

ISSN 0130-5522

научно-методический журнал

ФИЗИКА

в школе

8

2007



Готовимся
к ЕГЭ

Модель
ЕГЭ—2009

Анализ ЕГЭ
в Ростовской обл.



Подготовка школьников общеобразовательных учреждений к тестированию и ЕГЭ по физике

А.В.БОГОВ, Б.А.ТИМЕРКАЕВ

(Казанский ГТУ им. А.Н.Туполева)

В статье рассматриваются вопросы тестирования, история их возникновения, классификация тестов; централизованное тестирование в России; актуальные вопросы подготовки выпускников к ЕГЭ и о методическом пособии по физике, выпущенном сотрудниками кафедры общей физики нашего университета.

Тестирование является одной из методик педагогической диагностики. Педагогическая диагностика (ПД) — это учение о методах и принципах распознавания уровня знаний школьников и студентов и улучшения учебного процесса.

ПД существует столько же лет, сколько вся педагогическая деятельность человека. Человек, который учился систематически, всегда пытался как-то оценить результаты своих знаний. Оценка знаний совершенствовалась на протяжении нескольких тысячелетий педагогической деятельности с помощью контролируемых методов.

В настоящее время ПД является научной дисциплиной и включает в себя диагностирование обученности и обучаемости [1–4].

Диагностирование обученности включает в себя не только традиционную проверку знаний, умений обучаемых, но и выявляет динамику формирования итогов обучения, накопления статистических данных, их анализ, прогнозирование дальнейшего хода событий.

Таким образом, ПД решает актуальные задачи:

1) оптимизирует процесс индивидуального обучения;

2) обеспечивает достоверное определение результатов конечного обучения;

3) прогнозирует оптимальный вариант перевода обучаемого из одной учебной группы в другую при выборе специализации обучения и направления их на различные курсы повышения квалификации.

ПД способствует улучшению учебно-воспитательного процесса и преследует такие цели, как:

1) определение пробелов в обучении учащихся;

2) корректировка в случае неверной оценки результатов обучения;

3) планирование учебного процесса и улучшение условий учебы.

Диагностическая деятельность человека и его инструментарий упоминаются более чем за 1000 лет до новой эры. В Китае, при получении должности в системе общественных служб, применяли контрольные экзамены. В европейских странах, в период между 1790 и 1870 гг., были также введены экзамены для приема на государственную службу. В середине века нуждающимся ученикам в качестве удостоверения для получения стипендий или других поощрительных пособий выдавался табель, содержащий больше сведений о посещаемости и поведении ученика, чем об успеваемости. После того как школьные аттестаты с вписанными в них оценками, способностями и интересами стали учитывать при переходе из одного класса в другой, табель стал инструментом для отбора учащихся с целью обучения дисциплинам

с ограниченным числом мест. Оценка превратилась в критерий проведения аттестации, т.е. доминирующим средством определения успеваемости учащихся.

Затем на международных конференциях, проводимых в начале 30-х гг. XX столетия, а позднее в работах английских, американских и немецких ученых (Хэртот, Фордес, Кандел), существующая оценочная методика подверглась критическому анализу. В теории и практике ПД произошли некоторые изменения, и в 1960 г. появились отдельные тесты, определяющие уровень физического и умственного развития ребенка, необходимый для начала школьного образования. После апробации девяти групповых тестов последовало их внедрение в учебно-воспитательный процесс.

В ПД были разработаны основные критерии, оценивающие качество учебного процесса и знаний учащихся, принцип диагностирования и контролирования обученности. К таким критериям относятся: объективность, систематичность, наглядность, надежность.

Объективность заключается в научнообоснованном содержании диагностических тестов, процедур, одинаковом отношении педагога ко всем обучаемым; адекватности установленных критериев оценивания знаний, способностей и умений.

Систематичность — это необходимость проведения контроля на всех этапах дидактического процесса. Регулярному диагностированию подвергаются все обучаемые в течение всего времени пребывания в учебном заведении.

