какую высоту  $h$  поднимется шарик от пинг-понга, выпущенный вертикально вверх пружинным пистолетом. Опираясь на закон сохранения механической энергии, ученик записал равенство:  $kx^2/2 = mgh$ . Подставив известные ему значения жёсткости пружины  $k$  пистолета, величину сжатия пружины  $x$  и массу шарика  $m$ , он нашёл, что  $h = 8$  м. Затем ученик решил экспериментально проверить правильность расчёта: вложил в пистолет шарик и выстрелил вверх. Измерения показали, что шарик поднялся на высоту 4,5 м. Погрешность измерения высоты подъёма шарика составляла 0,5 м. Какой вывод следует из эксперимента?

- 1) Погрешности измерений оказались слишком большими, чтобы проверить верность расчётов;
- 2) экспериментальная установка не соответствует цели опыта;
- 3) при вычислении высоты  $h$  ученик ошибся, так как не учитывал сопротивление воздуха;
- 4) с учётом погрешности измерений эксперимент подтвердил теоретические расчёты.

**A5** [5]. На рисунке представлена фотография установки для исследования равноускоренного скольжения каретки 1 массой 0,1 кг по наклонной плоскости, установленной под углом  $30^\circ$  к горизонту.

В момент начала движения верхний датчик А включает секундомер 2, а при прохождении каретки мимо нижнего датчика В секундомер выключается. Числа на линейке обозначают длину в сантиметрах. В какой момент времени выступ каретки проходит мимо числа 45 на линейке?

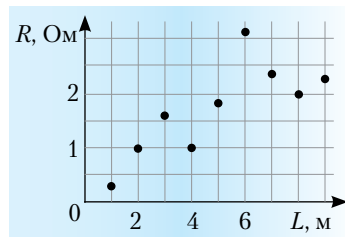


- 1) 0,80 с;
- 2) 0,56 с;
- 3) 0,20 с;
- 4) 0,28 с.

### II вариант

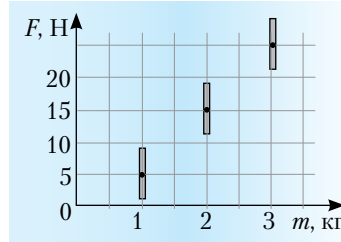
**A1** [8]. Ученик предположил, что электрическое сопротивление отрезка металлического провода прямо пропорционально его длине. Для проверки

этой гипотезы он взял отрезки проводов из разных металлов. Результаты измерения длины отрезков и их сопротивления ученик отметил точками на координатной плоскости ( $L, R$ ), как показано на рисунке. Погрешности измерения длины и сопротивления равны соответственно 5 см и 0,1 Ом. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?



- 1) С учётом погрешности измерений эксперимент подтвердил правильность гипотезы;
- 2) условия проведения эксперимента не соответствовали выдвинутой гипотезе;
- 3) погрешности измерений настолько велики, что не позволили проверить гипотезу;
- 4) большинство результатов измерений подтверждает гипотезу, но при измерении сопротивления отрезка провода длиной 6 м допущена грубая ошибка.

**A2** [10]. Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на посещённой ими планете. Погрешность измерения силы тяжести равна 4 Н, а массы тела 50 г. Результаты измерений с учётом их погрешности представлены на рисунке.



Согласно этим измерениям, ускорение свободного падения на планете приблизительно равно:

- 1) 10 м/с<sup>2</sup>;
- 2) 7 м/с<sup>2</sup>;
- 3) 5 м/с<sup>2</sup>;
- 4) 2,5 м/с<sup>2</sup>.

**A3** [11]. Исследовалась зависимость давления газа от предоставленного ему объёма. Давление и объём измерялись с погрешностями, соответственно равными  $0,1 \cdot 10^5$  Па и  $0,05 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup>. Результаты измерений приведены в таблице:

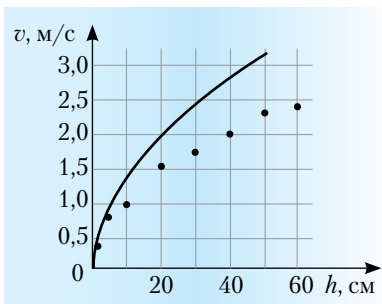
$V, 10^{-3}, \text{м}^3$	1	2	2,5	3	4,5
$p, 10^5, \text{Па}$	1	0,7	0,4	0,3	0,2

На основании этих данных можно утверждать:

- 1) при увеличении объёма до  $3 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup> давление газа линейно уменьшается, а после достижения  $3,5 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup> стало возрастать;
- 2) давление газа при неизменной температуре обратно пропорционально предоставленному ему объёму;
- 3) при достижении объёма  $V = 3 \cdot 10^{-3}$  м<sup>3</sup> стала повышаться температура газа;

- 4) погрешности измерений слишком велики и не дают возможности решить задачу экспериментального исследования.

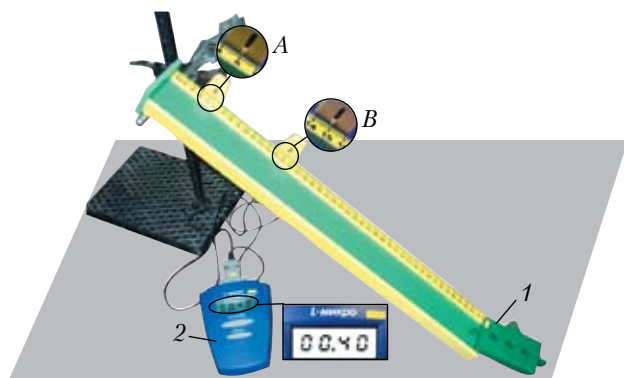
**A4 [12].** В результате теоретических расчётов ученик пришёл к следующему выводу: если тело без трения соскальзывает по наклонной плоскости с некоторой высоты  $h$ , то приобретаемая им скорость  $v = \sqrt{2gh}$ . Далее ученик провёл эксперимент: измерял скорость металлического цилиндра, скатывая его по наклонной плоскости с разной высоты. График теоретически предсказанной зависимости  $v(h)$  приведён на рисунке. Там же отмечены результаты измерений. Какой вывод можно сделать из эксперимента?



1) Погрешность измерения высоты оказалась слишком большой, чтобы проверить правильность расчётов;

- 2) экспериментальная установка не соответствует теоретической модели, используемой при расчёте;
- 3) законы механики неприменимы в данном случае;
- 4) с учётом погрешности измерений эксперимент подтвердил теоретические расчёты.

**A5 [5].** На рисунке представлена фотография установки для исследования равноускоренного скольжения каретки 1 массой 0,1 кг по наклонной плоскости, установленной под углом  $30^\circ$  к горизонту. В момент начала движения верхний датчик А включает секундомер 2, а при прохождении каретки мимо нижнего датчика В секундомер выключается. Числа на линейке обозначают длину в сантиметрах. Какое выражение позволяет вычислить скорость каретки в любой момент времени?



- 1)  $v = 1,25t$ ; 2)  $v = 0,5t$ ; 3)  $v = 2,5t$ ; 4)  $v = 1,9t$ .

*Учитель.* Проверьте свои ответы (слайд), результат занесите в итоговую таблицу.

№ задания	A1	A2	A3	A4	A5
I вариант	2	3	1	3	2
II вариант	2	2	2	2	1

### V. Итог урока (4 минуты)

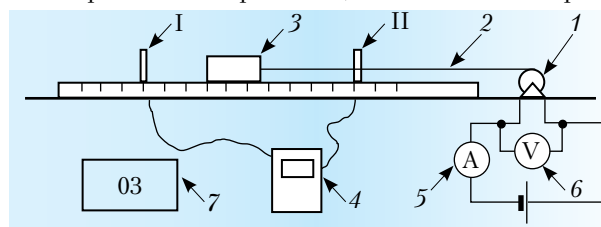
*Учитель.* На сегодняшнем уроке мы работали единым коллективом. Каждый поработал над способом решения заданий определённой серии и научил этому способу других. Но на ЕГЭ вы останетесь один на один с КИМом. И только от вас будет зависеть итоговый результат. Вероятность того, что вам достанутся именно разобранные задания, ничтожна. Задания, как правило, не повторяются. Более того прослеживается тенденция к их качественному изменению и небольшому усложнению. Но сегодняшний урок был нацелен на то, чтобы вы научились искать общие подходы к решению различных задач одной направленности. Нам осталось проверить, достиг ли он своей цели.

Итак, ваша оценочная таблица почти заполнена. Подсчитайте общий балл, выставьте себе оценку за урок и сдайте учителю. (Дети выполняют задание.)

Я прошу вас задуматься, устраивает ли вас ваш итог, достаточно ли вы сделали для получения максимального результата и не следует ли в оставшееся до экзаменов время проявить больше упорства и настойчивости в подготовке к Единому государственному экзамену.

Запишите домашнее задание. Сегодня мы рассмотрели задачи с применением только одной экспериментальной установки. Дома вам будет необходимо решить несколько подобных заданий на другие разделы физики. Тексты у вас на столе. Решение каждой задачи должно быть расписано пошагово в соответствии с логикой рассуждений и с ссылками на все используемые законы и закономерности.

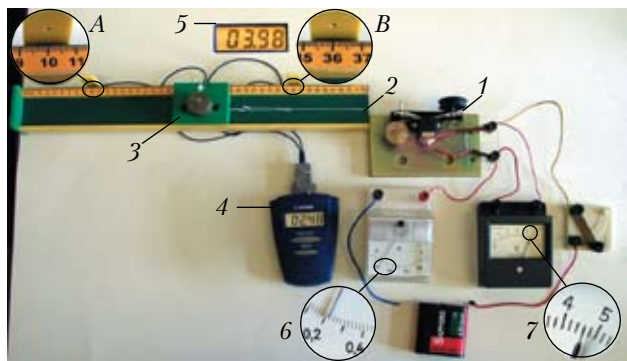
1 [13]. На рисунке представлена установка, в которой электродвигатель 1 с помощью нити 2 равномерно перемещает каретку 3 вдоль направляющей горизонтальной линейки. При прохождении каретки мимо датчика I секундомер 4 включается и при дальнейшем движении каретки фиксирует время от момента включения. При прохождении каретки мимо датчика II секундомер выключается. После измерения силы тока амперметром 5, напряжения вольтметром 6 и времени (дисплей 7), ученик измерил с помощью динамометра силу трения скольжения каретки по направляющей. Она оказалась равна





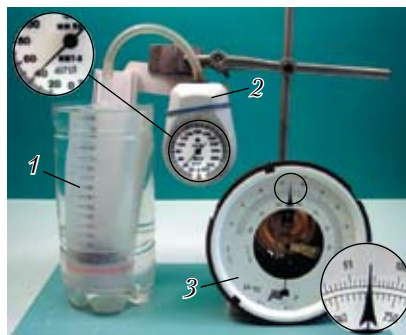
$F = 0,4$  Н. Рассчитайте отношение работы силы упругости нити к работе электрического тока во внешней цепи. Показания амперметра и вольтметра  $I = 0,22$  А;  $U = 4,6$  В. Расстояние от датчика I до датчика II по шкале на рисунке  $s = 0,26$  м. *Ответ:*  $\approx 3\%$ .

2 [5]. На фотографии представлена установка, в которой электродвигатель 1 с помощью нити 2 равномерно перемещает каретку 3 вдоль направляющей горизонтальной линейки. При прохождении каретки мимо датчика A секундомер 4 включается и при дальнейшем движении каретки фиксирует время от момента включения. При прохождении каретки мимо датчика B секундомер выключается. Показания дисплея 5 секундомера в этот момент показаны на фото. Какова сила упругости нити при равномерном перемещении каретки, если при силе тока, зафиксированной амперметром 6, и напряжении на вольтметре 7 работа силы упругости нити составляет 5% от работы источника во внешней цепи? Показания амперметра и вольтметра на фотографии соответственно  $I = 0,22$  А;  $U = 4,6$  В. Расстояние от датчика I до датчика II по шкале на фотографии  $s = 0,26$  м.



*Ответ:*  $\approx 0,8$  Н.

3 [5]. При исследовании состояния газа ученик соединил сосуд 1 объёмом 150 мл с манометром 2 тонкой трубкой и опустил сосуд в воду. Определите температуру воды. Начальная температура газа 20 °С, начальное показание манометра равно 0 мм рт. ст. Шкала манометра и нижняя шкала барометра 3 проградуированы в мм рт. ст. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа. Объём измерительного механизма манометра и соединительной трубки значительно меньше 150 мл.



*Ответ:* 36 °С.

## Литература

- Храпова И.П. Урок-семинар «Экспериментальные методы научного познания в заданиях ЕГЭ». URL: [www.edu54.ru/sites/default/files/upload/2010/03/k\\_leGE.ppt](http://www.edu54.ru/sites/default/files/upload/2010/03/k_leGE.ppt)
- Демонстрационный вариант ЕГЭ 2007 г. Физика. URL: [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=37127](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=37127)
- Физика Демо ЕГЭ 2010 (предварительное). URL: <http://www.ctege.org/content/view/865/41/>
- Единый государственный экзамен по физике. Вариант № 135. URL: <http://www.sverh-zadacha.ucoz.ru/ege/2010real/135/135.pdf>
- Орлов В.А., Демидова М.Ю., Никифоров Г.Г., Ханнанов Н.К. Единый государственный экзамен 2009. Физика. Универсальные материалы для подготовки учащихся. ФИПИ. М.: Интеллект-Центр, 2009. 224 с.
- Демонстрационный вариант ЕГЭ 2009 г. Физика. URL: [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=59189](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=59189)
- Демонстрационный вариант ЕГЭ 2008 г. Физика. URL: [http://window.edu.ru/window/library?p\\_rid=49934](http://window.edu.ru/window/library?p_rid=49934)
- [http://letopisi.ru/index.php/Вики-учебник\\_для\\_подготовки\\_к\\_ЕГЭ/Раздел\\_Физика/Примеры\\_заданий](http://letopisi.ru/index.php/Вики-учебник_для_подготовки_к_ЕГЭ/Раздел_Физика/Примеры_заданий)
- Сайт учителя физики и немецкого языка Шептикина Александра Сергеевича. ЕГЭ по физике. Вариант № 08. URL: <http://scheptikin.narod.ru/physik/ege/ege-2009-08.html>
- Демидова М.Ю., Грибов В.А., Никифоров Г.Г. Рекомендации по подготовке к ЕГЭ-2008 // Физика-ПС. 2008. № 7. [Электронная версия]. URL: <http://fiz.1september.ru/2008/07/01.htm>
- <http://www.hde.kurganobl.ru/dist/disk/School/Test/Theme2/T3.html> (сейчас сайт не работает. – Ред.)
- Подготовка к ЕГЭ по физике. URL: <http://college.ru/fizika/> (платные услуги. – Ред.)
- СЗ. Электродинамика (2006). URL: [http://vkotov.narod.ru/СЗ\\_2006.pdf](http://vkotov.narod.ru/СЗ_2006.pdf)



*Ирина Петровна Храпова* – учитель физики высшей квалификационной категории. Закончила Тульский ГПИ, педагогический стаж – 20 лет, 10 из которых работает в щёкинской школе, которая 4 года назад стала лицеем. Очень любит свою профессию и своих детей – своих единомышленников. Все четыре года они либо побеждают, либо становятся призёрами районного тура Всероссийской олимпиады по физике, районных конкурсах исследовательских работ и предметных проектов, на областной НПК школьников и студентов «Наука и цивилизация», и на Всероссийской олимпиаде «Созвездие». Ирина Петровна замужем, дочь – золотая медалистка, училась в мамином классе. Год назад любимый класс успешно закончил школу – все как один поступили в институты и университеты, многие – в престижные.

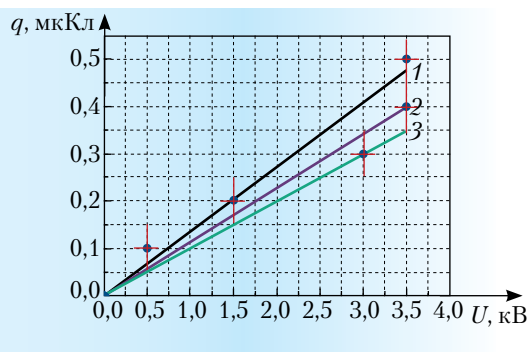
# О подготовке учащихся к выполнению заданий ЕГЭ на проверку экспериментальных умений

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** экспериментальные задания ЕГЭ, оценка точности измерений, графический метод решения задач, определение ёмкости конденсатора, определение ускорения свободного падения, 10–11 классы

М.А. БРАЖНИКОВ  
birze@inbox.ru,  
ГОУ гимназия № 625, г. Москва

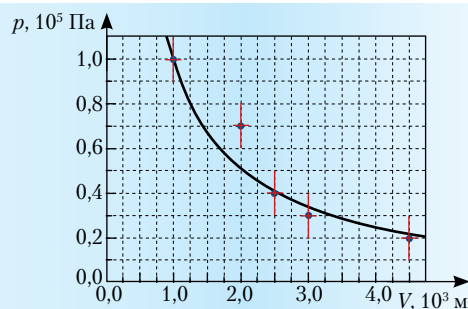
Мнение, что подготовить к сдаче такого специфического экзамена, каким является ЕГЭ, можно в рамках обычных уроков, говоря очень мягко, является «кабинетной уловкой кабинетных методистов». В связи с этим статья И.П. Храповой «Решение задач ЕГЭ на проверку экспериментальных умений» (см. с. 9–17 настоящего номера) чрезвычайно своевременна. Наряду с несомненной пользой в части методической помощи учителю, она высвечивает и недоработки наших ведущих методистов, помещающих в ЕГЭ такие задания. В частности, я бы хотел остановиться на одной группе задач, которую можно назвать «задачами на установление (исследование) функциональной зависимости на основании экспериментальных данных». Это одна из сложнейших задач экспериментальной физики, ведь умение находить аналитические функции, описывающие полученный массив экспериментальных данных, граничит с искусством. И хотя школьники рассматривают наипростейшие зависимости, всё же остаётся немало сложностей.

Рассмотрим, например, решение задания, предлагаемого второй группе, на определение ёмкости конденсатора. Гипотеза, из которой должны исходить ученики, ясна:  $q = CU$ . Однако, хотя зависимость (по гипотезе!) прямо пропорциональная, метода установления этого – кроме графического – у учеников нет. Предложенный автором поиск среднеарифметического  $C_i = q_i/U_i$ , на мой взгляд, принципиально не верен, хотя и позволяет выбрать верный ответ. Чтобы



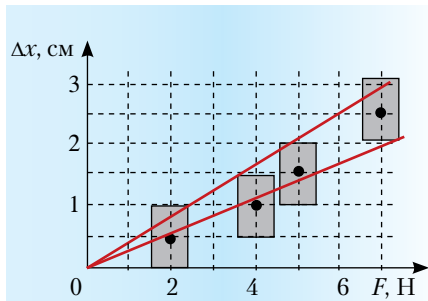
проиллюстрировать сказанное, приведу три графика, построенных по заданным в таблице точкам: 1 – с коэффициентом наклона (ёмкостью) 136 пФ, определённым в обсуждаемой статье; 2 – проведённый по «школьным» правилам построения графиков – через поле ошибок всех значений так, чтобы отклонения «на глаз» точек от графика были одинаковы; 3 – с коэффициентом 100 пФ, что и является правильным ответом. При построении было сделано допущение, что все графики должны пройти через нуль точно (таково требование гипотезы!), хотя нуль – тоже экспериментальная точка, имеющая своё поле ошибки. Из рисунка следует, что графики 1 и 3 неверно отражают экспериментальные данные. Что мешало авторам-составителям более корректно подобрать числа – неясно.

Аналогичный метод (графический) должен быть применён и к решению задачи А3 II варианта на исследование зависимости давления от объёма, только в данном случае, если говорить строго, мы «лишены» руководящей гипотезы – в задании не сказано ничего о температуре газа, и мы «вольны» предполагать, по сути, любую зависимость. Построим график так, как его построил бы ученик, считая, что начальное состояние известно нам точно. Очевидно, что одна из экспериментальных точек ляжет вне построенной зависимости, так что гиперболический характер этой зависимости совсем не очевиден.