Наглядность проявляется в проведении открытых испытаний всех обучаемых по одним и тем же критериям. Рейтинг каждого обучаемого носит наглядный, сравнимый характер. Принцип наглядности требует также оглашения и мотивации оценок. По оценке судят об эталонах требований к ним и объектив-

ности педагога. Необходимым условием реализации принципа наглядности являются также объявление итогов диагностических средств, обсуждение и анализ их с участием заинтересованных сторон, составление перспективных планов ликвидации пробелов.

Система диагностирования, контроля и оценивания знаний учащихся должна проводиться в той же логической последовательности, в какой проводится изучение физики как предмета и других учебных дисциплин.

Основными звеньями проверки знаний являются следующие:

- 1) предварительное выявление уровня знаний обучаемых;
- 2) текущая проверка в процессе усвоения каждой изучаемой темы;
- 3) повторная проверка;
- 4) периодическая проверка знаний, умений обучаемых по целому разделу и теме курса;
- 5) итоговая проверка и учет знаний, умений обучаемых, приобретенных ими на всех этапах дидактического процесса;
- 6) комплексная проверка способности обучаемых применять полученные при изучении различных учебных предметов знания и умения для решения практических задач.

Таким образом, на сегодняшний день самой перспективной методикой ПД считается применение диагностических тестов, и из всех существующих на сегодня методик диагностирования самой перспективной является тестирование.

В школах развитых стран внедрение и совершенствование тестов шли быстрыми темпами. Широкое распространение получили диагностические тесты школьной успеваемости, использующие форму альтернативного выбора правильного ответа из нескольких правдоподобных, написание очень краткого ответа (заполнения пропусков), дописывания букв, цифр, слов, частей формул и т.п.

Тестирование проводится как с отдельными лицами, так и в группах. В педагогике доминируют групповые тесты, проводимые в школьных классах, так как они являются наиболее экономными для преподавателя. Использование индивидуальных тестов (не считая тестов интеллекта, которые проводит преподаватель-консультант) рекомендуется только тогда, когда исследуемое поведение, например, чтение вслух, произношение и т.п., невозможно измерить в условиях групповой проверки.

Тесты обученности, или, как их еще называют, школьные тесты, — это всего лишь одна из разновидностей психологических и педагогических испытаний для диагностирования различных сторон развития и формирования личности. Если в основу классификации тестов положить различные аспекты (компоненты) развития и формирования человеческих качеств, то она будет выглядеть следующим образом:

- 1) тесты общих умственных способностей, умственного развития;
- 2) тесты специальных способностей в различных областях деятельности;
- 3) тесты обученности, успеваемости, академических достижений;
- 4) тесты для определения отдельных качеств личности (памяти, мышления, характера и др.);
- 5) тесты для определения уровня воспитанности (сформированности общечеловеческих, нравственных, социальных и других качеств).

Применение тех или иных тестов будет наиболее эффективным и обеспечит надежные выводы лишь при условии правильного их сочетания со всеми другими группами тестов. Поэтому тестовые испытания всегда имеют комплексный характер.

Отставание России от мирового уровня в области тестирования весьма значительно, но в последние годы предприни-

маются попытки создать определенную культуру тестирования. Первым шагом в этом направлении со стороны федерального органа управления образованием стало открытие в 1990 г. лаборатории централизованного тестирования [5] учащейся молодежи при Московском педагогическом государственном университете (МПГУ).

Центр тестирования осуществляет:

- 1) организацию и финансирование разработки тестов для централизованного тестирования, их апробации и экспертизы;
- 2) ведение банка тестовых заданий;
- 3) методическое и организационное руководство проведением тестирования в регионах России;
- 4) автоматизированную обработку результатов тестирования;
- 5) ведение банка статистического анализа результатов тестирования.

Суть **централизованного тестирования** состоит в том, что в один день в разных городах России тестирование выпускников школ по каждой дисциплине проводится по тестам, которые формируются из единого банка тестовых заданий. Такое тестирование предлагается школьникам как дополнительная платная образовательная услуга (независимая, объективная оценка знаний), использование которой носит сугубо добровольный характер.

Для развития системы тестирования в России на базе имеющегося потенциала Центра тестирования необходимо:

- 1) доработать и утвердить концепцию централизованного тестирования;
- 2) разработать и утвердить единую шкалу учебных достижений;
- 3) разработать и внедрить нормативные ведомственные акты, указывающие правовую поддержку каждому этапу развития централизованного тестирования;
- 4) сформировать организационно-правовые условия, создающие устойчи-

вый мотивационный комплекс для использования объективной информации об уровне знаний учащихся для всех категорий пользователей: от самих учащихся и их родителей до руководителей образовательных учреждений (школы, вузы) и до руководителей региональных и федерального органов управления образования;

5) ввести результаты централизованного тестирования в государственную систему отчетности по образованию и систему оценки качества образования;

6) выделить средства из бюджетов региональных и федерального органов управления образования для частичной компенсации затрат Центра тестирования на подготовку информации по образовательной статистике.

Что такое **единый государственный экзамен (ЕГЭ)**? Это единые экзамены по отдельным предметам, которые должны сдавать выпускники полной общеобразовательной средней школы. Единство государственных экзаменов (ЕГЭ) заключается в двух их особенностях: а) результаты экзамена ЕГЭ одновременно учитываются в школьном аттестате и при поступлении в вузы; б) при проведении экзамена ЕГЭ на всей территории России применяются однотипные задания и единая шкала оценки, позволяющая сравнивать всех учащихся по уровню подготовки.

Целями единого государственного экзамена являются организация государственного контроля качества общего образования на заключительном этапе и обеспечение всем желающим равного доступа к высшему образованию.

Экзамен назван «единым», так как обеспечивается возможность совмещения государственной итоговой аттестации выпускников общеобразовательных учреждений со вступительными испытаниями в учреждения высшего и среднего профессионального образования.

На основании «Положения о проведении ЕГЭ» единый государственный экзамен проводится в два этапа:

- первый — основной аттестационный период в форме ЕГЭ — проводится в июне для выпускников общеобразовательных учреждений текущего года;

- второй — вступительные испытания — проходит в июле для выпускников прошлых лет, пропустивших первый аттестационный период по уважительным причинам, и для иных категорий экзаменуемых.

ЕГЭ стал не только педагогическим, но и социальным экспериментом, затронувшим все слои общества от ученика до маститого профессора. Пока еще рано говорить о том, удачен ли эксперимент в масштабах России или нет.

Декларируемыми целями ЕГЭ являются:

- 1) формирование объективной оценки подготовки выпускников общеобразовательных учреждений;

- 2) повышение доступности профессионального образования, в первую очередь для молодежи из малообеспеченных семей и отдаленных от вузовских центров мест проживания;

- 3) повышение объективности вступительных испытаний при приеме в вузы и ссузы;

- 4) обеспечение преемственности общего и профессионального образования;

- 5) обеспечение государственного контроля и управления качеством образования на основе независимой оценки подготовки выпускников.

Задачу, которую сегодня призван решить ЕГЭ, другими способами решить нельзя. Что такое для нас ЕГЭ? Это, во-первых, внешняя экспертиза по единым правилам, это способ создать определенные тенденции в развитии системы образования, это способ управлять качеством системы, ввести элементы конкуренции в систему образования, это способ ана-

лиза эффективности работы системы и учреждений.

Под тестом учителя нередко понимают программированную контрольную работу. В действительности **тестированием** может быть названа процедура измерения любой характеристики человека, если предварительно она прошла через технологию определения валидности и надежности. При создании тестов кроме функциональной валидности надо обеспечить их соответствие другим требованиям:

1) содержательной валидности, т.е. соответствия содержанию обучения, отраженного в логической структуре и выраженного вполне определенными учебными элементами;

2) простоты, означающей, что в одном тесте должна быть представлена одна задача данного уровня;

3) определенности, что означает необходимость ясного и недвусмысленного формулирования задания теста, обеспечивающего его общепонятность для испытуемых;

4) однозначности обеспечиваемого конструкцией эталона, в котором должно содержаться полное и правильное решение задачи.