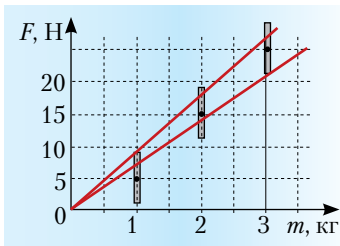
Конечно, наши ученики – умные, они выберут нужный ответ, но **неверным** методом. Правильно ли это? Причём мы сами толкаем их на этот неверный, с точки зрения физики, путь, потому что строить графики на неразлинованной бумаге – это задание не на 4–5 минут, а другие известные им методы являются ошибочными с точки зрения обработки результатов.

Если график уже приведён, то работа по его анализу заметно упрощается. Рассмотрим задания А2 из обоих вариантов раздела IV. Для



определения коэффициента жёсткости на рисунке проведены два «крайних» графика с минимальным и максимальным наклоном, отвечающих главному требованию – проходить через поле ошибок всех точек (если так построить график не получается, то можно говорить либо о промахе, либо о неверности исходной гипотезы). Гипотеза в виде закона Гука очевидна. Диапазон возможных значений  $k$  – от 250 до 350 Н/м. Дистракторы в данном задании подобраны хорошо, среди значений 200, 300 и 500 Н/м, ответ ясен – 300 Н/м, и он не вызывает сомнений.

Рассмотрим задачу II варианта, где требуется определить ускорение свободного падения. Аналогично находим диапазон  $g$ : от 6 до 9 м/с<sup>2</sup> и выбираем ответ 7 м/с<sup>2</sup>. Однако здесь есть один нюанс: прямую максимального наклона при отсутствии миллиметровки можно провести чуть выше. На нашем «точном» рисунке видно, что она проходит через точку (0,5; 5), и почти проходит через точку (1; 10). Несильный ученик может ошибиться в данном задании, всё время удерживая в памяти, что на Земле ускорение свободного падения чуть меньше 10 м/с<sup>2</sup>.



Авторы ЕГЭ-2010 указывали, что анализ графиков вызывает большие трудности у учеников. Приведённый разбор примеров показывает, что в этом «повинны» отчасти и сами составители. Остальные причины «неуспешности» данного вида заданий, также понятны: снижение внимания и времени, выделяемого на экспериментальные работы, слишком беглое изучение самого процесса построения графиков на уроках физики и математики, да и просто нехватка часов. До ЕГЭ остаётся несколько месяцев, надо подумать, как ещё раз повторить с учениками работу с графиками.

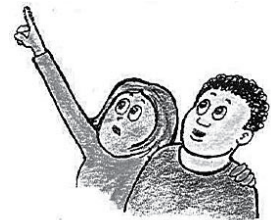
Эта заметка, конечно, дискуссионная и требует обсуждения. Хотелось бы пригласить коллег поделиться конкретным реальным опытом проведения обобщающих занятий по подготовке к ЕГЭ, своими методическими находками, вопросами и сомнениями.

## ЕГЭ по-американски

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** тестовые задания, ЕГЭ по-американски, сила притяжения, день весеннего равноденствия, день осеннего равноденствия, сила Архимеда, выталкивающая сила

1 (2010, November. № 8, 504). Международная космическая станция вращается вокруг Земли на высоте около 350 км, чтобы:

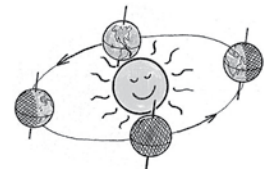
- А) не мешала атмосфера;
- Б) быть вне притяжения



Земли.

- В) Верны А и Б;
- Г) Не верны А–В.

2 (2009, April. № 4, 198). Между днём осеннего равноденствия (23 сентября) и днём весеннего равноденствия (21 марта) 179 дней, а между 21 марта и 23 сентября – 186 дней. Почему?



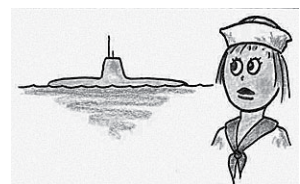
А) Длительность этого астрономического временного интервала колеблется;

- Б) Зимой дни короче;

В) Земля движется по орбите быстрее от сентября до марта;

Г) на самом деле эти астрономические интервалы одинаковы.

3 (2010, February. № 2, 88). Как изменяется выталкивающая сила, действующая на подводную лодку при её погружении?



- А) Увеличивается;

- Б) уменьшается;

- В) не изменяется.

4 (2009, January. № 1, 6).

Если человек вращается на табуретке с гириями на вытянутых руках, то скорость вращения, если он одновременно отпустит обе гири:

- А) увеличится;

- Б) уменьшится;

- В) не изменится.



Подборка и пер. с англ. К.Ю. БОГДАНОВА

kbogdanov1@yandex.ru

из журнала «Physics Teacher»

(в скобках после номера задачи указаны год выпуска номера журнала, месяц, порядковый номер и страница). Правильный ответ отмечен красным.

# Интерактивные учебные пособия

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** цифровые образовательные ресурсы, интерактивное учебное пособие, компьютерное моделирование, «Наглядная физика» компании «Экзамен-МЕДИА», «Определение плотности вещества», «Определение фокусного расстояния собирающей линзы», «Иллюстрация зависимости сопротивления проводника от материала, длины и сечения»

А.А. КУДРЯВЦЕВ,  
В.Л. ШАПОВ  
bayguzin@examen.biz,  
ПАПО МО, г. Москва

Цифровые технологии способны значительно повысить эффективность учебного процесса при условии продуманного и системного использования компьютерного и мультимедийного оборудования как преподавателем, так и обучающимися. Отсюда вытекает необходимость разработки и применения цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) с продуманным дизайном, ориентированным именно на цели обучения. Выделим две на наш взгляд наиболее важные с этой точки зрения характеристики ЦОР: ● простота и доступность интерфейса, его понятность на уровне интуиции и однотипность для всей серии ЦОР, входящих в одно интерактивное учебное пособие, – пользователь должен совершать одни и те же действия с похожими активными элементами на экране, однотипной должна быть и визуализация результатов работы с ресурсом ● простые алгоритмы управления при максимально широком спектре решаемых учебных и исследовательских задач.

Предлагаем несколько разработанных нами ЦОР, входящих в интерактивные учебные пособия серии «Наглядная школа» (компания «Экзамен-Медиа»).

## Определение плотности вещества («Физика. 7 класс»)

Моделируется лабораторная работа по определению плотности вещества путём его взвешивания и



измерения объёма путём погружения в мензурку с водой. Смоделированы наиболее важные аспекты натурального эксперимента, а именно:

- перед взвешиванием пользователь должен уравновесить весы с помощью небольших кусочков бумаги. Их необходимое для уравновешивания количество меняется при каждом запуске модели (от 1 до 6);

- измерение объёма (опускание тела в мензурку) возможно только после взвешивания, ибо при проведении натурального эксперимента обратная последовательность действий приводит к дополнительной погрешности;

- быстро освободить чаши весов можно, нажав на кнопку **СБРОСИТЬ**.

## Определение фокусного расстояния собирающей линзы («Физика. 8 класс»)

Моделируется лабораторная работа по определению фокусного расстояния собирающей линзы (с фокусным расстоянием 4 см, 8 см и 12 см).



Пользователь может:

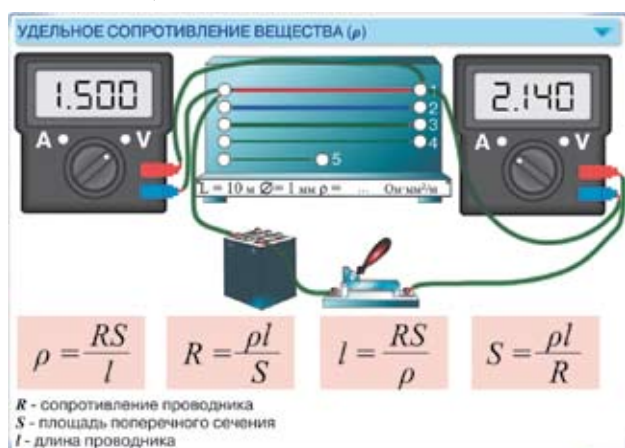
- перемещать источник света, линзу и экран до положения, при котором на экране видно чёткое изображение. Для удобства на источнике света установлен фильтр, формирующий жёлтое пятно с чёрными концентрическими окружностями. Именно такую картинку и должен получить пользователь на экране, только в одном положении источника света, линзы и экрана это изображение большое, а в другом – маленькое;

- менять линзу (то есть изменять фокусное расстояние линзы нажатием на область записи  $f = \dots$  см). Кроме того можно скрыть отображение значе-

ния фокусного расстояния и включить его вновь после проведённых измерений и вычислений, чтобы оценить правильность выполненной работы.

### Иллюстрация зависимости сопротивления проводника от материала, длины и сечения («Физика. 8 класс»)

Иллюстрируется зависимость силы тока, проходящего через проводник от его длины, диаметра сечения и вещества. Пользователь может:



- выбирать проводник простым нажатием на его изображение. При этом в панели параметров проводника отображаются соответствующие числовые значения (значение удельного сопротивления первоначально скрыто). Это позволяет использовать модель для выяснения, из какого вещества сделан данный проводник. Нажатием на троеточие в выражении « $\rho = \dots \text{ Ом} \cdot \text{мм}^2/\text{м}$ » можно посмотреть соответствующее выбранному проводнику удельное сопротивление. Проводники из разного вещества имеют разный цвет;

- замкнуть ключ и проследить за значениями силы тока и напряжения. Поскольку сопротивление цепи очень мало, ключ автоматически выключается через короткий промежуток времени, что имитирует защиту батареи от разрядки в натурном опыте.

В модели намеренно использованы современные цифровые измерительные приборы, однако сделан акцент на соблюдении правильной полярности подключения к источнику – клеммы окрашены в красный (к «+» источника) и синий (к «-» источника) цвет.

Во всех приведённых выше примерах в полной мере реализованы две важные характеристики цифрового образовательного ресурса, на которые мы обратили внимание в начале статьи. Используя вышеописанные алгоритмы работы, можно организовать разные учебные эпизоды – объяснение теоретического материала, проблемное изучение материала, проверку изученного материала и прочее. Рассмотрим вкратце возможные сценарии учебных эпизодов. Например, при объяснении теоретического материала нажимаем кнопку **ОТВЕТ** и используем представленную информацию в

виде наглядного пособия. При проблемном изучении материала ставим задачу перед классом и пытаемся сформулировать правильное определение, формулировку или найти правильный ответ. Сигнальная система контроля ответов помогает определить, в правильном ли направлении идёт обсуждение.

Интерактивные учебные пособия серии «Наглядная школа» ориентированы, прежде всего, на использование в классно-урочной системе в сочетании с интерактивной доской и помогает реализовать основные дидактические принципы.

При разработке пособий, в частности интерфейса и элементов управления, были учтены рекомендации и результаты исследований ведущих специалистов в области дизайн-эргономики. Отметим некоторые особенности. Основные элементы управления расположены в нижней или боковой части экрана и имеют крупную область захвата. Физические размеры интерактивной доски и её расположение на традиционном для обычной меловой доски месте (а иногда и вместе с ней) позволяют учителю оставаться на своём привычном месте и оперативно управлять работой программы, не тратя время на визуальный поиск того или иного элемента управления. Экран «Содержание пособия» реализован по типу вложенного меню, когда при активации основного пункта открывается меню второго уровня – подпункты – в новом окне. Кнопки имеют крупные размеры и снабжены кроме текстовых подписей рисунками, представляющими собой уменьшенную копию открывающегося пособия.

Для эффективного использования пособий при индивидуальной работе обучаемого на персональном компьютере, преподаватель должен сформулировать вспомогательные инструкции (пояснения, задания и тому подобное). Эти инструкции и будут направлять действия обучаемого при взаимодействии с материалами пособия.

Несколько дополнительных скриншотов к описанным моделям даны в электронных приложениях на диске к № 8/2011.



# Звёздное небо в мае

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** астрономия, звёздное небо, звёздные карты, созвездия Жирафа, Северного Оленя и Хранителя Урожая. «Urania's Mirror», галактика IC 342, спираль в двойной системе LL Пераса

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

В начале месяца Солнце движется по созвездию Овна, а 13 мая переходит в созвездие Тельца. Что касается знаков зодиака, то в начале месяца Солнце движется в знаке Тельца и 20 мая переходит в знак Близнецов. 1 мая 2011 г. – 2 455 682-й юлианский день. Восходит Солнце в этот день в Москве в  $5^{\text{h}} 45^{\text{m}}$ , а заходит в  $21^{\text{h}} 20^{\text{m}}$ . В конце месяца, 31 мая – 2 455 711-й юлианский день, восход в  $04^{\text{h}} 53^{\text{m}}$ , а заход – в  $22^{\text{h}} 04^{\text{m}}$ . После окончания гражданских сумерек, которые длятся около 40 минут, можно приступать к наблюдениям ярких звёзд, Луны и планет, а позднее, через час, с окончанием астрономических сумерек и появлением на небе самых слабых звёзд, – приступать к полноценным астрономическим наблюдениям. В конце месяца в Москве наступает период, когда астрономические сумерки длятся всю ночь. В более северных районах России, на широтах  $\varphi > 58,5^{\circ}$  с середины месяца наступают белые ночи, и только в южных районах в середине ночи небо предстаёт во всей своей красе [1].

В области неба вблизи зенита – прямо над головой – находится хорошо знакомое нам созвездие Большой Медведицы. Две её крайние звезды в Ковше, Мерак ( $\beta$ ) и Дубхе ( $\alpha$ ), указывают на Полярную звезду ( $\alpha$  Малой Медведицы). Линия, проходящая через Полярную звезду (Полюс мира) и зенит, представляет собой небесный меридиан. Она пересекает горизонт в точках севера и юга. Если проследить за созвездиями вблизи зенита, которые сейчас пересекают небесный меридиан к югу от Полярной, то мы увидим «хвост» Дракона. Почти в центре дуги, описываемой «хвостом» Большой Медведицы, можно увидеть довольно яркую в этом месте звездочку  $3^{\text{m}}$ , ярчайшую в незаметном созвездии Гончих Псов – Сердце Карла II. В бинокль или небольшой телескоп она представляется красивейшей двойной звездой: одна золотисто-жёлтого цвета ( $3,2^{\text{m}}$ ), другая – с лиловым оттенком ( $5,7^{\text{m}}$ ), разделённые расстоянием  $20''$ .

В созвездии Гончих Псов между Сердцем Карла II и Арктуром ( $\alpha$  Волопаса) в бинокль можно разглядеть туманное пятнышко  $7^{\text{m}}$  – шаровое звёздное скопление M3 (NGC5272). Скопление находится на расстоянии около 13 кпк (40 000 св. лет) от нас, имеет диаметр около 13 пк и

Звёздные карты и описания звёздного неба даются примерно на  $22^{\circ} 30'$  15 мая в Москве.

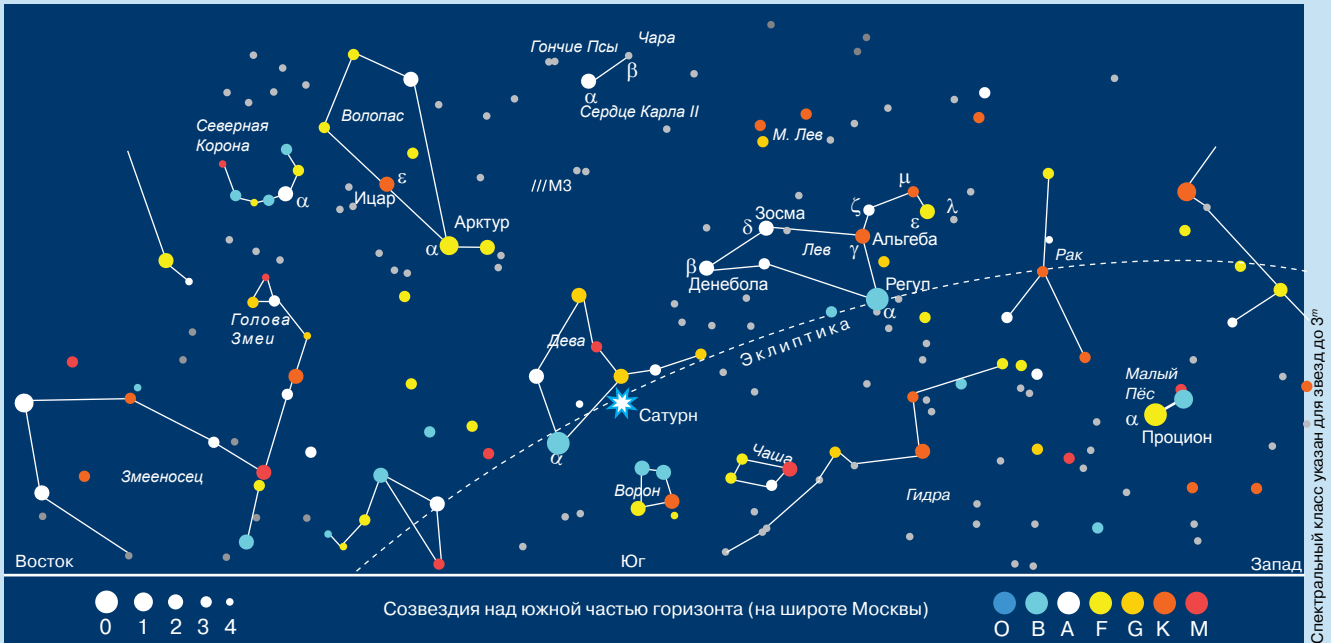


Созвездия Жирафа, Северного Оленя и Хранителя Урожая из старинного атласа созвездий «Urania's Mirror» (1825) Иосафата Аспина (Jehoshaphat Aspin, 1800–1845)

содержит свыше 200 000 звёзд, которые концентрируются к центру скопления. Среднее расстояние между звёздами составляет около 70 000 а. е. В центре скопления концентрация звёзд ещё на порядок выше. Напомню, что размер нашей планетной системы около 40 а. е., пояса Койпера – 100 а. е., а радиус кометного облака Оорта около 100 000 а. е. Фактически, Облако Оорта определяет границы Солнечной системы. В пределах этой границы тела движутся под действием притяжения Солнца. Так вот, в шаровом скоплении M3 звёзды расположены так тесно, что границы их звёздных систем существенно меньше границ Солнечной системы. В такой тесноте звёзды оказывают существенное влияние на движение своих соседей, чаще сталкиваются, в результате чего часть самых быстрых звёзд выбрасывается из скопления. Говорят, что скопление испаряется и остывает, делаясь всё более плотным и сферичным. Не позавидуешь и планетным системам, расположенным вокруг звёзд внутри такого скопления. Тесное сближение существенно меняет характер движения планет вокруг звёзд. Последнее не очень благоприятствует развитию цивилизаций на них, если таковые и возникают.

Шаровое скопление M3 является ярким представителем населения сферической составляющей нашей Галактики. Основная масса звёзд, пыли и газа концентрируется к плоскости Млечного пути в слое толщиной около 1000 пк – плоская составляющая (именно она маскирует и прячет от нас галактику IC 342, показанную на фотографии). Сферическая составляющая, состоящая в основном из старых звёзд и шаровых скоплений, заполняет сферу диаметром около 30 000 пк.

Низко над горизонтом, над точкой юга, блистает звезда первой величины Спика (Колос) – ярчайшая в созвездии Девы. Спика вместе с другими звёздами представ-



ляет характерный четырёхугольник, по которому легко найти и распознать само созвездие. Звезда  $\epsilon$  Девы ( $3^m$ ) расположена выше Спики и тоже имеет своё название – Виноградница, которое она получила ещё в те времена, когда её утренний восход указывал на время созревания винограда и наступление весёлой поры виноделия.

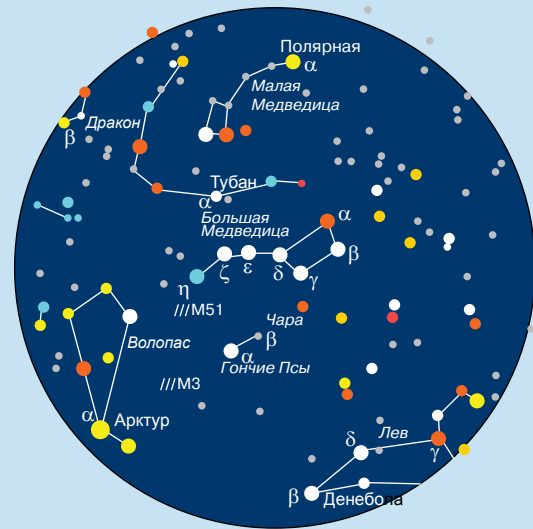
Две крайние звезды в ручке Ко в ша Большой Медведицы ( $\zeta$  – Мицар и  $\eta$  – Бенетнаш) указывают на Арктур, ярчайшую звезду в созвездии Волопаса.