Участие в эксперименте по мониторингу уровня учебных достижений в формате ЕГЭ в 2005 г. выявило ряд проблем, одна из которых связана с качеством представленных КИМов, ориентированных на воспроизведение большого объема знаний и умений. Однако при этом следует учитывать, что эти КИМы ориентированы на стандарты нового поколения, которые специалисты тем не менее называют переходными. Большое количество ошибок в заданиях и в ключах, некорректные формулировки и т.п. снизили качество оценки уровня учебных достижений выпускников 2005 г.

Вместе с тем следует отметить, что в 2005 г. выпускники были готовы к такой

форме итоговой аттестации, поскольку эксперимент предполагал промежуточные этапы мониторинга с использованием типовых бланков. В силу этого стрессированность, тревожность выпускников были значительно ниже.

Опыт реализации ЕГЭ подсказал нам, что подготовка к нему не должна быть самоцелью (школа призвана учить, а не готовить к сдаче экзамена), но в то же время проходить постоянно, но не натаскиванием на тестирование, а в ходе планомерного использования тестов в течение нескольких лет школьного обучения.

Ведь тесты можно использовать не только в качестве контролирующих материалов для проведения объективного итогового и текущего контроля знаний учащихся, а также для организации самоконтроля и построения системы индивидуализированного обучения, но и в качестве обучающих дидактических материалов. Тест позволяет в течение короткого времени весьма оперативно скорректировать содержание образования, совершенствовать методы преподавания. В связи с этим можно утверждать, что к функциям тестирования относятся обучение, контроль и воспитание. Последняя функция позволяет наблюдать и корректировать по мере необходимости продвижение ученика от незнания к знанию.

К сожалению, у большинства педагогов нет подготовки по методике разработки и применению педагогических тестов. В связи с этим необходимо ознакомление как можно более широкого круга учителей с современными средствами оценки результатов обучения, методологическими и теоретическими основами тестового контроля, порядком организации и проведения ЕГЭ. Учитель должен знать виды и типы тестов, формы предтестовых заданий, различные методы оценивания результатов тестирования, уметь анализировать полученные

данные в рамках классической и современной теории создания тестов и их использованию в педагогической практике. К сожалению, иногда учителя увлекаются «натаскиванием» на тесты в формате ЕГЭ, не заботясь о том, что оценка качества образования является элементом его управления, и, прежде всего, необходимо заботиться о повышении качества обучения своих учеников.

Нужно готовить учащихся к новой форме проведения экзамена. Использование на уроках тренировочных тестов может выработать умения обращения с ними. Знание типовых конструкций тестовых заданий поможет учащимся практически не тратить время на понимание конструкции, а также на то, чтобы успокоиться. Такие тренировки выполнения тестовых заданий научат школьников мобилизовать себя в решающей ситуации.

Еще одна проблема, возникающая при широком внедрении тестов, специфична для нашей страны. Дело в том, что в странах, давно работающих с этим инструментом, сложилась, выработалась за десятилетия и другая культура обучения и даже учения. Американских школьников учат порой не столько решать задачи, сколько выбирать среди множества возможных решений наиболее правдоподобные. При этом формируется целая традиция самоконтроля, развития интуиции, чувства симметрии и тому подобных «околоучебных» умений.

В нашей педагогической культуре закрепился другой подход, связанный с убеждением, что всякая учебная задача должна быть непременно решена учеником. В итоге — существенное различие в том, как работают с тестами наши и американские школьники. Юный американец прочтет задание, потом рассмотрит предложенные варианты ответов и выберет тот, который представляется ему наиболее подходящим, на основе самых

разных соображений — как связанных непосредственно с предметным материалом, так и нет. Многие пособия по подготовке к тестированию в США напечатаны десятками и даже сотнями советов по этому поводу. Наш юный соотечественник прочтет задачу, решит ее, а затем начнет искать среди приведенных ответов совпадающий с его собственным; если такового не найдется, он станет заново решать задачу. Эти различия в подходах скажутся не в пользу отечественного школьника в условиях цейтнота ЕГЭ.

С другой стороны, практика показала, что наибольшее число ошибок при выполнении заданий ЕГЭ учащиеся допускают по элементарной невнимательности. Они часто не обращают внимания на отрицательные частицы («какое утверждение не верно», «какие вещества не взаимодействуют»). Часто простейшие вычислительные задачи являются камнем преткновения только потому, что учащиеся не умеют прогнозировать прикидочный результат, определять порядок величины, преобразовывать простейшие формулы.

Определенные сложности испытывают выпускники при оформлении задач со свободной конструкцией ответа части «С». Необходимо готовить учащихся к тому, что оценивание этих заданий происходит пошагово. Если полного и точного ответа ученик не знает, то нужно писать то, в чем он уверен — уравнение, формулы, начало решения задачи, предварительные расчеты, просто рассуждения. Нужно стараться не оставлять такие задания совсем без ответа, в данном случае важно положить в копилку хотя бы немного баллов.

И наконец, несколько слов об изменении подхода к оцениванию уровня учебных достижений. Пожалуй, одним из существенных плюсов ЕГЭ является стандартизация оценочной деятельности учителя.

Всякая оценка предполагает измерение того, что есть, и его сравнение с тем, что должно быть, т.е. сравнение реального положения с нормой.

Кафедра общей физики КГТУ им. А.Н.Туполева возглавляет учебно-методический центр при Министерстве просвещения. Взяв курс на углубление изучения курса физики в общеобразовательных заведениях с учетом разрешения проблемы подготовки к ЕГЭ. В связи с этим выпущено методическое пособие по физике [6]. Пособие включает в себя программу по физике, положение о тестировании, справочные материалы по математике и физике, основные понятия и законы физики, методику подготовки к тестированию и к ЕГЭ. В пособии дается подробный анализ решения задач и тестов ко всем разделам физики, задачи и тесты для самостоятельного решения, образцы контрольных заданий ЕГЭ с решениями. В конце пособия даются задания, аналогичные контрольным заданиям ЕГЭ для самостоятельной подготовки.

Таким образом, традиционные способы оценки, существующие в системе образования, нуждаются в систематическом дополнении объективными методами. Методика педагогической диагностики требует научного обоснования. Исходя из этого, с одной стороны, не следует сводить педагогическую диагностику к простому тестированию, а с другой стороны, без разумного использования информативных тестов добиться существенного улучшения в нашей оценочной практике невозможно.

Тесты обученности применяются на

всех этапах дидактического процесса. С их помощью обеспечивается предварительный, текущий, тематический и итоговый контроль знаний, умений, учет успеваемости и академических достижений.

Не все необходимые характеристики усвоения можно получить с помощью тестирования. Такие, например, показатели, как умение конкретизировать свой ответ примерами, знание фактов, умение связно и логически выражать свои мысли, некоторые другие характеристики знаний, умений, навыков диагностировать тестированием невозможно. Это значит, что тестирование должно обязательно сочетаться с другими формами и методами проверки.

Литература

1. Богов А.В., Галеев И.Г., Галимов Д.Г., Тимеркаев Б.А. Подготовка школьников к ЕГЭ и тестированию по физике. — Казань: Изд-во Экоцентр, 2005.
2. Ингенкамп К. Педагогическая диагностика: Пер. с нем. — М.: Педагогика, 1991.
3. Педагогика. Учебное пособие для студентов педагогических вузов и педагогических колледжей/Под ред. П.И.Пидкасистого. — М.: Педагогическое общество России, 1998.
4. Смирнов С.Д. Педагогика и психология высшего образования: от деятельности к личности. — М.: Аспект Пресс, 1995.
5. Стоунс Э. Психопедагогика. — М., 1984.
6. Хлебников В.А., Михалева Т.Г. Централизованное тестирование в России: необходимость, возможность, проблемы. — М.: Школьные технологии, 1999. — № 1–2.