Рядом с созвездием Волопаса, несколько восточнее, расположено хорошо заметное красивое ожерелье из звёзд – созвездие Северной Короны с яркой звездой в центре Геммой (Жемчужиной) –  $\alpha$  Северной Короны.

Почти на юго-востоке, у самого горизонта, можно заметить созвездие Весов. Его ярчайшая звезда Киффа ( $\alpha$  Весов) вместе со Спикой и Арктуром, расположены в вершинах равностороннего треугольника. На приведённой карте расположение звёзд несколько искажено из-за эффекта проекции небесной сферы на плоскость. Поэтому, если вы найдёте созвездия Волопаса и Девы, то по этому треугольнику легко найдёте и Весы. Киффа представляет собой красивейшую близкую пару звёзд, случайно оказавшуюся рядом на небе. Одна – горячая голубая ( $2,8^m$ ), другая, на расстоянии около  $5'$ , – желтоватая ( $5,3^m$ ). В бинокль они представляются очень красивой парой.

В начале нашей эры в этом созвездии находилась точка осеннего равноденствия, и неудивительно, что этой группе звёзд дали название *Весы*. Они как бы уравнивали день и ночь, делая их продолжительность одинаковой. Об этом писал в I в. до н. э. римский поэт Вергилий: «Когда Весы уравниют часы дня и ночи и разделят поровну свет и мрак, тогда, земледельцы, выводите в поля своих коров».

Знак этого созвездия –  $\text{♎}$  (весы), и в наше время Солнце бывает в нём в октябре. За прошедшие 2000 лет точка осеннего равноденствия переместилась в созвездие Девы, однако обозначение знаком Весов сохранилось. Хотя созвездие Весов было известно значитель-



но раньше, принято считать, что его появление на небе связано с римским императором Августом, рождение которого совпало с положением Солнца в начале знака Весов. Справедливость и правосудие, творившиеся в период правления этого императора, привели его сенаторов и астрономов к мысли о создании знака Весов как символа правосудия Августа и введения в календарь нового месяца в году, так и названного в честь него – августом.

Созвездие Весов примечательно тем, что в нём на расстоянии 20 св. лет от Земли была обнаружена небольшая звезда красный карлик Глизе 581 (Gliese 581) с температурой поверхности около 3000 К, вокруг которой обращается планета, в 1,5 раза крупнее и в пять раз массивнее Земли. Эта экзопланета расположена на расстоянии около 10 млн км от звезды, год на ней длится 13 земных суток. Несмотря на низкую температуру звезды, планета так близка к ней, что температура её поверхности близка к зем-

Продолжение см. на с. 26

# НОВОСТИ

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** солнечные батареи, частный космический «грузовик», кремниевые чипы с оптическими и электрическими цепями, природа тёмной энергии

## Энергия пустыни

■ Совместный алжирско-японский проект Sahara Solar Breeder обещает превратить пустыню Сахара в чашу солнечных батарей, способных к 2050 г. обеспечить до половины мировых потребностей в электроэнергии. Для начала проект (SSB) предлагается построить в пустыне завод по производству панелей солнечных батарей, благо основного материала для их изготовления – песка – вокруг предостаточно. Ожидается, что его продукция будет тут же пущена на строительство первой солнечной электростанции, которая обеспечит энергией расширенное производство солнечных батарей, которое позволит построить новую электростанцию, которая... и так далее. Ожидается, что произведённая электроэнергия будет передаваться по сверхпроводящим

кабелям и аккумуляроваться. Конечно, такие установки потребуют охлаждения до температур около  $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$ , однако, по расчётам, полученная энергия всё равно будет достаточно дешёвой для потребителя.

Вообще до сих пор никто не пытался использовать песок пустынь в качестве исходного материала для получения высококачистого кремния, требующегося для производства панелей солнечных батарей. Но и это – не единственная технологическая сложность, которую предстоит решить авторам проекта. Так, им обязательно придётся учесть условия



работы при нередких в Сахаре песчаных бурях. Видимо, для защиты от ветров и перепадов температур немалую часть всей установки и проводов придётся устанавливать под песком, где условия намного более стабильны.

10.12.10.  
По публикации PhysOrg.Com  
<http://www.popmech.ru/article/8250-energiya-pustyni/>

## Путь «Дракона»

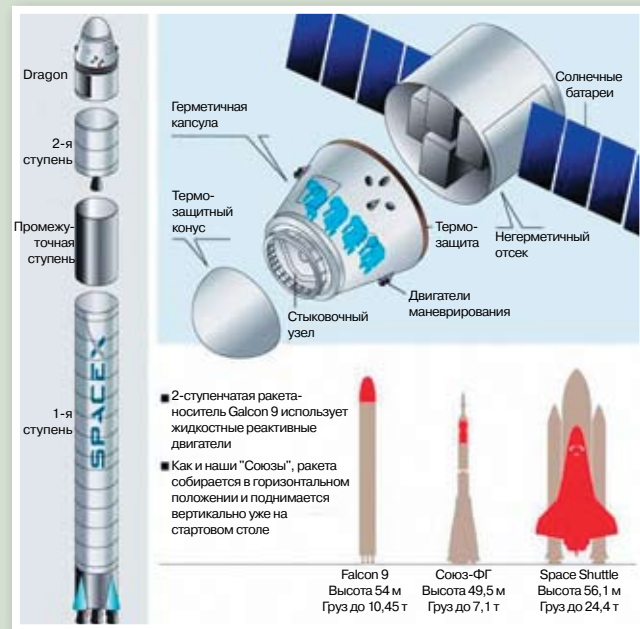
■ Совершил испытательный полёт первый в истории космический «грузовик» «Dragon», созданный частной компанией SpaceX (США). Этот корабль, в рамках общей стратегии NASA, в будущем должен доставлять грузы к МКС. Уже заключён контракт на сумму 1,6 млрд долл., по которому компания должна выполнить 12 запусков после того, как в 2011 г. шаттлы совершат последние полёты. Если всё пройдёт успешно, контракт может быть продлён, и тогда сумма его превысит 3 млрд долл.

Вывела корабль на орбиту ракета-носитель Falcon-9. По плану испытаний, корабль совершил 4 оборота вокруг Земли, передавая телеметрическую информацию, получая команды из ЦУПа и маневрируя согласно им. После чего Dragon был сведён с орбиты, вошёл в атмосферу и совершил посадку в Тихом океане, где его подобрала ожидающие корабли: на всё про всё ушло порядка 5 ч.

Следом за этим полётом намечены ещё несколько, в ходе которых будут проверены и отработаны параметры и самого корабля, и

ракеты-носителя. А первый коммерческий запуск должен состояться в 2011 г. Сам по себе транспортный корабль Dragon представляет собой конусообразную капсулу высотой 2,9 м и диаметром 3,6 м в основании. При массе без груза 4,2 т она способна вывести на орбиту до 6 т грузов и вернуть на Землю до 3 т. Капсула состоит из трёх частей: защитного носового конуса, основного герметичного блока для грузов (а в будущем, возможно, и для экипажа), а также дополнительного негерметичного блока со сложными солнечными батареями и теплоизлучателем.

«SpaceX» лелеет надежду со временем превратить Dragon в полноценный пилотируемый корабль, способный вместить до 7 человек при полёте на низкую околоземную орбиту. Ну а в ходе транспортных миссий к МКС и обратно он будет выводиться ракетой-носителем Falcon-9 высотой



55 м, которая уже прошла основной цикл испытаний. В июне нынешнего года ракета с полноразмерным макетом корабля совершила успешный полёт, подняв груз на высоту 250 км.

09.12.10.  
По публикации Space.Com  
<http://www.popmech.ru/article/8245-put-drakona/>



## Эйнштейн не ошибался

■ «Самая большая ошибка» Эйнштейна может оказаться очередным триумфом его теории: природа тёмной энергии раскрывается во введённой им «от отчаяния» постоянной. В те годы, когда он создавал общую теорию относительности, размеры Вселенной считались постоянными. Однако хотя бы в силу действия гравитации она должна была бы постоянно сжиматься, и чтобы как-то уравновесить притяжение, Эйнштейн был вынужден ввести в уравнения поправку – дополнительную силу, которая противодействует гравитации. Эта сила, по Эйнштейну, возрастает с расстоянием пропорционально космологической постоянной (лямбда,  $\Lambda$ ). Впоследствии, когда был обнаружен и доказан факт расширения Вселенной, эта поправка стала казаться совершенно ненужной, и сам учёный не раз сокрушался о том, что ввёл её, называя космологическую постоянную одной из главных своих ошибок.

Казалось бы, на этом можно было бы поставить точку, когда – совершенно неожиданно для науки того времени – обнаружилось, что расширение Вселенной постоянно ускоряется. Будто какая-то непонятная нам сила растягивает и растягивает её,

противодействуя колоссальной гравитации обычной и тёмной материи. Сила эта была названа тёмной энергией, хотя что это такое за энергия – непонятно совершенно. Одна из вскоре появившихся интерпретаций как раз и связывает тёмную энергию с космологической постоянной, которая может быть понята как некая ненулевая энергия, равномерно заполняющая всю Вселенную и имеющая отрицательное давление.

С другой стороны, имеется и другое объяснение природы тёмной энергии – она является квазичастицами, возбуждениями некоего поля, меняющимися в пространстве и времени. Выбрать между двумя вариантами интерпретации пока не представляется возможным. Для этого требуется знать скорость расширения Вселенной с огромной точностью, чтобы посмотреть, с какими из уравнений она лучше согласуется. А проделать нужные измерения для такого огромного объекта – самого большого, какой только может быть – мы пока не в состоянии.

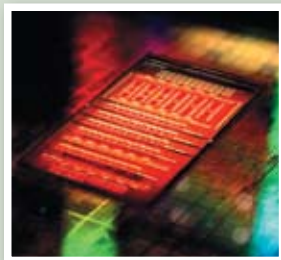
Впрочем, недавно французские физики К. Маринони и А. Бази подошли к вопросу со стороны геометрии Вселенной, для чего проанализировали наблюдения далёких пар галактик и на основе этих данных сделали вывод об изогнутости ми-



роздания. Действительно, в зависимости от того, какую интерпретацию сущности тёмной энергии мы выберем, получается разная геометрия Вселенной: плоская, сферическая или гиперболическая (седловидная). Искажение геометрии пространства-времени неизбежно должно исказить изображения далёких объектов. Именно искажения и пытались обнаружить учёные, изучая удалённые от нас двойные системы галактик, чтобы по их степени оценить изогнутость мироздания. А для этого они с высокой точностью измеряли величину космологического красного смещения для каждой галактики в паре. Это позволило рассчитать ориентацию и относительное положение каждой из галактик, а затем, исходя из этих данных, оценить степень «искажённости» видимой картины. Оценка показала, что Вселенная, скорее всего, плоская.

**03.12.10.** По публикации Space.Com <http://www.popmech.ru/article/8227-eynshteyn-ne-oshibalsya/> Наука и жизнь

## Два в одном



■ Кремниевые чипы с оптическими и электрическими цепями могут устранить барьер, позволяющий увеличивать производительность суперкомпьютеров. На этом кремниевом чипе мирно сосуществуют как электрические, так и оптические схемы. Компьютерные чипы сегодня – это электрические микросхемы, формируемые методом фотолитографии на кремниевых пластинах, в которых для обработки данных используются электрические импульсы. Но исследователи из фирмы *IBM* уже работают над

чипами завтрашнего дня, в которых будут использоваться не только электрические, но и оптические импульсы. Оптические микросхемы смогут обмениваться информацией с обычными электронными схемами в пределах одного чипа. Это позволит передавать данные внутри компьютера намного быстрее, а также использовать высокоскоростные устройства ввода-вывода. Сегодняшние суперкомпьютеры называют «петамасштабными», так как их производительность измеряется в петафлопсах (квадриллионах операций –  $10^{12}$  – с плавающей запятой в секунду). Следующий шаг (создание экзомасштабных систем, способных выполнять квинтиллионы –  $10^{15}$  операций в секунду) исследователи из *IBM* надеются сделать в течение ближайших 5 лет. За минувшие 7 лет специалисты разработали цепи, способные преобразовывать электрические сигналы компьютерного чипа в оптические и обратно. Теперь они нашли способ объединить все эти компо-

ненты на одном чипе без снижения производительности стандартных схем. Теперь необходимо освоить эту технологию в производстве.

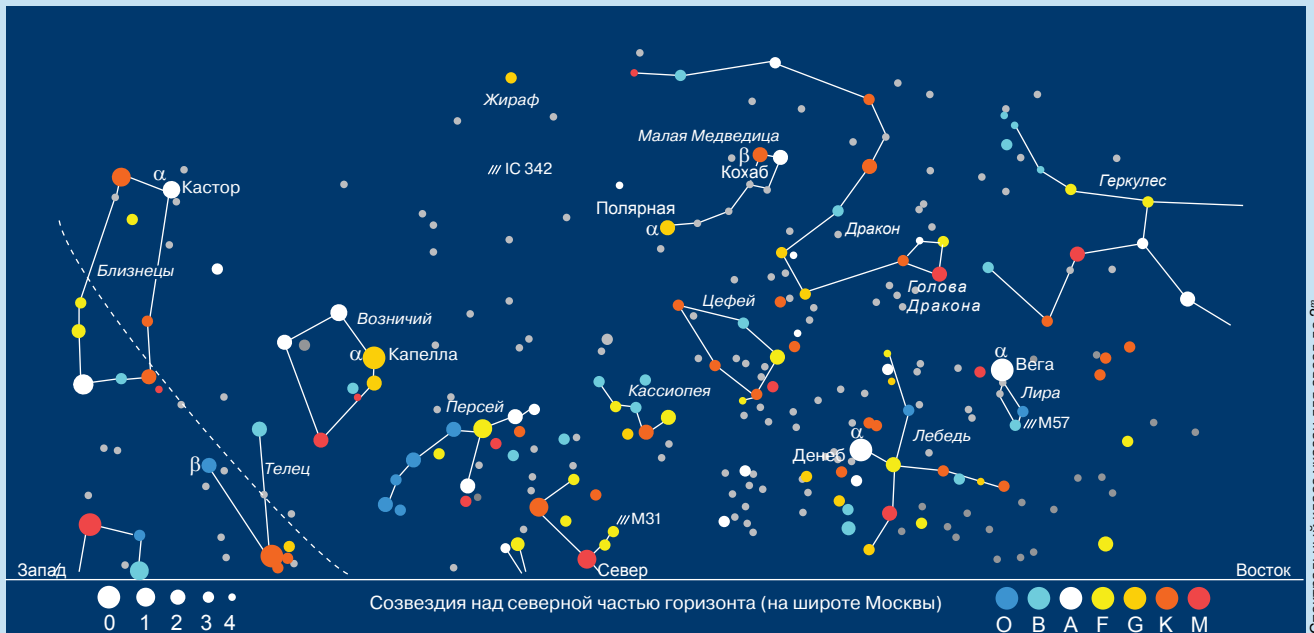
Разработки *IBM* позволяют изготавливать малые фотонные устройства, а это само по себе значительное достижение, так как такие устройства, как правило, на порядок больше по размерам, чем электрические (в частности, транзисторы). На пути миниатюризации фотонных схем остаётся только последняя преграда – дифракционный предел, ограничивающий размеры оптических устройств, работающих на определённой длине световой волны.

**04.12.10.** По сообщению Technology Review <http://www.popmech.ru/article/8234-dva-v-odnom/>

Л.В. ПИГАЛИЦЫН,  
МОУ СОШ № 2, г. Дзержинск,  
Нижегородская обл.  
[levp@rambler.ru](mailto:levp@rambler.ru), [www.levpi.narod.ru](http://www.levpi.narod.ru)



Расширенный блок новостей  
см. на диске к № 8/2011.



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

Продолжение. Начало см. на с. 23

ной. Так что вода – основа жизни – на ней, как и на Земле, находится в жидком, твёрдом и газообразном состояниях. Это, по мнению учёных не исключает наличия жизни на планете. Правда, в отличие о Земли, эта планета повернута к своему солнцу одной стороной, так что условия, благоприятные для жизни, существуют только на освещённой стороне. У звезды обнаружены ещё несколько планет, среди них «горячий Юпитер», в 15 раз массивнее Земли, расположенный очень близко к звезде, а другая планета, в 8 раз массивнее Земли, расположена дальше, и на ней очень холодно.

Восточнее Весов под Северной Коронай поднимается из-под горизонта Змееносец, а над ним – Геркулес.

По западную сторону от меридиана, на том же расстоянии от него, что и Арктур, расположена яркая звезда Денебола (β Льва), по которой вы легко найдёте созвездие Льва с его характерным трапециевидным расположением ярких звёзд.

На западе, низко над горизонтом, ещё можно увидеть

Процион (α Малого Пса), на юго-западе – Альфард (α Гидры), а под Девой – знакомый четырёхугольник чаши созвездия Ворона. В этой части неба хотелось бы отметить совсем неприметное созвездие Секстанта (только шесть звёзд имеют блеск около 5<sup>м</sup>).

Повернёмся лицом к северу. Низко над горизонтом, почти над точкой севера блистает Кассиопея. Западнее – яркая Капелла (α Возничего) и само созвездие Возничего. Между Полярной звездой и Капеллой расположено созвездие Жирафа, состоящее из слабых звёзд. В старинном звёздном атласе Иосафата Аспина оно изображено рядом с двумя созвездиями, которые не дошли до нашей поры, но представляют исторический интерес. Так, в 1775 г. в честь известного французского астронома – ловца комет Шарля Мессье, каталогом туманностей которого до сих пор пользуются астрономы, было предложено новое созвездие Хранителя Урожая: «Это название будет напоминать астрономам будущего о мужестве и прилежности нашего трудолюбивого наблюдателя Мессье, который с



<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap101222.html>

Спрятавшаяся галактика IC 342 в созвездии Жирафа. Снимок получен на небольшом телескопе с диаметром объектива 25 см <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap101222.html>



<http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap100914.html>

Спираль, образованная веществом при сбросе оболочки, умирающей звездой в двойной системе LL Пегаса <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap100914.html>

1757 года, похоже, занят одним делом: патрулированием неба в поисках комет» [3]. На картах звёздного неба оно изображалось в виде стража, наблюдающего за полем пшеницы, и нередко подписывалось французским именем «Мессье». Созвездие Северного Оленя, которое тоже не дошло до нашего времени, – дань экспедиции Мопертью в Лапландию для измерения длины земного меридиана (1736 г.). Впервые оно появилось в 1743 г. в работе «Теория комет» и некоторое время было популярно.

В созвездии Жирафа находится спиральная галактика IC 342, представленная на фотографии. Если бы не сильное поглощение света, то она была бы, возможно, второй по красоте галактикой на небе и затмила бы знаменитую Туманность Андромеды (M31), расстояние до которой около 2,5 млн св. лет. M31 так развёрнута, что её красивые спиральные рукава наблюдать в телескоп почти невозможно, а галактика IC 342, до которой всего 7 млн св. лет, развёрнута плашмя и являла бы собой великолепное зрелище. Основные результаты по этой галактике получены с помощью радио- и ИК-телескопа. Именно по этой причине она зарегистрирована в ИК-каталоге (Infrared Catalog) под номером 342. На фото хорошо видны облака пыли, скопления молодых горячих звёзд голубого цвета, области звездообразования, светящиеся розовым, которые чётко описывают замечательные спиральные ветви. Как и в других спиральных галактиках, именно в спиральных рукавах находится много газа и пыли, из которых образуются новые поколения звёзд. Как считают астрономы, сейчас IC 342 испытывает мощную вспышку звездообразования из-за её гравитационного взаимодействия с галактикой M31 и нашим Млечным Путём. Эти три крупнейшие галактики входят в состав гравитационно-связанной Местной группы галактик.

К востоку от меридиана видны созвездия, которые в дальнейшем будут подниматься всё выше и выше над горизонтом, постепенно перемещаясь к южной его части. Рядом с Кассиопеей, которая сейчас находится в нижней кульминации, пересекая небесный меридиан между точкой севера и Полюсом мира, несколько выше расположен Цефей. На северо-востоке поднимается Лебедь с ярким Денебом ( $\alpha$  Лебеда) – это незаходящие на широте Москвы созвездия. Рядом видна Вега ( $\alpha$  Лир). В этом созвездии находится интересная планетарная туманность – Кольцеобразная. На фото объекта в созвездии Пегаса, полученном в ИК-диапазоне на телескопе Хаббл, мы видим LL Пегаса, возможно, самое необычное проявление планетарной туманности. Умирающая звезда типа Солнца, входящая в состав двойной системы, сбрасывает свою оболочку, обращаясь вокруг звезды-компаньона. Гигантская спираль из сброшенного газа протянулась почти на треть

светового года, намотав, почти пять ветвей с регулярной периодичностью в 800 лет. Именно с таким периодом обрывается умирающая звезда вокруг своего компаньона. Необычным является и природа свечения ветвей спирали – они, как плохое зеркало, отражают свет соседней справа яркой звезды, освещающей LL Пегаса.

Северное крыло Лебеда указывает на «голову» Дракона – длинного созвездия, охватывающего Малую Медведицу.

Созвездия, видимые над северной частью горизонта, лучше изучать через полгода – в конце лета и осенью, когда они переместятся на юг и будут находиться выше над горизонтом.

## ПЛАНЕТЫ [2]

**Меркурий** быстро движется по созвездиям Рыб и Овна, достигая 7 мая максимальной западной элонгации  $23^\circ$ . Несмотря на это планета у нас не видна.

**Венера, Марс и Юпитер** расположены по отношению к Солнцу таким образом, что недоступны наблюдениям.

**Сатурн** движется попятно по созвездиям Девы, планета видна почти всю ночь, заходя под горизонт около  $3^h$  после полуночи в конце месяца, её блеск  $+0,8^m$ . Самое время разглядеть кольцо у планеты, а, возможно, вы увидите самый большой спутник Титан (всего их 61).

**Уран** медленно движется по созвездиям Рыб, блеск планеты  $+5,9^m$ , её можно попытаться найти в небольшой телескоп в течение получаса перед началом утренних сумерек в третьей декаде месяца.

**Нептун** медленно движется по созвездиям Водолея, всё время находясь низко над горизонтом. Так как его блеск  $+8^m$ , можно попытаться найти планету перед утренними сумерками в течение часа-полутора с помощью сильного бинокля или телескопа, имея для поиска подробную карту звёздного неба [2].

## МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ








**Майские Аквариды** (от лат. *Aquarius* – Водолей) активны 1–8 мая. Радиант расположен около звёзд  $\alpha$  и  $\xi$  Водолея. Этот поток замечателен тем, что он связан с кометой Галлея. Метеоры очень быстрые и длинные, часто оставляют за собой след. Обычно наблюдается около 10–12 мет/ч. Наблюдать этот поток лучше под утро, так как созвездие Водолея кульминирует в утренние часы.

## Литература

1. Чаругин В.М. Астрономические вечера / В сб. «Я иду на урок астрономии: Звёздное небо: 11 класс: Книга для учителя. – М.: Издательство «Первое сентября», 2001.

2. Шевченко М.Ю., Угольников О.С. Школьный астрономический календарь на 2010/2011 уч. г.: пособие для учащихся 7–11 кл. М.: Дрофа, 2010. Вып. 61.

3. [http://ru.enc.tfo.de.com/Мессье,\\_Шарль#wiki](http://ru.enc.tfo.de.com/Мессье,_Шарль#wiki)

Фазы Луны	Дата	3	6	11	14	17	20	24	27
	Фаза	Новолуние							
		Новолуние		Первая четверть		Полнолуние		Последняя четверть	

# Практические работы по астрономии: созвездие Большой Медведицы

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: астрономия, созвездие Большой Медведицы, практические работы по картинкам

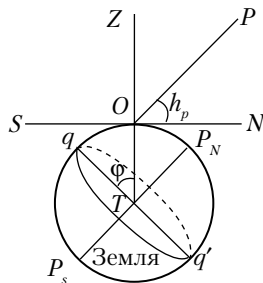
Продолжение. См. № 5/2011

**В.Ф. КАРТАШОВ**  
kartash@cspu.ru,  
Челябинский институт путей  
сообщения, г. Челябинск

**Работа 2.** Изображение звёздного неба было получено в Германии в конце апреля 2009 г. Определите время ночи и широту места наблюдения.

*Решение.* Попробуем найти знакомые созвездия. Почти в середине видна Большая Медведица, яркие звёзды которой образуют перевёрнутый К о в ш. Если через две его крайние звёзды  $\alpha$  (Дубхе, правая верхняя) и  $\beta$  (Мерак, правая нижняя) провести линию и отложить от  $\beta$  5,5 расстояний  $\alpha\beta$ , то отрезок упрётся в Полярную звезду, самую яркую в Малой Медведице.

Высота  $h_p$  Полярной звезды  $P$  над горизонтом  $SN$  примерно равна широте места наблюдения  $\varphi$  (звезда не точно находится в Северном полюсе мира, а отстоит от него приблизительно на  $1^\circ$ ). Поскольку линия горизонта на фото нечётлива, лучше измерять расстояние от Полярной звезды до точки зенита (угол  $POZ$  на рисунке, или дуга от Север-



ного полюса мира до точки зенита), которое равно  $90 - \varphi$ . Положение точки зенита найдём как центр окружности видимого горизонта.

Измерения на фотографии мы можем делать только линейные, например, в миллиметрах. Чтобы узнать угловые расстояния, найдём угловой масштаб фотографии, то есть определим, сколько градусов соответствуют 1 мм. Для этого выберем две крайние звезды Ковша, например  $\alpha$  и  $\eta$ , по подвижной карте звёздного неба определим их координаты и найдём угловое расстояние  $\delta$  между ними по приближённой формуле:  $\cos d = \sin\delta_1 \cdot \sin\delta_2 + \cos\delta_1 \cdot \cos\delta_2 \cdot \cos(\alpha_1 - \alpha_2)$ , где  $\alpha_1$  и  $\delta_1$  – координаты первого тела,  $\alpha_2$  и  $\delta_2$  – второго [1].

**1. Координаты звёзд:**

$\alpha$  (Дубхе):  $\alpha = 11^h 04'$ ,  $\delta = 61, 75^\circ$ ;

$\eta$  (Бенетнаш):  $\alpha = 13^h 48^m$ ,  $\delta = 49,32^\circ$ .

**2. Угловое расстояние между звёздами:** (углы переводим в градусы:  $1^h$  соответствует  $15^\circ$ ):

$$\cos d = \sin 49,32^\circ \cdot \sin 61,75^\circ + \cos 49,32^\circ \cdot \cos 61,75^\circ \cdot \cos 41,00^\circ \Rightarrow d = 27,2^\circ.$$

**3. Масштаб\*:**  $\mu = 27,2^\circ : 21,5 \text{ мм} = 1,27^\circ/\text{мм}$ .

**4. Зенитное расстояние Полярной звезды на фото:** 35 мм, что соответствует  $h$  (мм)  $\cdot \mu = 35 \text{ мм} \cdot 1,27^\circ/\text{мм} = 44,45^\circ$ .

**6. Широта места наблюдения:**  $\varphi = 90^\circ - 44,45^\circ = 45,45^\circ$ .

Реальные координаты места:  $48^\circ 44'$  с. ш.;  $8^\circ 44'$  в. д.

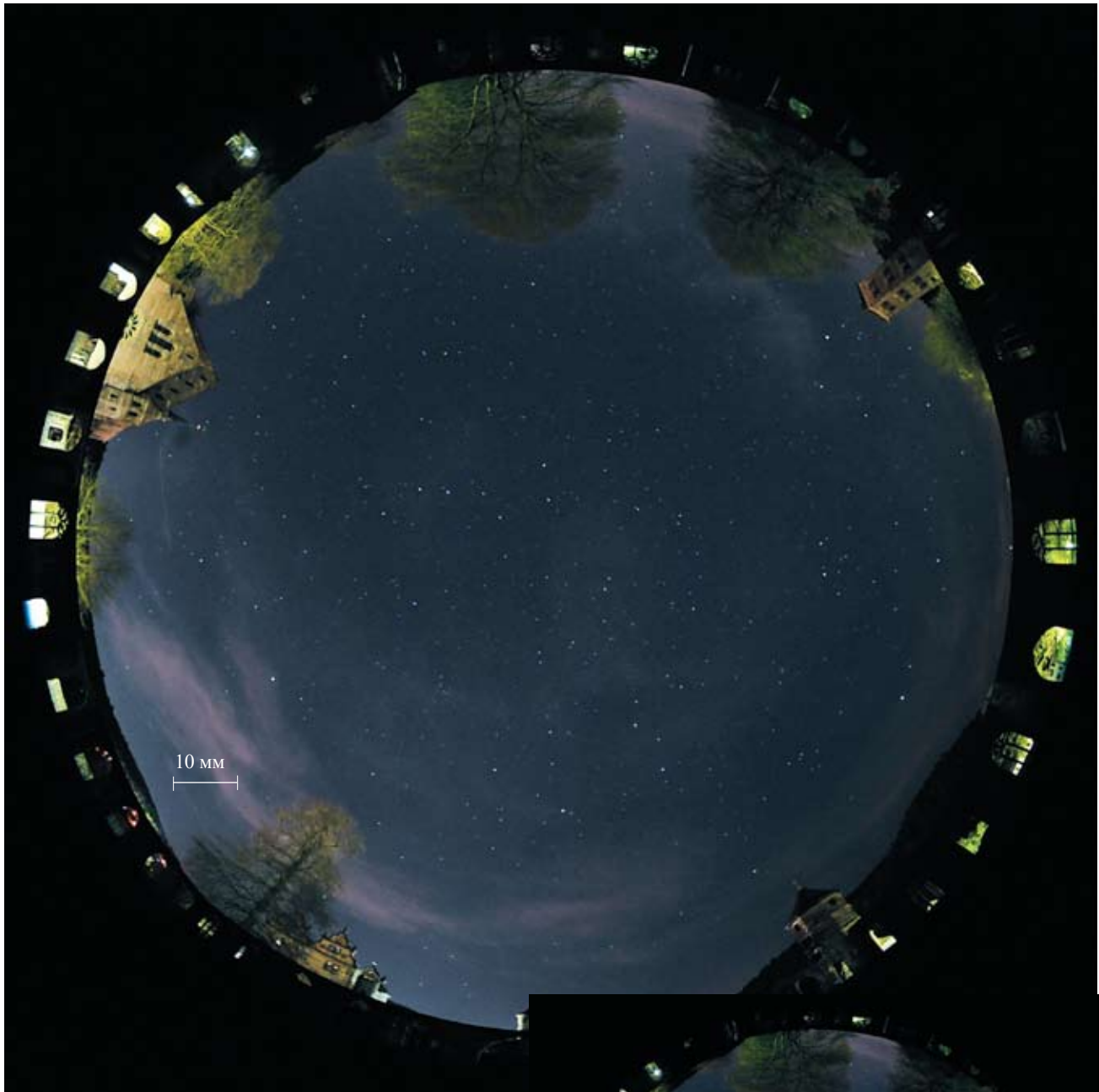
**Работа 3.** Изображение полярного сияния было получено Dave Ewoltd (штат Оклахома, Окарач, США) в 3 часа утра (CST) 29 октября. Определите широту места наблюдения.

\* Линейные расстояния изменяются непропорционально при масштабировании (из-за проецирования сферы на плоскость). Здесь указаны результаты измерений при размере изображения  $88 \times 88 \text{ мм}$ .

http://www.astronet.ru:8100/db/msg/1195074



Полярное сияние в небе Оклахомы (США) 29 окт. 2003 г.



[http://www.astronet.ru/db/msg/1234657/springsky\\_unannotated\\_credner\\_big.jpg.html](http://www.astronet.ru/db/msg/1234657/springsky_unannotated_credner_big.jpg.html)

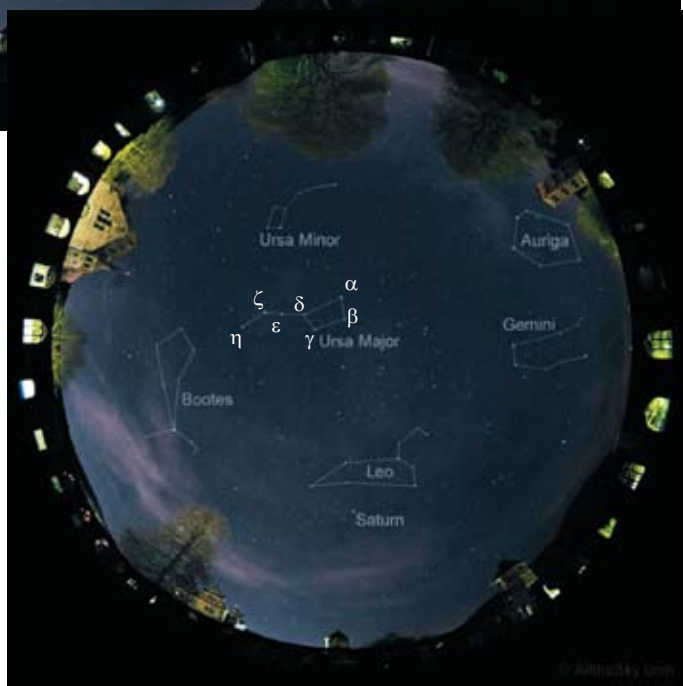
Небо над аббатством Hirsau. Снимок Тилл Креднерг, AlltheSky.com. Фотография была сделана с помощью объектива «рыбий глаз». Вдоль края картинке виден двор аббатства Хирсау – древнего бенедиктинского монастыря, основанного в 830 г. Справа обозначены звёзды Ковша Большой Медведицы и яркие созвездия <http://www.astronet.ru/db/msg/1245768>

Решение аналогично описанному в работе 1, но для определения масштаба следует взять  $\alpha$  и  $\beta$  Большой Медведицы (две верхние в ковше), угловое расстояние между которыми равно приблизительно  $5,2^\circ$ .

1. Расстояние между  $\alpha$  и  $\beta$  Большой Медведицы (6,5 мм), между Полярной звездой и точкой севера на линии горизонта 45 мм.

2. Широту места наблюдения находим из пропорции:  $\varphi : 5^\circ = 45 \text{ мм} : 6,5 \text{ мм} = 36^\circ \text{ с. ш.}$

Реальные координаты места: Okarche, Oklahoma:  $35^\circ 7259' \text{ с. ш.}; 97^\circ 9764' \text{ з. д.}$



# Тренировочный вариант ЕГЭ. 2011

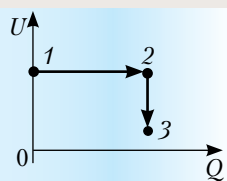
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: решение задач, ЕГЭ

Окончание. См. № 2, 3, 6/2011

## ЧАСТЬ 3

Задания **C1–C6** представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (**C1** и прочее), а затем решение соответствующей задачи.

**C1.** В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ. На рисунке показана диаграмма, иллюстрирующая изменение внутренней энергии  $U$  газа и передаваемое ему количество теплоты  $Q$ . Опишите изменение объёма газа при его переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Свой ответ обоснуйте, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



Ответ. \_\_\_\_\_

### Образец возможного решения

В процессе  $1 \rightarrow 2$  газ получает некоторое количество теплоты, но его внутренняя энергия не меняется. Следовательно, согласно первому началу термодинамики, газ отдаёт получаемую энергию, совершая работу, то есть в данном процессе его объём увеличивается.

2) В процессе  $2 \rightarrow 3$  теплообмена газа с внешней средой нет, процесс адиабатный, но внутренняя энергия газа уменьшается. Следовательно, и этот процесс связан с расширением газа, значит газ, по первому началу термодинамики, совершает работу.

3) *Ответ.* Переход газа из состояния 1 в состояние 3 всё время сопровождается увеличением его объёма.

### Критерии оценки выполнения задания\*

Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае – изменение объёма газа, п. 3) и полное верное объяснение (в данном случае – п. 1, 2) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – получение тепла газом при неизменности его внутренней энергии на этапе 1→2, адиабатный процесс на следующем этапе, первое начало термодинамики).

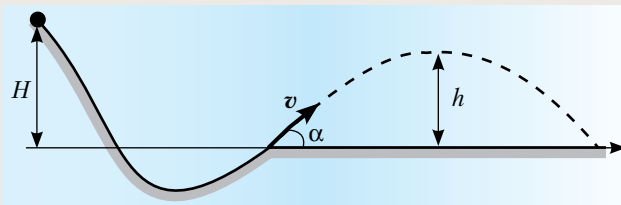
3

Автор-составитель М.Ю. Демидова demidovaktv1@yandex.ru (ФИПИ, МИОО, г. Москва) и др.

\* Инструкцию по выполнению работы, таблицы физических величин и критерии оценки выполнения заданий на 2, 1 и 0 баллов см. в № 2, 3, 6/2011. – Ред.

Полное правильное решение каждой из задач **C2–C6** должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

**C2.** При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с высоты  $H$  (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под таким углом к горизонту, что дальность его полёта максимальна. Пролетев по воздуху, гонщик приземляется на горизонтальный стол, находящийся на той же высоте, что и край трамплина. Какова высота полёта  $h$  на этом трамплине? Спротивлением воздуха и трением пренебrecь.



Ответ. \_\_\_\_\_

### Образец возможного решения

(рисунок не обязателен)

Модель гонщика – материальная точка. Считаем полёт свободным падением с начальной скоростью  $v$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Дальность полёта определяется выражением  $s = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha$ , а высота полёта – выражением

$$h = \frac{v^2}{2g} \sin^2 \alpha.$$

Модуль начальной скорости определяется из закона сохранения энергии  $\frac{mv^2}{2} = mgH$ , так что  $\frac{v^2}{2g} = H$ . Максимальная дальность полёта достигается при условии  $\sin 2\alpha = 1$ , то есть при  $\alpha = 45^\circ$ .

$$\text{Отсюда } h = H \sin^2 \alpha = \frac{H}{2}.$$

*Ответ.* Высота подъёма  $h = \frac{H}{2}$ .

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, <b>применение которых необходимо</b> для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>кинематические уравнения движения для свободно падающего тела, закон сохранения механической энергии</i> ); 2) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	3

**С3.** Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу 1 кг. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении  $10^5$  Па. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнёт поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна  $0^\circ\text{C}$ . Площадь сферы  $S = 4\pi r^2$ , объём шара  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ .

Объём шара  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ .

Ответ. \_\_\_\_\_

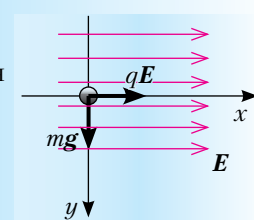
Образец возможного решения
<p>На шар действуют и сила Архимеда, и сила тяжести, обусловленная массой газа и массой оболочки. Поскольку <math>F_A \sim r^3</math>, а <math>m_{\text{ог}} \sim r^2</math>, то с увеличением радиуса шара сила Архимеда будет расти быстрее, чем сила тяжести. При минимальном значении радиуса, когда шар уже способен поднять себя сам, сила Архимеда должна уравновешивать силу тяжести:</p> $F_A = m_{\text{He}}g + m_{\text{ог}}g.$ <p>Силы выражены через радиус <math>r</math> шара:</p> $\rho_{\text{в}}gV = m_{\text{ог}}g + m_{\text{He}}g = bSg + \rho_{\text{He}}Vg \Rightarrow$ $\Rightarrow \rho_{\text{в}}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 = b \cdot 4\pi r^2 \cdot g + \rho_{\text{He}}g \cdot \frac{4}{3}\pi r^3 \Rightarrow$ $\Rightarrow r = \frac{3b}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{He}}}, \text{ где } b = 1 \text{ кг/м}^2 \text{ – масса } 1 \text{ м}^2 \text{ оболочки.}$ <p>Плотности гелия и воздуха находятся из уравнения Клапейрона–Менделеева:</p> $pV = \frac{m}{M}RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{Mp}{RT},$ $\rho_{\text{He}} = \frac{M_{\text{He}}p}{RT}, \quad \rho_{\text{в}} = \frac{M_{\text{в}}p}{RT}.$ <p>Радиус: <math>r = \frac{3bRT}{p(M_{\text{в}} - M_{\text{He}})} \approx 2,7 \text{ (м)}; m = 4\pi r^2 \cdot b.</math></p> <p>Ответ. <math>m = 92 \text{ кг.}</math></p>

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>второй закон Ньютона, выражение для силы Архимеда, связь массы и плотности, уравнение Клапейрона–Менделеева</i> ); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3

**С4.** Полый шарик массой  $m = 0,4$  г с зарядом  $q = 8$  нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол  $\alpha = 45^\circ$ . Чему равен модуль напряжённости электрического поля  $E$ ?

Ответ. \_\_\_\_\_

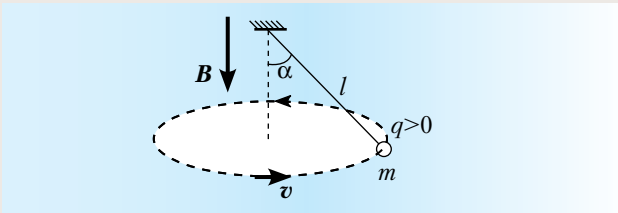
Образец возможного решения
<p>1) На тело действуют сила тяжести <math>F_1 = mg</math> и сила со стороны электрического поля <math>F_2 = qE</math>.</p> <p>2) В инерциальной системе отсчёта, связанной с Землёй, в соответствии со вторым законом Ньютона, вектор ускорения тела пропорционален вектору суммы сил, действующих на него: <math>ma = F_1 + F_2</math>.</p> <p>3) При движении из состояния покоя тело движется по прямой в направлении вектора ускорения, то есть в направлении равнодействующей приложенных сил. Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол <math>\alpha = 45^\circ</math> с вертикалью, следовательно,</p> $\text{tg } \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1.$ <p>Отсюда <math>E = \frac{mg}{q}</math>.</p> <p>Ответ. <math>E = 0,5 \cdot 10^6 \text{ В/м} = 500 \text{ кВ/м.}</math></p>



Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <b>применение которых необходимо</b> для решения	3

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
задачи выбранным способом (в данном решении — второй закон Ньютона, формула для силы, действующей на заряд в электростатическом поле); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	

**С5.** В однородном магнитном поле с индукцией  $B$ , направленной вертикально вниз, равномерно вращается в горизонтальной плоскости против часовой стрелки положительно заряженный шарик массой  $m$ , подвешенный на нити длиной  $l$  (конический маятник). Угол отклонения нити от вертикали равен  $\alpha$ , скорость движения шарика равна  $v$ . Найдите заряд шарика.



Ответ. \_\_\_\_\_

Образец возможного решения	
1) На чертеже указаны силы, действующие на шарик. $F_{л} = qvB \sin 90^\circ = qvB$ 2) Второй закон Ньютона в проекциях на оси:	
$\begin{cases} N \sin \alpha + qvB = \frac{mv^2}{R}, \\ N \cos \alpha - mg = 0. \end{cases}$	
3) Так как $R = l \sin \alpha$ , то выражение для заряда:	
$q = \frac{m}{B} \left( \frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha \right).$	
<p>Ответ. <math>q = \frac{m}{B} \left( \frac{v}{l \sin \alpha} - \frac{g}{v} \operatorname{tg} \alpha \right).</math></p>	

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <b>применение которых необходимо</b> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — второй закон Ньютона, формулы для силы Лоренца и центростремительного ускорения);	3

2) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ.	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

**С6.** Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода  $\lambda_0 = 290$  нм. При облучении катода светом с длиной волны  $\lambda$  фототок прекращается при запирающем напряжении между анодом и катодом  $U = 1,9$  В. Определите длину волны  $\lambda$ .

Ответ. \_\_\_\_\_

Образец возможного решения	
Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:	
$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$	
Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:	
$\frac{hc}{\lambda_0} = A. \quad (2)$	
Выражение для запирающего напряжения – условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле от катода к аноду:	
$\frac{mv^2}{2} = eU. \quad (3)$	
Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем:	
$\lambda = \frac{hc\lambda_0}{hc + eU\lambda_0}.$	
<p>Ответ. <math>\lambda \approx 200</math> нм.</p>	

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, <b>применение которых необходимо</b> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода, условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3



# Школьные олимпиады по физике в США

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: решение задач, школьные олимпиады

К.Ю. БОГДАНОВ  
kbogdanov1@yandex.ru,  
лицей № 1586, г. Москва

Результаты международных олимпиад по физике в какой-то степени говорят об уровне обучения нашему предмету в различных странах. Постоянными призёрами этих олимпиад являются команды Китая, России и США. Поэтому интересно узнать, как проводятся школьные этапы олимпиад в Китае и США, какие задачки на них предлагают решить. К сожалению, очень высокий языковой барьер не дал автору узнать что-либо о китайских олимпиадах, и настоящая заметка посвящена школьным физическим олимпиадам в США.

Школьный этап олимпиады (Кубок по физике – *Physics Bowl*) охватывает 9–12-е классы всех американских школ, проводится в апреле для выявления лучшей школы (в округе, штате и стране) по физике. Для определения рейтинга складывают 5 лучших результатов, полученных участниками олимпиады в данной школе (<http://www3.delta.edu/michaelfaleski/PhysicsBowl/>).

На олимпиаду отводится всего 45 минут, за которые необходимо ответить на 40 вопросов. На каждый вопрос предлагается 5 ответов, один из которых правильный, и его надо успеть выбрать. Считается, что ответить осмысленно на все вопросы за такое короткое время практически невозможно, поэтому правильные ответы на половину из них принимаются за вполне хороший результат. Об этом сказано в инструкции для проведения олимпиады.

Сложность задачи увеличивается с её номером. Школьники, изучавшие физику в течение ОДНОГО года, должны ответить на вопросы 1–40, а те, кто изучает физику второй год, на вопросы 11–50. За каждый правильный ответ присуждается одно очко. Если два школьника набирают одинаковое количество очков, то побеждает тот, кто сделал больше задач с большими номерами.

Разрешается пользоваться только своими калькуляторами, у которых к тому же стёрта память и программы. Задачи, решаемые школьниками во время этой олимпиады, одинаковы для всех её участников на всей территории США.

## ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ ОЛИМПИАДЫ *PHYSICS BOWL-2010*

На первые 10 вопросов отвечают только те, кто изучал физику в течение ОДНОГО года.

1. Самая первая олимпиада *Physics Bowl* состоялась в 1985 г. Приблизительно сколько секунд тому назад была эта олимпиада?

- A)  $10^2$ ;                      B)  $10^5$ ;                      C)  $10^7$ ;  
D)  $10^9$ ;                      E)  $10^{12}$ .

2. Какая из следующих величин не является векторной?

- A) Ускорение;                      B) средняя скорость;  
C) импульс;                      D) потенциальная энергия;  
E) сила.

3. Проведены три измерения длины:  $L_1 = 22,05$  м,  $L_2 = 6,1123$  м и  $L_3 = 89,6$  м. Чему равна сумма этих измерений, если оставить только значащие цифры?

- A) 120 м;                      B) 118 м;                      C) 117,8 м;  
D) 117,76 м;                      E) 117,7623 м.

4. Какое из следующих неравенств соответствует приведённым ниже величинам скоростей:  $v_1 = 1,25 \cdot 10^{-4}$  см/мкс,  $v_2 = 0,076$  мм/неделя,  $v_3 = 9,50$  км/день?

- A)  $v_1 < v_2 < v_3$ ;                      B)  $v_3 < v_2 < v_1$ ;  
C)  $v_2 < v_3 < v_1$ ;                      D)  $v_1 < v_3 < v_2$ ;  
E)  $v_3 < v_2 = v_1$ .

5. В системе СИ отношение универсальной газовой постоянной к постоянной Больцмана равно:

- A) скорости света;                      B) постоянной Планка;  
C) числу Авогадро;                      D) электрической постоянной;  
E) гравитационной постоянной.

6. Какое из следующих утверждений ближе всего ассоциируется с третьим законом Ньютона?

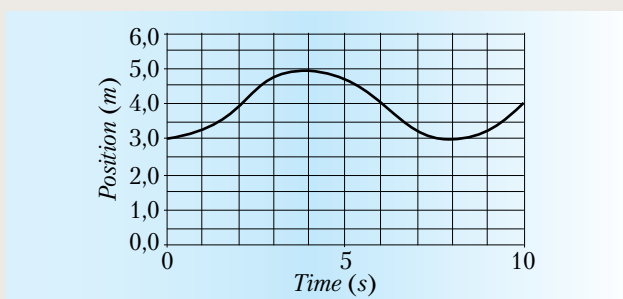
- A) То, что движется вверх, обязательно вернётся вниз;  
B) для каждой действующей силы найдётся равная и противоположно направленная сила реакции;  
C) тело в состоянии покоя не движется;  
D) ускорение тела прямо пропорционально силе и обратно пропорционально его массе;  
E) вселенная предпочитает беспорядок.

7. Маленькое тело с высоты 10 м над поверхностью Земли брошено вертикально вниз с начальной скоростью 12,0 м/с. Если пренебречь сопротивлением воздуха, то тело ударится о землю со скоростью:

- A) 18,4 м/с; B) 14,6 м/с; C) 14,0 м/с;  
D) 12,8 м/с; E) 12,0 м/с.

Следующая информация касается вопросов 8 и 9:

Груз на пружине совершает гармонические колебания. График внизу показывает, как изменяется расстояние (*Position*) груза от пола (в метрах, *m*) со временем (*Time*), измеряемым в секундах (*s*).



8. Чему равен период колебаний груза?

- A) 2,0 с; B) 4,0 с; C) 5,0 с;  
D) 8,0 с; E) 10,0 с.

9. Чему равна амплитуда колебаний груза?

- A) 1,0 м; B) 2,0 м; C) 3,0 мм;  
D) 4,0 м; E) 5,0 м.

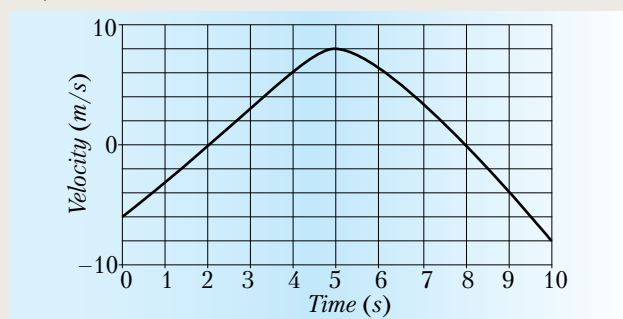
10. Частица движется по окружности радиуса *R*. Если частица делает полный оборот, чему равен модуль её перемещения?

- A)  $\pi R$ ; B)  $2R$ ; C)  $2\pi R$ ;  
D)  $\pi R^2$ ; E) 0.

На следующие 30 вопросов отвечают те, кто изучал физику в течение **ОДНОГО** года.

На следующие 40 вопросов отвечают те, кто изучал физику в течение **ДВУХ** лет.

11. На графике внизу показана зависимость скорости (*Velocity*) тела, измеряемой в м/с (*m/s*), от времени (*Time*), измеряемого в секундах (*s*). В какой момент времени *t* ускорение тела равно 0 м/с<sup>2</sup>?



- A)  $t = 2,0$  с; B)  $t = 5,0$  с; C)  $t = 8,0$  с;  
D)  $t = 2,0$  с и  $5,0$  с; E)  $t = 2,0$  с;  $5,0$  с и  $8,0$  с.

12. Учёный ставит эксперимент с протоном, имеющим заряд  $+Q$  и массу  $M$ , находящимся вблизи ядра гелия (2 протона и два нейтрона) с зарядом  $+2Q$  и массой  $4M$ . Частицы освобождают, и они начинают двигаться. В системе отсчёта, связанной с учёным, на какую из двух частиц – протон или ядро гелия – будет действовать наибольшая электрическая сила? Какая частица будет двигаться с наибольшим ускорением? Гравитацией можно пренебречь.

	Наибольший модуль силы	Наибольший модуль ускорения
A	Ядро гелия	Ядро гелия
B	Ядро гелия	Протон
C	Протон	Ускорения равны
D	Силы равны	Ускорения равны
E	Силы равны	Протон

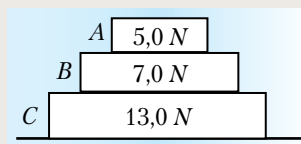
13. Большой адронный коллайдер является самым большим ускорителем частиц в мире. Где он находится?

- A) В Германии; B) в Италии;  
C) в Швейцарии; D) в США;  
E) в России.

14. Какая температура по шкале Кельвина соответствует 27 градусам по шкале Цельсия?

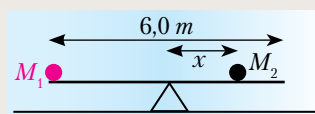
- A) 300 К; B) 273 К; C) 246 К;  
D) 27 К; E) 9 К.

15. Три бруска (*A*, *B* и *C*) лежат на столе. Модуль силы притяжения к Земле каждого бруска обозначен на рисунке в ньютонах (*N*). Чему равен модуль силы, действующей со стороны бруска *B* на брусок *C*?



- A) 1,0 Н; B) 6,0 Н; C) 7,0 Н;  
D) 12,0 Н; E) 13,0 Н.

16. Груз массой  $M_1 = 40$  кг лежит на самом конце доски длиной 6 м, которая может свободно вращаться вокруг своего центра тяжести, расположенного точно посередине доски.



На каком расстоянии *x* от середины доски следует расположить груз массой  $M_2 = 80$  кг, чтобы доска оставалась в равновесии в горизонтальном положении?

- A) 0,50 м; B) 1,33 м; C) 1,50 м;  
D) 2,00 м; E) 3,00 м.

17. Воздух в трубке, открытой с одного конца, колеблется с частотой пятой гармоники основного тона камертона, равного 120 Гц, находящегося вблизи открытого конца трубки. Чтобы воздух в трубке совершал колебания с частотой 120 Гц, на какую частоту следовало бы настроить сам камертон?

- A) 24 Гц; B) 30 Гц; C) 40 Гц;  
D) 125 Гц; E) 600 Гц.

18. Какой из нижеперечисленных терминов лучше всего обозначает «быстро вращающуюся нейтронную звезду, испускающую излучение»?

- A) Суперновая; B) квазар;  
C) туманность; D) белый карлик;  
E) пульсар.

19. Какое из следующих приведённых ниже неравенств соответствует скоростям ( $v$ ) распространения трёх типов электромагнитных волн в вакууме: рентгеновских (рр), ультрафиолетовых (уф) и радиоволн (рв)?

- A)  $v_{\text{рр}} < v_{\text{рв}} < v_{\text{уф}}$ ; B)  $v_{\text{рв}} < v_{\text{уф}} < v_{\text{рр}}$ ;  
C)  $v_{\text{рр}} = v_{\text{рв}} = v_{\text{уф}}$ ; D)  $v_{\text{уф}} < v_{\text{рв}} < v_{\text{рр}}$ ;  
E)  $v_{\text{рр}} < v_{\text{уф}} < v_{\text{рв}}$ .

20. Некоторое количество идеального газа находится в сосуде при температуре 100 °С и давлении  $2,50 \cdot 10^5$  Па. Приблизительно сколько молекул газа находится в сосуде, если его объём равен 25 л?

- A)  $4,58 \cdot 10^{24}$ ; B)  $1,23 \cdot 10^{24}$ ;  
C)  $6,25 \cdot 10^{23}$ ; D)  $4,53 \cdot 10^{22}$ ;  
E)  $1,21 \cdot 10^{22}$ .

21. Какой из терминов лучше всего подходит для количества энергии, необходимой для того, чтобы тело массой 1 кг изменило своё агрегатное состояние?

- A) Теплопроводность;  
B) удельная теплоёмкость; C) работа;  
D) удельная теплота плавления; E) энтропия.

22. Малое однородное тело массой 10,0 кг плавает в сосуде кубической формы, содержащем 50,0 м<sup>3</sup> воды. При этом 25% тела находится над поверхностью воды. Чему равна выталкивающая сила, действующая на тело, если  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>?

- A) 500 000 Н; B) 375 000 Н; C) 100 Н;  
D) 75 Н; E) 25 Н.

23. Точечное тело массой  $M$ , прикрепленное к концу длинного невесомого стержня, совершает колебания с периодом  $T$ , как обычный математический маятник. Массу тела увеличивают до  $4M$ . Чему равен период этого нового математического маятника?

- A)  $4T$ ; B)  $2T$ ; C)  $T$ ;  
D)  $T/2$ ; E)  $T/4$ .

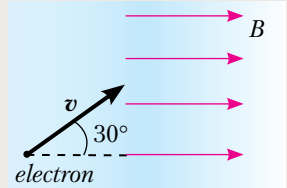
24. Какую величину для данного движущегося прямолинейно тела можно определить, если измерить площадь под кривой зависимости его ускорения от времени для определённого временного интервала?

- A) Среднюю скорость для этого интервала;  
B) скорость в конце этого интервала;  
C) мгновенную скорость для этого интервала;  
D) изменение скорости на этом интервале;  
E) скорость в середине этого интервала.

25. Два точечных тела бросают вертикально вверх, придавая им одинаковый импульс. Максимальная высота, которую достигает тело 1 массой  $M$ , равна  $H$ . Чему равна максимальная высота  $H$ , достигаемая телом 2, если его масса  $2M$ ?

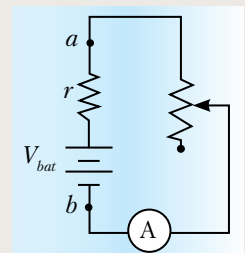
- A)  $H/4$ ; B)  $H/2$ ; C)  $H$ ;  
D)  $2H$ ; E)  $4H$ .

26. Электрон, движущийся в плоскости листа под углом 30° к горизонтали, влетает в однородное магнитное поле, индукция которого направлена горизонтально в плоскости листа, как это показано на рисунке. Куда в этот момент направлена сила, действующая на электрон со стороны магнитного поля?



- A) Вправо; B) влево;  
C) к читателю; D) от читателя;  
E) в направлении, не указанном в перечне.

27. Электрическая схема состоит из источника тока с ЭДС, равной  $V_{\text{bat}}$ , с внутренним сопротивлением  $r$ , который подсоединён к реостату (резистору переменного сопротивления). Что происходит, когда сопротивление реостата увеличивается?



- A) Напряжение ( $V_a - V_b$ ) между точками  $a$  и  $b$  увеличивается;  
B) сила тока, регистрируемая амперметром, увеличивается;  
C) мощность, выделяемая на внутреннем сопротивлении, увеличивается;  
D) разность потенциалов на реостате уменьшается;  
E) не происходит ничего из перечисленного выше.

28. Как можно получить перевёрнутое и увеличенное изображение реального объекта?

- A) Поместить объект на расстоянии от собирающей линзы, большем, чем её фокусное расстояние, но меньшем, чем двойное фокусное;  
B) поместить объект на расстоянии от собирающей линзы, меньшем её фокусного;

- С) поместить объект на расстоянии от рассеивающей линзы, меньшем её фокусного;  
 D) поместить объект на расстоянии от рассеивающей линзы, большем её фокусного;  
 E) невозможно создать такое изображение.

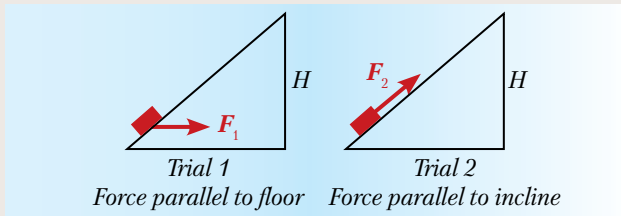
29. Мяч падает с высоты  $h$  без начальной скорости, не испытывая сопротивления воздуха. Какое время он затрачивает на вторую половину пути, если первую половину он пролетает за время  $t$ ?

A)  $0,25t$ ; B)  $0,41t$ ; C)  $0,50t$ ;  
 D)  $0,71t$ ; E)  $1,00t$ .

30. Хроматическая аберрация линз является следствием:

A) поляризации; B) интерференции;  
 C) полного внутреннего отражения;  
 D) дифракции; E) дисперсии.

31. Брусок массой  $M$  находится внизу неподвижной наклонной плоскости высотой  $H$ , и его начинают двигать вверх из состояния покоя. Это можно делать двумя способами (*Trial 1* и *Trial 2*), прикладывая силу так, как изображено на рисунке. В каждом из этих случаев брусок достигает вершины наклонной плоскости со скоростью  $v$ . В каком случае работа, совершённая силой над бруском, больше? Считайте, что коэффициент трения между бруском и наклонной плоскостью один и тот же и не равен нулю.



- A) Большая работы совершается при *Trial 1*;  
 B) большая работы совершается при *Trial 2*;  
 C) работа одинакова в обоих случаях;  
 D) нельзя ответить на вопрос, не зная величины  $v$ ;  
 E) нельзя ответить на вопрос, не зная коэффициента трения.

Для ответа на вопросы 32–33 необходима следующая информация:

Резиновый мяч массой 2 кг, падая вертикально вниз, ударяется о землю со скоростью 0,90 м/с и затем отскакивает от неё вертикально вверх со скоростью 0,60 м/с. Мяч соприкасается с землёй в течение интервала времени  $t = 0,25$  с. Пусть  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

32. Чему равен модуль среднего ускорения (м/с<sup>2</sup>) мяча во время контакта мяча с землёй?

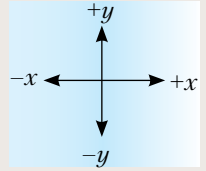
A) 1,2; B) 6,0; C) 10,0;  
 D) 13,0; E) 16,0.

33. Чему равен модуль средней силы ( $N$ ), действующей на мяч со стороны земли во время их контакта?

A) 2,4; B) 12,0; C) 20,0;  
 D) 26,0; E) 32,0.

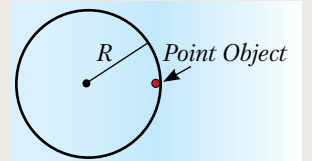
34. Тело массой 4,0 кг движется в далёком космосе с постоянной скоростью 10 м/с вдоль оси  $+X$ . Тело внезапно разрывается на две равные части. Сразу после взрыва одна часть движется вдоль оси  $-Y$  со скоростью 8,0 м/с. Чему был равен модуль импульса силы (в единицах СИ), который был приложен во время взрыва к этой части тела?

A) 12,8; B) 16,0; C) 25,6;  
 D) 36,0; E) 43,1.



35. Точечный объект (*Point object*) массой  $M = 2,0$  кг прикреплён к диску на расстоянии  $R = 1,75$  м от его центра, как показано на рисунке. Диск начинает вращаться с постоянным угловым ускорением  $\alpha = 5,00$  рад/с<sup>2</sup> вокруг оси, проходящей через его центр и перпендикулярной плоскости листа. Через какое время  $T$  (в секундах) модули тангенциального и центростремительного ускорения точечного объекта будут равны?

A) 0,7698; B) 0,5928; C) 0,500;  
 D) 0,4472; E) 0,350.



36. Единицу ёмкости можно выразить через единицы СИ следующим образом:

- A)  $\frac{A^2}{\text{кг} \cdot \text{м}^2}$ ; B)  $\frac{A \cdot c}{\text{кг} \cdot \text{м}^2}$ ; C)  $\frac{A \cdot c^2}{\text{кг} \cdot \text{м}}$ ;  
 D)  $\frac{A^2 \cdot c^3}{\text{кг} \cdot \text{м}^2}$ ; E)  $\frac{A^2 \cdot c^4}{\text{кг} \cdot \text{м}^2}$ .

37. Положительно заряженную частицу передвигают в электрическом поле с помощью внешней силы вправо вдоль оси  $X$  от точки  $-4,0$  м к точке  $-2$  м. Электрический потенциал этих точек  $U(x = -4 \text{ м}) = -4,0$  В и  $U(x = -2 \text{ м}) = -2,0$  В. Какое из следующих утверждений относительно работы, совершённой над частицей, и проекции напряжённости электрического поля на ось  $X$  справедливо? Считать, что частица движется с постоянной скоростью.

- A) Внешняя сила не совершает работу, так как скорость постоянна;  
 B) внешняя сила совершает отрицательную работу, а проекция напряжённости поля положительна;  
 C) внешняя сила совершает положительную работу, а проекция напряжённости поля положительна;

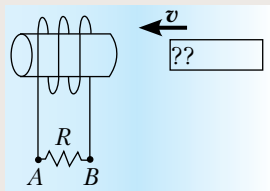
- D*) внешняя сила совершает отрицательную работу, а проекция напряжённости поля отрицательна;  
*E*) внешняя сила совершает положительную работу, а проекция напряжённости поля отрицательна.

**38.** Два тела движутся равноускоренно вправо. В момент времени  $t = 0$  тела находятся в одной и той же точке, но: ● начальная скорость тела *1* в два раза больше, чем тела *2* ● ускорение тела *1* в два раза меньше, чем у тела *2*.

Через некоторое время  $T$  скорости обоих тел одинаковы. Чему равно отношение пути, пройденного телом *2* за время  $T$ , к аналогичному пути, пройденному телом *1*?

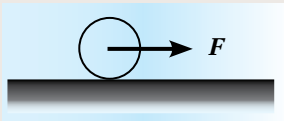
- A) 5 : 6;      B) 4 : 5;      C) 3 : 4;  
 D) 2 : 3;      E) 1 : 2.

**39.** Сильный полосовой магнит размещают вблизи торца соленоида, как показано на рисунке. Когда магнит двигают влево по направлению к соленоиду, ток в резисторе течёт от *A* к *B*. В каком направлении действует на магнит сила со стороны индукционного тока соленоида и какой полюс магнита обозначен «??» на рисунке?



	Сила направлена	Полюс магнита
<i>A</i>	Вправо	Северный
<i>B</i>	Влево	Северный
<i>C</i>	Вправо	Южный
<i>D</i>	Влево	Южный
<i>E</i>	Сила отсутствует	Нельзя определить

**40.** Однородный цилиндр (без полостей) массой  $M$  и радиуса  $R$  тянут с помощью горизонтальной силы  $F$ , действующей на уровне его оси, как показано на рисунке. Цилиндр катится вправо без проскальзывания. Чему равен модуль силы трения между цилиндром и землёй?



- A)  $F/4$ ;      B)  $F/3$ ;  
 C)  $F/2$ ;      D)  $2F/3$ ;  
 E)  $3F/4$ .

**41.** Две сферы имеют одну и ту же температуру и излучают энергию в идентичную окружающую среду. Сферы имеют одинаковую излучательную способность, но диаметр одной сферы в два раза больше диаметра другой. Чему равна мощность излучения большой сферы, если мощность излучения малой сферы равна  $P$ ?

- A)  $P$ ;      B)  $2P$ ;      C)  $4P$ ;  
 D)  $8P$ ;      E)  $16P$ .

**42.** Комета движется по эллиптической орбите вокруг Солнца от афелия (самая далёкая от Солнца точка орбиты) к перигелию (самая близкая к Солнцу точка орбиты). Какое из следующих утверждений справедливо?

	Скорость кометы	Момент импульса системы «комета + Солнце»	Потенциальная энергия поля притяжения системы «комета + Солнце»
<i>A</i>	Увеличивается	Увеличивается	Уменьшается
<i>B</i>	Увеличивается	Постоянен	Уменьшается
<i>C</i>	Уменьшается	Уменьшается	Увеличивается
<i>D</i>	Увеличивается	Увеличивается	Постоянна
<i>E</i>	Постоянна	Постоянен	Постоянна

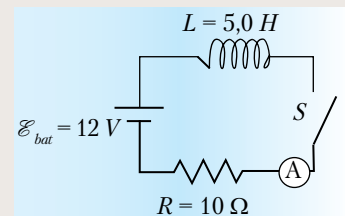
**43.** Два иона движутся перпендикулярно к вектору индукции одного и того же однородного магнитного поля. Ионы имеют одинаковый заряд и движутся в магнитном поле по траектории с одним и тем же радиусом кривизны? Какая из следующих величин должна быть одинакова для этих ионов?

- A) Масса;      B) скорость;  
 C) отношение заряда к массе;  
 D) кинетическая энергия;  
 E) модуль импульса.

**44.** Период полураспада радиоактивного газа равен 100 с. Сколько молекул этого газа останется через 250 с в закрытом сосуде, если сначала там было 10 000 молекул?

- A) 2500;      B) 2190;      C) 1770;  
 D) 1560;      E) 1250.

**45.** Нарисунке показана схема, состоящая из источника тока с ЭДС  $\mathcal{E}_{bat} = 12$  В, катушки индуктивностью  $L = 5,0$  Гн ( $H$ ) и резистора сопротивлением  $R = 10$  Ом ( $\Omega$ ). Ключ  $S$  замыкают и через некоторое время амперметр показывает 0,4 А. Какая мощность (в ваттах) рассеивается в этот момент в катушке?

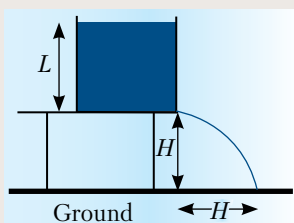


- A) 0,40;      B) 1,0;      C) 2,0;  
 D) 3,2;      E) 4,8.

**46.** Что представляет собой неизвестный реагент  $X$  в ядерной реакции  ${}^{22}_{11}\text{Na} + X \rightarrow {}^{22}_{10}\text{Ne} + \nu_e$ ?

- A) Протон;      B) электрон;  
 C) нейтрон;      D) альфа-частица;  
 E) позитрон.

47. Открытый цилиндрический сосуд очень большого радиуса покоится на высоте  $H$  над землёй (*Ground*) на краю платформы. В самом низу сосуда появляется маленькая дырочка, из которой горизонтально вытекает струя воды, падающая на землю на расстоянии  $H$  от края платформы (см. рисунок). Чему равна высота  $L$  воды в сосуде? На рисунке масштаб не соблюден. Сопротивлением воздуха пренебречь.

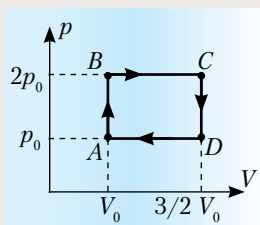


- A)  $H/4$ ;      B)  $\frac{H}{\sqrt{2}}$ ;      C)  $H$ ;  
 D)  $H\sqrt{2}$ ;      E)  $2H$ .

48. Какую длину волны (из нижеперечисленных, в нм) должно иметь электромагнитное излучение, которое, падая на материал с работой выхода  $4,80$  эВ, приводит к вылету фотоэлектронов с наименьшей кинетической энергией?

- A) 992;      B) 496;      C) 248;  
 D) 124;      E) 62.

49. Одноатомный идеальный газ является рабочим телом в тепловом двигателе, изменяя своё состояние по циклу  $ABCD$ , как это изображено на  $p, V$ -диаграмме. Чему равен КПД этого двигателя?



- A) 12,5%;      B) 20%;      C) 33,3%;  
 D) 66,7%;      E) 71,4%.

50. Тело массой  $m$  сначала находится в состоянии покоя. После ускорения до скорости  $2,40 \cdot 10^8$  м/с оно сталкивается и прилипает ко второму такому же телу, находившемуся в состоянии покоя. Чему равна общая скорость этих тел сразу после столкновения?

- A)  $2,25 \cdot 10^8$  м/с;      B)  $1,80 \cdot 10^8$  м/с;  
 C)  $1,66 \cdot 10^8$  м/с;      D)  $1,50 \cdot 10^8$  м/с;  
 E)  $1,20 \cdot 10^8$  м/с.

#### Коды ответов

№	ответ	№	ответ	№	ответ	№	ответ	№	ответ
1	D	11	B	21	D	31	A	41	C
2	D	12	E	22	C	32	B	42	B
3	C	13	C	23	C	33	E	43	E
4	B	14	A	24	D	34	C	44	C
5	C	15	D	25	A	35	D	45	D
6	B	16	C	26	C	36	E	46	B
7	A	17	E	27	A	37	E	47	A
8	D	18	E	28	A	38	B	48	C
9	A	19	C	29	B	39	A	49	A
10	E	20	B	30	E	40	B	50	C



**Елена Борисовна Сазанова** – учитель физики высшей квалификационной категории, окончила школу в 1978 г. и поступила на механико-технологический факультет Воткинского филиала Ижевского механического института. В студенческие годы каждое лето работала пионервожатой в загородном лагере «Юность». После окончания института 10 лет проработала инженером-технологом на Воткинском заводе радиотехнологического оснащения, совмещая эту работу с педагогической деятельностью. С 1993 г. начала преподавать физику в средней школе № 7. В 2004 г. была переведена в Кадетскую школу-интернат г. Воткинска, где и работает до сих пор. Там учатся только мальчики, мечтающие о военной карьере. Её ученики – неоднократные призёры и победители городских и школьных научно-практических конференций. Они успешно сдают ЕГЭ и поступают на технические специальности в вузы. Сейчас педагог работает над созданием устойчивой положительной мотивации в учебной деятельности и внедрением информационных технологий в преподавании физики, а летом посвящает досуг разведению крупноплодной земляники. До серебряной свадьбы осталось три года. Сын Дмитрий окончил техникум, отслужил в рядах Российской армии, сейчас учится, совмещает учёбу с работой.

*От всей души желаем  
 Елене Борисовне успехов  
 и удачи!*

*Вы блестящий учитель,  
 у вас прекрасные ученики!*

# Репортажи ленинградского радио в годы Великой Отечественной войны

Воспоминания блокадницы

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** радио, блокадный Ленинград, ленинградский Радиодом, звукозапись, 7-я (Ленинградская) симфония Д.Д. Шостаковича, О.Ф. Берггольц, передача «Письма с фронта и на фронт», радиофильм «Ленинград в блокаде. 9000 дней», шоринофон, Оптическая запись звука (тонфильм), механическая запись звука на ленту по методу Филипс–Миллера



<http://www.kostyor.ru/9-07/apteka.php>

Л.С. СПЕКТОР

Радио нигде не значило так много, как в нашем городе. Когда плотно сдавило кольцо блокады, радио оставалось почти единственным средством общения со страной. 6 сентября 1941 г. состоялась первая радиопередача из осаждённого Ленинграда. Затем передачи «Слушай нас, родная страна» стали повседневными. Только по радио узнавали ленинградцы о том, что делается на фронтах, чем живёт родной город. Они должны были знать правду – ведь фашисты на весь мир кричали, что с минуты на минуту Ленинград будет взят.

В ленинградском Радиодоме до войны использовались два вида записи звука: на киноплёнку (с помощью изобретённого проф. А.Ф. Шориным «шоринофона») и на воск. Оба вида записи имели недостатки, самый существенный – их нельзя было монтировать. И это очень затрудняло репортажную работу. Шоринофон был громоздким и тяжёлым. При работе на выезде он с трудом размещался в автобусе. Качество записи было неважным, с высоким уровнем шумов. Аппарат для записи на воск был стационарным, обеспечивал качественную запись музыкальных и литературных передач. Запись делали на большие алюминиевые диски, заливаемые сверху расплавленным воском. Проигрывать запись можно было несколько раз. Тонфильмы мы

получали из Дома звукозаписи Москвы, в основном музыкальные и литературные произведения, отдельными рулонами.

В начале войны была создана фронтовая редакция, в которой работали журналисты: М.И. Блюмберг (руководитель), Л.Е. Маграчёв, В. Петушков, Е. Поляков. Я числилась во фронтовой редакции оператором звукозаписи. Мне повезло: в июле 1941 г. военное командование передало Радиодому огромный автобус Таллинского радио. Мы его назвали «репортажкой». Машина была оборудована по типу миниатюрного радиодома. В нём был микрофон К-4, аппарат звукозаписи «Престо» (американский), автономное электропитание, микрофоны, переносной телефон, кабели микрофонные и силовые, что давало возможность вынести микрофон поближе к месту события, куда было нельзя доехать на машине. К сожалению отсутствовала магнитная плёнка.

В июле 1941 г. состоялась первая поездка на репортажке к озеру Ильмень и Новгороду. Поставили в машину шоринофон. Запись была трудная в связи с обстановкой и технической непригодностью шоринофона к такой работе. Мы записывали беседу с бойцами зенитной батареи, которая прикрывала отступающие войска. Батареей командовал украинец, защитник Ленинграда Е.Е. Десятник. Он воевал на разных фронтах, а после войны часто приезжал в наш город. Друг друга мы не забывали.

Вскоре после этого руководство города помогло достать магнитную плёнку в одном НИИ, где оказалось её 28 рулонов, но нам они с трудом выделили только восемь. Каждый был рассчитан на звучание в течение 20 минут и на них всю войну я записывала репортажи на Ленинградском и Волховском фронтах, на кораблях Краснознамённого Балтийского Флота (КБФ), на острове Лавенсари, в партизанском отряде, где командиром был Герой Советского Союза К.Д. Корецкий. В автобусе было четыре дивана, на которых экипаж мог отдохнуть и переночевать, когда командировки затягивались.

Не было ни одного случая, чтобы запись не состоялась по техническим причинам, – аппаратуру мы очень берегли. Однажды шли из Кронштадта, и катер получил пробоину. Вода была по щиколотку, и магнитофон мы с матросами держали на руках, пока не подоспел другой катер, который нас и подобрал.

Печатается в сокращении по одноимённой статье из журнала «Радиоэлектроника и связь» № 12, 1997 г. (спецвыпуск, посвящённый 90-летию электронного телевидения и его основоположнику Б.Л. Розингу).

**Шоринофон** – аппарат для записи и воспроизведения звука. Был создан Александром Фёдоровичем Шориным (1890-1941), д.т.н., проф. Электротехнического института (г. Ленинград) в 30-х гг. прошлого века для озвучивания фильмов (за что в апреле 1941 г. ему была присуждена Сталинская премия I степени). Многодорожечная механическая звукозапись осуществлялась на помещённой в кассету специальной конструкции киноплёнке, склеенной в бесконечное кольцо, и могла воспроизводиться на этом же аппарате. На киноплёнке шириной 35 мм размещалось более 50 канавок, что позволяло при ролуне 300 м получить запись длительностью восемь часов. Роль записывающего и воспроизводящего элемента в шоринофоне выполняла специальная головка, в которую для нарезания канавки вставлялся резец, а для воспроизведения – корундовая игла. В 1935 г. появилась стационарная модель студийного шоринофона. В дальнейшем была разработана портативная, или любительская, модель. В соединении с ламповым приёмником она позволяла в домашних условиях производить запись с эфира или микрофона, а также осуществлять перезапись граммофонной пластинки. Шоринофоны не получили дальнейшего развития и уступили место более совершенным устройствам магнитной записи звука. Тем не менее, вплоть до конца 1950-х гг. они использовались в радиовещании для воспроизведения записей, выполненных ранее.



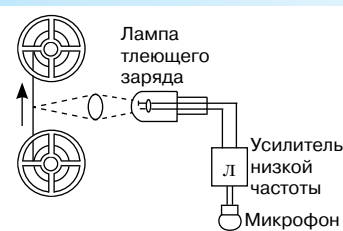
[http://rus.polymus.ru/index.php?h=relics&rel\\_id=14&mid=&aid=12&aid\\_prev=12](http://rus.polymus.ru/index.php?h=relics&rel_id=14&mid=&aid=12&aid_prev=12)

Портативный шоринофон (из коллекции Политехнического музея, г. Москва)

Игнатов П. История развития техники и технологии звукорежиссуры в России. URL: <http://rus.625-net.ru/audioproducer/2004/07/hist.htm>  
[http://rus.polymus.ru/index.php?h=relics&rel\\_id=14&mid=&aid=12&aid\\_prev=12](http://rus.polymus.ru/index.php?h=relics&rel_id=14&mid=&aid=12&aid_prev=12)

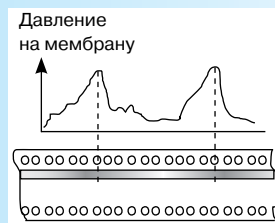
**Оптическая запись звука (тонфильм).** Принцип оптической звукозаписи состоит в превращении токов звуковой частоты в колебания светового потока по величине или по направлению и фиксации последнего на светочувствительной плёнке. Сообразно этим двум вариантам модуляции светового потока различают оптическую звукозапись переменной плотности и переменной ширины.

Скелетная схема записывающего аппарата системы переменной плотности показана на рисунке. Усиленные электрические колебания звуковой частоты с выхода усилителя подаются на лампу тлеющего разряда, которая в силу сво-



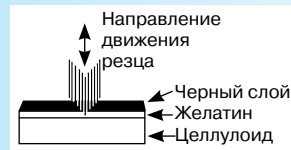
ей малой световой инерции даёт световой поток, соответствующий в каждый момент времени величине напряжения. Фокусируясь линзой на светочувствительную плёнку, этот световой поток засвечивает на ней

дорожку постоянной ширины, но степень засветки (экспозиция) будет в различных местах дорожки разная. Место, соответствующее моменту большого напряжения на лампе, получится после проявления тёмным, а соответствующее малому напряжению – светлым. В идеале изменение прозрачности звуковой дорожки на плёнке должно точно соответствовать изменению звукового давления на мембрану. После фотографической обработки плёнки получается негатив, обычно он используется не для воспроизведения, а для получения копий (позитивов, или тонфильмов). Для воспроизведения тонфильм протягивается с такой же скоростью и в том же направлении, что и при записи, мимо источника света, просвечивающего звуковую дорожку. Световой поток, прошедший через плёнку, падает на фотоэлемент, поэтому чередование тёмных и светлых мест вызывает соответственные пульсации тока фотоэлемента, которые усиливаются обычным усилителем низкой частоты.



**Механическая запись звука на ленту по методу Филлипс–Миллера.**

Лента из обычной основы (например, целлулоида) сверху поливается желатином. Поверх желатина наносится тонкий (4 мкм) чёрный слой. При модуляции резец входит в желатиновый слой на глубину, зависящую от тока в обмотке рекордера, то есть, как и при записи на диски с восковым покрытием. При своём движении резец вырезает дорожку на чёрном слое, ширина которой пропорциональна глубине погружения резца, то есть в конечном итоге про-



порциональна модулирующему току. На плёнке вырезается фонограмма, похожая на ту, которая получается при оптической записи. Воспроизведение за-

писи производится, как и оптической, путём просвечивания на фотоэлемент. Прорезанная дорожка очень прозрачна, что обеспечивает малый шум. Работа с плёнкой ведётся на свету. Аппараты подобного типа не претендуют на высокое качество звучания, они главным образом пригодны для речевых записей, но представляют большой интерес для любителей ввиду сравнительной несложности, и приемлемой длительности получаемой записи.

**Корольков В.П.** Звукозапись // Радио. 1946. № 6-7. [Электронная версия] URL: [http://www.chipinfo.ru/literature/radio/194606\\_7/p13-17.html](http://www.chipinfo.ru/literature/radio/194606_7/p13-17.html)



6 сентября 1941 г. был записан репортаж с крейсера «Киров». Гитлеровцы уже объявили, что он потоплен, но мы записали разговор с командой крейсера и в тот же день дали передачу в эфир. Партизаны слушали нас по радию. Когда они слышали живые голоса с крейсера «Киров», то с радостью рассказывали в деревнях и сёлах, что Ленинград борется и не сдаётся.

Запомнился репортаж, который мы провели на Пулковских высотах, где разыскали полковую артиллерийскую батарею, обслуживаемую пятью братьями Битюковыми. Мы умудрились подобраться на машине к самой их огневой позиции. Совсем рядом лежали вражеские снаряды. Один снаряд разорвался очень близко от машины. Микрофон был ненаправленный, и получился очень сильный хлопок. Я стала описаться за сохранность аппаратуры. Но нам повезло: на ней – ни одной царапины, хотя саму машину прошивали осколки снарядов и мин. Репортаж мы записали, и он получил хорошую оценку у руководства. Работа экипажа была высоко оценена командованием фронта. Мы получили награды: М.И. Блюмберг – орден «Красной Звезды», Л.Е. Маграчёв, Н.Н. Свиридов и я – медали «За отвагу». Эта награда, полученная в декабре 1942 г., мне особенно дорога, как солдатская медаль.

Наша репортажка дала возможность стать более популярной передаче «Письма с фронта и на фронт». Каждый выезд на передовую мы использовали, чтобы записать письма фронтовиков. Было передано в эфир несколько тысяч писем с фронта и чуть меньше на фронт. С появлением магнитофонных записей, сделанных непосредственно на фронте, интерес к этим программам вырос необычайно. По ним люди находили друг друга.

Перед жителями блокадного города выступали писатели и поэты В. Вишневский, Н. Тихонов, А. Прокофьев, О. Берггольц, М. Дудин, а также офицеры, рабочие, учёные (например, проф. К.Ф. Огородников, сражавшийся в рядах народного ополчения). Композитор Д.Д. Шостакович выступил 17 сентября, на другой день после свирепой бомбёж-

ки, когда на городских стенах были расклеены воззвания «Враг у ворот». Своё выступление он начал словами: «Час тому назад я закончил вторую часть своего нового симфонического произведения». Это была знаменитая 7-я симфония, названная Ленинградской. 9 августа я её записывала из Большого зала филармонии. Дирижировал К.И. Элиасберг. Симфония впервые была исполнена в блокадном Ленинграде оркестром Ленинградского радио.

К записи я очень тщательно готовилась, записывала на больших дисках аппарата Presto, что было технически сложнее, чем на магнитофоне, но качество было лучше. Конечно, волновалась: ведь придётся отчитываться перед самим композитором! После исполнения в аппаратную пришли Элиасберг и Шостакович прослушать запись. Она удалась. После прослушивания Дмитрий Дмитриевич поблагодарил дирижёра за исполнение, а меня за техническое качество записи. На конверте тондиска он оставил свой автограф. Прошло много лет с тех пор, но в памяти осталась эта встреча – таким простым и благодарным показался мне великий композитор\*.

Все 900 дней героической обороны города на военно-литературном посту в Доме радио была О.Ф. Берггольц. Она делила со всеми работниками тяжести блокадной жизни. Её выступления вселяли бодрость, стойкость, непоколебимую веру в нашу победу. Говорила она всегда страстно, убеждённо, от сердца к сердцу, и ленинградцы слушали своего любимого поэта – мужественного, лиричного, трагичного. В одном её стихотворении есть такие строчки: «Нет, не вышло второе письмо на Каму. Это гимн ленинградцам – опухшим, упрямым, родным. Я отправлю от имени их за кольцо телеграмму: живы, выдержим, победим».

Много было сделано записей во время войны. К сожалению, сохранилась очень небольшая их часть, –

\*Исполнение 9 августа 1942 г. 7-й Ленинградской симфонии Д.Д. Шостаковича в Большом зале филармонии осаждённого города явилось большим событием морально-политического плана. Досадно, что в наши дни наблюдаются попытки ненужной и вредной героизации создания симфонии и её первого исполнения. Перед зрителем мелькают кадры якобы документального кино, на которых композитор пишет симфонию в Ленинграде при свете копилки, а после первого её исполнения благодарные слушатели поднимаются на сцену и пожимают руку композитору. Между тем Шостаковича вывезли из Ленинграда на самолёте через 10 дней блокады, в ночь на 1 октября. Симфония была завершена в эвакуации и впервые прозвучала в марте 1942 г. в Куйбышеве (ныне Самара. – Ред.), а затем в Москве. Отмеченная Сталинской премией, она начала своё триумфальное шествие по культурным центрам Старого и Нового света. Не обошла и Ленинград. Местное радио не могло остаться в стороне от этого события. Однако описание его деталей в мемуарной литературе нередко противоречит истине. <...> когда Л.С. Спектор <...> говорит, что к ней пришёл в аппаратную сам Шостакович, то невольно возникает вопрос: о записи какого года вспоминает автор?

Ясно одно: великое событие духовной жизни блокадного города в раскрашивании и домыслах не нуждается. (Шевелев А.И. О радиотрансляции 7-й симфонии Шостаковича из блокадного Ленинграда. В сб. 58-й НТК СПб НТОРЭС, 1998, 22 апреля.)



## Веб-квест «Физики в Великой Отечественной»

незаменимое свидетельство времени. В 1945 г. был задуман и создан радиofilm «Ленинград в блокаде. 9000 дней», монтаж документальных записей, начиная с первых дней войны и кончая разгромом фашистов под Ленинградом. Авторами были: О. Берггольц, Г. Макогоненко, Л. Маграчёв, Н. Свиридов. Звукорежиссёром был М. Рогов, оператором звукозаписи – я, ведущим – В.П. Полицеймако. Фильм был уничтожен во время сфальсифицированного процесса по «Ленинградскому делу». Московские коллеги удивлялись чистоте и ясности звучания репортажей с фронта и других передач ленинградского радио. О магнитофоне они ещё ничего не знали.

8 мая 1945 г. в 23 ч 30 мин (по московскому времени) я записывала на аппарате Presto на больших тондисках, которые мы получали из Америки по ленд-лизу, репортаж из Карлхорста – подписание акта о безоговорочной капитуляции фашистской Германии. Там работала бригада Ленинградского радио в составе Л.Е. Маграчёва, Н.Н. Свиридова, В.К. Петушкова. Сигнал я получала через Москву по проводам из Берлина. В Москве на канале работал Вадим Синявский. Для контроля и страховки я записала это историческое событие также на магнитофон, хотя качество записи было хуже, чем на тондисках – стеклянных дисках, покрытых специальным лаком. Репортаж вёл Л.Е. Маграчёв. Услышав впервые слова маршала Жукова, я заплакала от радости – войне конец! Когда я ночью шла домой, Невский проспект казался мне красивым как никогда.

9 мая 1945 г. я записывала салют победы. Аппаратура была установлена на лестнице здания городской думы. На улице было всеобщее ликование. Незнакомые люди целовали друг друга, плясали, обнимались. Это зрелище незабываемо (запись сохранилась). После войны был создан цех звукозаписи Ленинградского радио, поступило оборудование из Берлинского радиодома и аппараты типа Presto. Магнитофон К-4 мы использовали на выездах.

1. Алексеева М.В. Атомная физика: вклад в Победу. Сценарий урока // Физика-ПС. 2010. № 12. (URL: <http://fiz.1september.ru/index.php?year=2010&num=12>) и презентация (URL: <http://fiz.1september.ru/projects/201012.htm>).
2. Борисова Е.В. Победа ковалась в тылу. Интегрированный урок ФИЗИКА+ИСТОРИЯ, 9–11-й кл. // Физика-ПС. 2009. № 6. URL: <http://fiz.1september.ru/projects/200906.htm>
3. Голубь П.Д. Вклад отечественной физики в победу над фашистской Германией. URL: [http://www.uni-altai.ru/Journal/pedagog/pedagog\\_8/at2.html](http://www.uni-altai.ru/Journal/pedagog/pedagog_8/at2.html)
4. Дуков Н.М. Физика на фронте // Физика-ПС. 2005. № 12. URL: <http://fiz.1september.ru/article.php?ID=200500904>
5. Ермакова Е.В. (ИГПИ им. П.П. Ершова, г. Ишим, Курганская обл.). Физика Победы в Великой Отечественной войне // Физика-ПС. 2008. № 8. URL: <http://fiz.1september.ru/projects/200808.htm>
6. Команда Москаленского лицея «МОСКАЛЯТА». Презентация «Всё для фронта, всё для победы!» (18 слайдов). [Сайт] <http://inmarafon.narod.ru/moskaljata.ppt>
7. Королёв Ю.А. URL: [http://www.schoolpress.ru/metcab/show\\_razdel.php?SEC\\_ID=3018&R\\_ID=](http://www.schoolpress.ru/metcab/show_razdel.php?SEC_ID=3018&R_ID=)
8. Кузнецова Н. Физики – фронту. URL: [http://www.museum.nnov.ru/unnc/contfs/paper/2004/2026\\_1.phtml](http://www.museum.nnov.ru/unnc/contfs/paper/2004/2026_1.phtml)
9. Красовская Е., Ефремов И. Рук. Низова Л.А. МОУ СОШ N3, г. Тутаев. Физика в годы ВОВ. [Сайт] <http://tmr-mo-fisika.narod.ru/DswMedia/sosh-3.ppt>
10. Лёвшин Л.В. Сергей Иванович Вавилов. М.: Просвещение, 1970. URL: [http://publ.lib.ru/ARCHIVES/L/LEVSHIN\\_Leonid\\_Vadimovich/\\_Levshin\\_L.V.html#01www.openclass.ru/lessons/36883](http://publ.lib.ru/ARCHIVES/L/LEVSHIN_Leonid_Vadimovich/_Levshin_L.V.html#01www.openclass.ru/lessons/36883)
11. Сычёва Н.М. Тыл – фронту // Физика-ПС. 2008. № 8. URL: <http://fiz.1september.ru/projects/200808.htm>
12. Петенко В.М. Электросварка: вклад в Победу // Физика-ПС. 2008. № 8. URL: <http://fiz.1september.ru/projects/200808.htm>
13. Подвиг советских учёных в Великой Отечественной войне. [Сайт] <http://san-vov.narod.ru/pub.pdf> (Информативная презентация из 31 слайда. Однако на слайде 19 вместо иллюстрации термоэлектрод-генератора помещена фотография немецкого танкиста. – *Ред.*)
14. Сенцова М.А. Золотарёва Т.А. Они ковали Победу... URL: <http://www.scribd.com/doc/27132021/Они-ковали-Победу>
15. Суханькова Е.П. Без физики армии создать нельзя. Танки // Физика-ПС. 2006. № 7. URL: <http://fiz.1september.ru/article.php?ID=200600702>
16. Суханькова Е.П. Без физики армии создать нельзя. Авиация. План конференции НОУ «Альгаир», февраль 2009 г. // Физика-ПС. Диск к № 06/2010.
17. Деткова Е.И., Чупрунова В.П. Физики – фронту. Внеклассное мероприятие. URL: <http://festival.1september.ru/articles/413248/>
18. Фабрикантова Е.В. (ОГПУ, г. Оренбург). Суд над физиками-ядерщиками // Физика-ПС. 2008. № 8. URL: <http://fiz.1september.ru/projects/200808.htm>
19. Южакова Л.В. Наука ковала Победу. Внеклассное мероприятие по физике. URL: <http://festival.1september.ru/articles/211924/>

# Почему же, почему?..

**Ключевые слова:** приливы и отливы, механический резонанс, поверхностное натяжение

См. также № 1, 3, 5/2011

**?** Почему самые большие приливы в мире – достигающие 17 метров – наблюдаются в заливе Фанди, на Атлантическом побережье Канады?

**Ответ.** Чтобы понять, что происходит в Заливе Фанди, рассмотрим наполовину заполненный водой портативный бассейн. Надавите ладонью на поверхность воды с одной стороны бассейна, и вода на другом его крае поднимется, после чего она начнёт плескаться взад-вперёд подобно своего рода жидким качелям. Если в той части бассейна, где в данный момент уровень воды понижается, воздействовать таким образом на воду, то амплитуда колебаний уровня будет увеличиваться. Это может привести даже к выплёскиванию жидкости из бассейна. На языке теории колебаний эта ситуация описывается следующим образом: вода в бассейне плещется с вполне определённой собственной частотой, и если частота внешнего воздействия совпадает с этой частотой, то амплитуда колебаний уровня воды возрастёт. На центральной оси бассейна уровень воды остаётся при этом неизменным. А теперь представьте себе, что подобный бассейн разрезан вертикальной плоскостью вдоль центральной оси. Рассмотрим одну половину бассейна, изображающую собственно Залив. Разрезающая его плоскость обозначает выход в открытый океан, а отброшенная половина бассейна – сам Атлантический океан. Приливная вол-

на формируется в океане как гигантская волна, движущаяся в направлении Залива. В тот момент, когда гребень волны достигает континентального шельфа на открытой части Залива, уровень воды на его дальнем конце оказывается наиболее низким. Когда волна продвинется в дальнюю часть Залива и уровень воды в ней поднимется до максимального, континентального шельфа достигнет следующая за гребнем приливной волны впадина...

Аномально высокие приливы наблюдаются вследствие того, что частота, с которой в Залив приходят приливные волны, совпадает с собственной частотой колебаний уровня воды во внутренней и внешней частях Залива – точно так, как это происходит в нашем портативном бассейне. Иначе говоря, мы наблюдаем следствия эффекта резонанса. Заметим, что мифология канадских аборигенов связывала необычайно высокие приливы с плещущимся в океане гигантским китом.

Если бы Залив имел непосредственное сообщение с Атлантическим океаном, то приливы не были бы такими высокими. Действительно, собственный период колебаний уровня воды равен приблизительно 9 ч, что заметно отличается от 12,5-часового промежутка времени, отделяющего приходящие в Залив приливные волны. Однако Залив Фанди непосредственно открыт в Залив Мэн, и для системы этих двух заливов собственный период колебаний уровня воды уже несколько превышает 13 ч, что соответствует условиям резонанса. Добавим, что самый высокий уровень воды в заливе Фанди был зафиксирован 4–5 октября 1869 г. во время тропического циклона – он достигал 21,6 м.

Уникальные свойства залива Фанди используют энергетики: там размещена приливная гидроэлектростанция мощностью 18 МВт. Она, однако, негативно воздействует на окружающую среду, и в последнее время экологи предлагают разместить её частично в подводной части Залива.

**NewScientist.com.29Nov2008**  
**Rise and Fall.NewSci.08 Sept 2010**

**?** Что заставляет частицы кофейной гущи соединяться в причудливые узоры, подобные показанному на фото? Возникает ощущение, что более крупные частицы в отличие от более мелких отталкиваются друг от друга.

**Ответ.** В кофейной гуще две компоненты – относительно большие частицы (они своего положения не меняют) и очень мелкие частицы коллоидного вещества (они перемещаются внутри жидкости). Из-за эффектов поверхностного натяжения в окрестности больших частиц формируются капли жидкости. При высыхании этих капель испарение наиболее интенсивно происходит преимущественно на их краях, в результате чего формируются микротоки жидкости в направлении краёв капель. Эти потоки переносят к краям капель мелкие коллоидные частицы. В итоге большинство их концентрируется на некотором расстоянии от крупных частиц. В ходе этих процессов как раз и формируется узор на дне кофейной чашки: крупные частицы, окружённые пустым пространством, окаймлённые кольцами мелких частиц (см. [http://www.last-word.com/uploads/images\\_thumbs/1/thumb\\_fc960d51e2f88af8e6ddfcccfb6c44fb.gif](http://www.last-word.com/uploads/images_thumbs/1/thumb_fc960d51e2f88af8e6ddfcccfb6c44fb.gif))\*.

**Repulsive coffee.**

**New Scientist, 04Nov2009**

**Б.В. БУЛЮБАШ (пер. с англ.)**  
borisbu@sandy.ru,  
НГТУ им. П.Е. Алексеева,  
г. Н. Новгород

\* Рекомендуем также прочесть статью Богданова К.Ю. Следы от луж на асфальте (Физика-ПС. 2010. № 23). – Ред.



Участок побережья во время прилива и во время отлива

# Как это устроено?

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** сосудистые стенты, имплантация стентов, операция шунтирования

См. также № 1, 3, 5/2011

**■ СОСУДИСТЫЕ СТЕНТЫ.** Имплантация стентов – сетчатых цилиндров, расширяющих суженные артерии – развивается столь быстрыми темпами, что некоторые врачи считают, что этой процедурой сейчас даже злоупотребляют. Всё же эта техника развивается уже 20 лет и считается достойной альтернативой открытому оперативному вмешательству. В течение многих десятилетий пациенты-«сердечники», у которых коронарные артерии оказались забиты холестериновыми бляшками, были вынуждены делать операцию шунтирования на открытом сердце, когда кусочек здоровой артерии или вены вшивался в обход сосуда, ставившего под угрозу сердечную деятельность. Такие операции делали на заблокированных артериях и в других местах. Другой путь – вскрыть артерию и механически вычистить из неё бляшки. Появление баллонной ангиопластики позволило части больных избежать открытых операций на сердце: баллон с помощью катетера подводили к заблокированному участку сосуда и надували его, в результате бляшки крошились и обжимались к периферии, образуя тем самым свободный просвет для кровотока. По истечении некоторого времени артерии часто опять сужались из-за спадания стенок или нарастания фиброзной ткани. Стенты ставятся так же, как и баллоны, но они надёжно открывают просвет для кровотока. В основном сейчас кардиохирурги стентируют коронарные артерии, подводящие кровь к сердечной мышце. Но стентируются и другие сосуды. Первые стенты, которые ставились в начале 1990-х гг., были из нержавеющей стали. Затем появились саморасширяющиеся стенты из никель-титановых сплавов с эффектом памяти. В 2003 г. в США появились стенты с полимерным покрытием, в том числе содержащим лекарственные средства, которые не давали тканям прорастать внутрь просвета стента. Эта техника быстро стала популярной. И хотя у 30% стентированных пациентов всё же отмечалось повторное сужение сосудов, применение стентов с лекарственными препаратами снизило эту долю до 10%.

● **ЛОВУШКА ДЛЯ БЛЯШЕК:** стент вызывает дробление бляшек с образованием мельчайших крошек. Эти крошки почти не влияют на работу большинства органов, но попав в сосуды мозга, могут вызвать инсульт. Несколько фирм поэтому разработали фильтры для стентирования сонной артерии, которые ловят такие крошки. Иногда во время процедуры в артерию вводят и баллоны, чтобы перекрыть кровоток, а также отсасывают крошки специальными катетерами.

● **ТРОМБОВ НЕТ:** на любом месте после хирургического вмешательства или вокруг любого имплантата могут формироваться кровяные сгустки – тромбы. Пациенты со стентами, как правило, в течение некоторого времени (от месяца до года) принимают лекарство, которое предотвращает коагуляцию крови. Основной антикоагулянт – аспирин.

● **ОДИН РАЗМЕР ВСЕМ НЕ ГОДИТСЯ:** стенты тщательно подбираются индивидуально для каждого пациента – сначала с помощью обследования неинвазивными методами, а окончательная подгонка осуществляется непосредственно во время операции. Большинство коронарных артерий 2–4 мм в диаметре, сонная артерия – обычно имеет диаметр 4–6 мм. При стентировании сосудов сердца обычно используются стенты с баллонным расширением. Саморасширяющиеся стенты более прочные, поэтому их ставят в сонные артерии, так как они расположены ближе к коже и могут подвергаться воздействию внешнего давления.

● Обычно стенты ставят в коронарную артерию, обеспечивающую кровоток от сердца, сонную артерию (от мозга), подвздошную (от ног) и почечную (от почек)

Сонная артерия

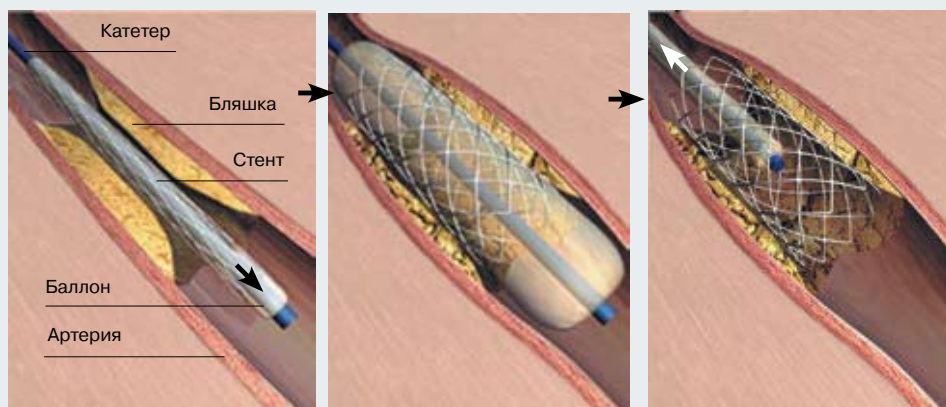
Коронарная артерия

Почечная артерия

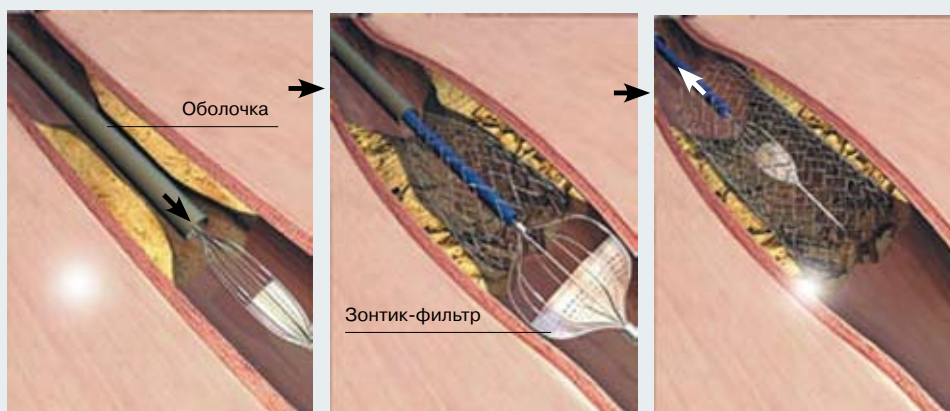
Подвздошная артерия



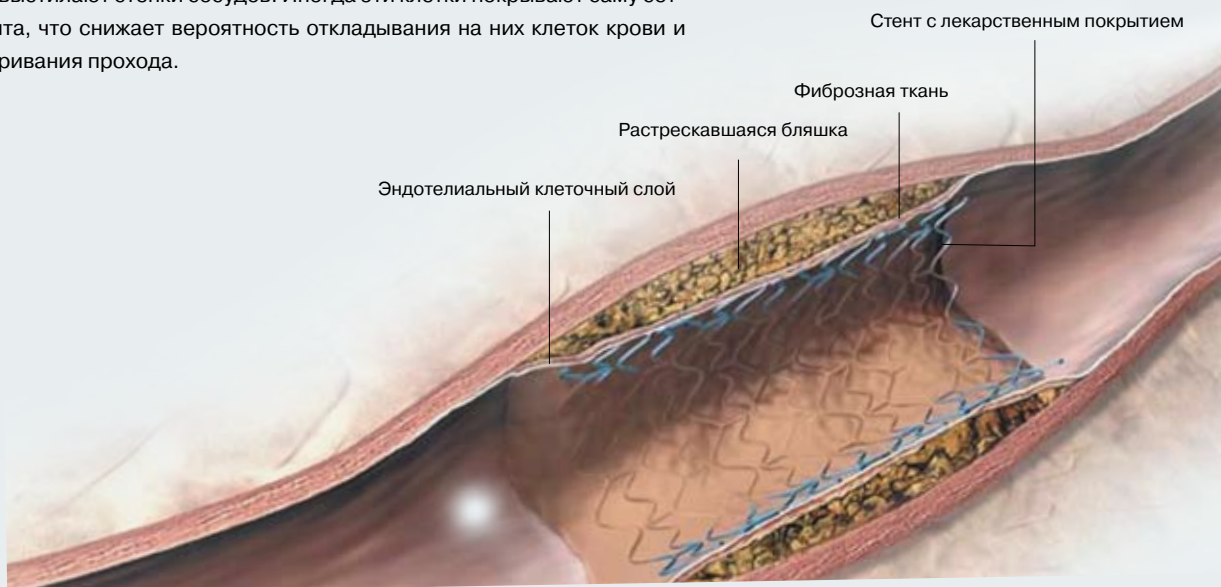
● **СТЕНТЫ, РАСПРАВЛЯЮЩИЕСЯ НА БАЛЛОНЕ**, как правило, ставят в коронарных артериях. Их накладывают на баллон и на катетере подводят вместе с баллоном к нужному месту. Затем баллон раздувают (иногда в несколько приёмов), при этом стент расправляется, а бляшки трескаются. После чего баллон сдувают и удаляют из артерии.



● **САМОРАСПРАВЛЯЮЩИЕСЯ СТЕНТЫ** в основном ставят в сонную артерию. Стент проталкивают через достаточно жёсткую оболочку, на выходе которой он расправляется. Позже могут использовать и баллон, чтобы предотвратить попадание выкрошившихся бляшек внутрь сосудов мозга, что может вызвать инсульт, на конце стента расправляется зонтик.



● **РАСКРОШИВШИЕСЯ БЛЯШКИ** способствуют повторному сужению сосудов. В стентах с полимерным лекарственным покрытием лекарство поступает в кровь в течение нескольких недель, предотвращая рост фиброзной ткани и способствуя росту эндотелиальных клеток, которые в норме выстилают стенки сосудов. Иногда эти клетки покрывают саму сетку стента, что снижает вероятность откладывания на них клеток крови и закупоривания прохода.



*Scientific American*, 2006, July, p. 94–95  
Сокр. пер. с англ. Н.Д. КОЗЛОВОЙ

# Иванов, к доске!

- Электрический ток – это:
  - направленное движение электродов
  - Вещества, которые очень хорошо проводят электрический ток, называются электропроводниками... называются переводками
  - Тела, не проводящие электрические заряды, называются неэлектронами
  - Два одноимённых заряда отталкиваются, разноимённых – притягиваются, не имеющие заряда сидят спокойно... одноимённые заряды оттягиваются
  - На схемах символом  $\text{A}$  обозначается оперметр
  - Устройство воздушного конденсатора: воздух
  - Количество теплоты, выделяемое током в проводнике, можно рассчитать, используя закон Джоуля-Ленца.

- Энергия бывает потенциальная и кинетическая
- Термин «энергия» ввёл в 1807 году английский учёный Ютек! (наглядный пример влияния рекламы на ребёнка!)
- Главной частью барометра-анероида является круглая металлическая коробочка, из которой откачивается воздух. В результате в коробочке образуется пустота, то есть там ничего нет, кроме кислорода.

- Электромагнитное реле служит для того, чтобы электромагнитить цепь с приборами.

- В кристалле полупроводника электроны скреплены между собой двумя нитями
- При нагревании кристалла германия электроны начинают с большой скоростью бегать по окружности и протирают дырки
- Даже при очень высоких температурах электроны в кристалле полупроводника не горят!
- В полупроводниках используют два вида примесей: пентавалентные (мышьяк, сурьма), состоящие из атомов пентавалентных электронов, и трёхвалентные (индий, галлий), состоящие из трёхвалентных электронов.

- Живую рыбу трудно держать в руках, потому что она:
  - скользкая, дёргается и брыкается!
  - ...начинает колебаться плавниками, хвостом и вообще всем телом.

- На шинах автомобилей делают глубокий рельефный рисунок для того, чтобы было лучше трение резины об асфальт, и чтобы машина на нём не увязла в грязь.

- Сталь выплавляют в мартеновской печи
- Сталь бывает конструкционная и инструментальная.

- Трансформатор применяется в ауди- и видеоаппаратуре, а также телевизоре – для выхода на экран высокого напряжения.

- Для получения индукционного тока необходимо такое оборудование: магнит, катушка, миллиамперметр и поглощатель тока.

- Трансформатор:
  - применяется на уличных столбах для подвода к потребителю пониженного напряжения от высоковольтных проводов
  - Применяется в быту и жизни – он незаменим как очень хорошая и нужная штука.

- Виды электромагнитного излучения – дисперсия и дифракция.

- Огонь проходит через линзу в перевернутом виде и становится маленьким.

- Связь у нас достигла больших размеров.

- Первую электрическую лампочку изобрёл Ленин, и называлась она – лампочка Ильича.

- Планетарную модель строения атома открыл Дмитрий Иванович Менделеев.

- Выдающийся учёный Резерфорд–Бор исследовал строение атома.

- Скорость вырванного фотоэлектрона зависит от чистоты исследуемого алюминия.

- Радиоактивное излучение:
  - бывает трёх видов: альфа, бета и сигма
  - Применяется для излечения человека.

Собрал в тетрадях своих учеников

**В.Н. БЕЛЮСТОВ** belyustov@yandex.ru,  
БЦО, г. Борисоглесьск, Воронежская обл.

- Источник света называют точечным, если:
  - свет представить как поток материальных частиц (корпускулярная теория)
  - он падает в одну точку через какое-то прибор, при этом
  - это материальный предмет, излучающий свет
  - на его пути будут какие-либо преграды
  - это источник света
  - это квант.

- Изображение точки в оптике – это:
  - точечное изображение
  - фокус линзы.

- Фокусом линзы называется:
  - точка, в которой линза собирает все лучи, и они идут параллельно
  - точка в которой собираются лучи, отражённые от главной оси
  - расстояние от изображения до линзы
  - точки, лежащие по обе стороны линзы на одинаковом расстоянии.

- Чтобы увидеть дифракцию света:
  - следует изменить угол преломления
  - следует произвести эксперимент
  - увидеть дифракцию света, например, на солнце, можно благодаря тёмному стеклу.

- Наблюдению дифракции света мешают:
  - какие-либо преграды
  - что лучи распространяются неравномерно
  - внешние факторы: расстояние, электромагнитные волны
  - непрямолинейное распространение света
  - Темнота, туман
  - отсутствие света
  - свет.

- Для наблюдения интерференции:
  - нужно поместить свет в когерентное поле.

- Собирающая линза даёт мнимое изображение: при переизбытке собираемого света.

- Кольца Ньютона имеют вид цветных овалов, если:
  - произошло какое-нибудь неравномерное прилолменение лучей.

Собрал в тетрадях студентов 2-го курса биологического ф-та и 4-го курса ф-та информационных технологий СГУ (приводятся в авторской орфографии)

**М.А. СТАРШОВ** mastarshov@mail.ru, СГУ, г. Саратов

- Птицы слетают с провода высокого напряжения, когда включают электрический ток, потому что:
  - при прохождении тока провода нагреваются, удлиняются, а провисание проводов не нравится птицам
  - провода нагреваются и птицам горячо
  - птицы и провода заряжены одинаково, значит, они отталкиваются
  - птица образует с участком провода замкнутую цепь, то есть ток будет проходить через птицу, вследствие чего птица непроизвольно будет падать на землю в состоянии аффекта
  - от высокого напряжения провода трясутся, что раздражает птиц
  - электрический ток оказывает особое действие на пищеварение птицы, после проявления этого действия птица скрывается с места преступления
  - кошки греются около проводов, а птицы боятся кошек.

Собрала ответы своих учеников

**О.М. ЗАБОРЬЕВА**

МОУ СОШ № 30, г. Волжский, Волгоградская обл.

# Педагогический университет «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

## модульные курсы «НАВЫКИ ЛИЧНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ»



**Д**остаточно ли педагогу только знаний в своей предметной области для ощущения своей профессиональной компетентности? Конечно, нет. Ведь учитель не простой транслятор информации. Ежедневно ему приходится решать еще множество задач: вести диалог с учащимися, создавать у них положительную мотивацию на активное усвоение учебного материала, разрешать конфликтные ситуации, выстраивать отношения с коллегами и родителями детей и др. Как правило, мы привыкли решать эти задачи интуитивно, методом проб и ошибок, опираясь на свой опыт. Но к настоящему времени в смежных областях знаний накоплен достаточно большой арсенал средств, которые помогают любому специалисту справляться с различными проблемами более эффективно и с меньшими затратами сил. А главное, с наименьшими потерями для своего психологического состояния – без стрессов, депрессий, нервного напряжения. Но всем этим методам не учат в педагогических вузах. Их можно почерпнуть только из каких-то дополнительных источников. Сейчас совершенно очевидно, что каждый высококвалифицированный

специалист нуждается еще и в знаниях из области психологии, менеджмента, экономики, информационных технологий и др.

**В**се процессы, которые происходят в нашей жизни, тесно связаны и влияют друг на друга. Конфликтная ситуация на работе может сказаться на отношениях в семье, а проблемы в личной жизни отражаются на успешности в профессиональной деятельности. Любая проблемная ситуация сопровождается определенными переживаниями (обида, злость, разочарование и т.п.), что может привести к проблемам со здоровьем. Если человек владеет навыками разрешения таких ситуаций, то он их успешно преодолевает, становится сильнее, если не умеет разобраться в себе и возникшей проблеме – испытывает чувство беспомощности и разочарования в себе и других.

**В** этом году нашими авторами подготовлены **модульные курсы**, которые напрямую не связаны с профессиональной деятельностью педагогов, но косвенно, опосредованно помогут им повысить свою профессиональную компетентность и качество жизни в целом.

Все модульные курсы можно объединить одной общей темой – **«Навыки личной эффективности»**. В результате изучения этих материалов вы получите новые знания и умения, которые позволят вам:

- лучше понять себя и других людей;
- увидеть причины возникновения стрессовых состояний и преодолеть их последствия;
- понять психологические причины возникновения различных заболеваний и сохранить свое здоровье;
- построить конструктивные отношения с учащимися и их родителями, коллегами и администрацией, с друзьями и близкими;
- оптимизировать свою деятельность, распределяя все дела таким образом, чтобы успевать выполнять все, что запланировано;
- создать свой имидж и построить презентацию на уроке;
- освоить методы самоподдержки в проблемных жизненных ситуациях и др.

Авторы модульных курсов предлагают большой объем практических рекомендаций, которые позволят каждому слушателю освоить предложенные методы и технологии.

### Перечень модульных курсов, которые подготовлены или планируется разработать в этом году:

1. **Тайм-менеджмент** (навыки управления временем).
2. **Тайм-менеджмент для детей** (как научить детей рационально распределять свое время).
3. **Профессиональное выгорание.**
4. **Стресс-менеджмент** (как преодолеть стрессовые ситуации).
5. **Как выиграть в конфликте?** (навыки эффективного поведения в конфликтной ситуации).
6. **Как противостоять психологическому давлению?**
7. **Как сохранить свое здоровье?**
8. **Имидж и самопрезентация.**
9. **Искусство договариваться** (как понять других людей и донести свою точку зрения).
10. **Навыки работы на компьютере** (для начинающих).

Нормативный срок освоения каждого модуля – 6 часов. Начать обучение на модульном курсе можно в любой момент. Для этого необходимо подать заявку, оформить весь пакет документов и оплатить обучение. После этого каждый слушатель получает учебные материалы. Если по окончании вы успешно выполните контрольную работу, то вам будет выслан сертификат об освоении модуля. Все материалы интересны и содержат много практических

рекомендаций, поэтому могут послужить такой «настойной книгой» для каждого человека, у которого есть потребность и желание заниматься самообразованием и качественно изменить свою жизнь.

В прошлом году Педагогический университет «Первое сентября» получил новую лицензию (77 № 000349, рег. № 027477 от 15.09.2010).



Подать заявку на модуль можно на сайте Педагогического университета «Первое сентября»: <http://edu.1september.ru>



# ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛЫ издательского дома «Первое сентября» второе полугодие 2011 года



## БУМАЖНАЯ ВЕРСИЯ

Оформление подписки **НА ПОЧТЕ** (доставка по почте)

Информация о подписке в каталогах «Роспечать» и «Почта России» размещена в разделе «Журналы» под заголовком «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ. ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА».

Цена для индивидуальных подписчиков – **1200 рублей + стоимость доставки.**

Цена для предприятий и организаций – **1590 рублей + стоимость доставки.**

Оформление подписки **НА САЙТЕ** [www.1september.ru](http://www.1september.ru) (доставка по почте)

Подписку можно оформить также в редакции по телефону 8-499-249-47-58.

Цена для индивидуальных подписчиков – **1080 рублей. Стоимость доставки включена.**

Цена для предприятий и организаций – **1200 рублей. Стоимость доставки включена.**



## ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ

Дорогие коллеги! Обращаем ваше внимание, что электронная версия полностью соответствует бумажной. Каждый номер приходит гарантированно в срок. Наш формат электронной версии удобен для чтения с экрана компьютера и современных мобильных устройств. А нужные страницы издания при желании можно легко вывести на принтер.

Оформление подписки **НА ПОЧТЕ** (доставка по Интернету)

Каждый журнал имеет в каталогах «Роспечать» и «Почта России» свой индекс для электронной подписки. По этому индексу доставка всех номеров и материалов к уроку осуществляется через Интернет. По почте придет только письмо с карточкой доступа к электронным версиям номеров. Информация размещена в разделе «Журналы» под заголовком «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ. ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА».

Цена для индивидуальных подписчиков и организаций – **780 рублей.**

Оформление подписки **НА САЙТЕ** [www.1september.ru](http://www.1september.ru) (доставка по Интернету)

Подписку можно оформить также в редакции по телефону 8-499-249-47-58.

Цена для индивидуальных подписчиков и организаций – **699 рублей.**