Поиски новых технологий

И.В.ПОТАПОВА, В.В.ШАХМАТОВА, Н.Д.ЗЫРЯНОВА
(Челябинский ИПКРО)

Итоговая аттестация учеников средней (полной) школы по физике в форме единого государственного экзамена (ЕГЭ) оценивает их общеобразовательную подготовку. Результаты этой аттестации помогают осуществить отбор выпускников для поступления в высшие учебные заведения страны.

Содержание экзаменационной работы соответствует требованиям, сформулированным в нормативных документах к образовательным достижениям учащихся в соответствии с теорией педагогических измерений, а также в соответствии с опытом разработки таких измерительных материалов как в России, так и за рубежом.

Организационная структура экзаменационной работы достаточно проста. Она содержит три части, различающиеся формой и уровнем сложности заданий. В первую часть включены вопросы репродуктивного и репродуктивно-поискового характера с выбором ответа. Вторая часть содержит задания конструктивного характера, требующие краткого ответа в виде числа. В третью часть включены задания продуктивного уровня (эвристические, творческие), их решение ученик должен записать в развернутом виде. Задания первой и второй частей экзаменационной работы проверяют только некоторые виды деятельности, поэтому не дают возможности в полной мере определить причины допущенных ошибок. Задания третьей части проверяют умения применять знания законов, явлений, фактов в комплексных, нетрадиционных ситуациях.

Оценивание знаний и умений учащихся на ЕГЭ в условиях многобалльной системы доказывает, что она достаточно надежна. Коэффициент корреляции (надежности) результатов измерений, про-

водимых в одинаковых условиях, оказался примерно одинаковым. Валидность измерения убеждает в том, что технология проведения ЕГЭ позволяет исследовать необходимые педагогические явления. К ним можно отнести: содержательное экспертное подтверждение соответствия диагностического материала программ основным целям обучения в контролируемой предметной области; согласованность результатов диагностики достижений учащихся с другими независимыми формами контроля знаний; критериальную наглядность как достаточный уровень корреляции результатов тестирования по отдельным заданиям и по всему тесту в целом, позволяющая определить характер склонностей школьников к учебным дисциплинам.

Анализ типичных ошибок, допускаемых выпускниками средних образовательных учреждений при выполнении заданий ЕГЭ, позволил специалистам вскрыть ряд объективных и субъективных причин. Проанализируем подробно две из них. Первая причина имеет методологическую природу. Ученики плохо понимают уровневую структуру знаний, изучаемых в средней школе. Они затрудняются в применении известных фактов, не говоря уже о понятиях, законах, теориях, которые можно структурировать на фундаментальные, основополагающие, частные. Например, законы классифицируют на фундаментальные (законы сохранения), основополагающие, входящие в ядро фундаментальной физической теории (законы динамики), и частные, составляющие базис «следствия» фундаментальной физической теории (газовые законы и др.).

Л.Я.Зорина в свое время эти знания назвала метознаниями (знания о знани-

ях) и убедительно доказала, что их необходимо включать в образовательный процесс по физике. Ученики должны понимать, что в современных учебниках старшей профильной школы дидактической единицей структурирования учебного материала является раздел (механика, молекулярная физика, электродинамика, оптика, квантовая физика). Базис каждого раздела определяют фундаментальные физические теории (классическая механика, молекулярно-кинетическая теория и термодинамика, теория электромагнитного поля, электронная теория вещества, специальная теория относительности, нерелятивистская квантовая механика, релятивистская электродинамика, квантовая хромодинамика). Каждый раздел тоже структурирован, он состоит из тем. Например, в разделе «Механика» выделяют темы «Основы кинематики», «Основы динамики», «Законы сохранения», «Колебания и волны». В каждой теме выделяются подтемы (название глав), а в ней — вопросы (параграфы). Структуру разделов, тем, подтем ученики могут изучить, ознакомившись с «Оглавлением» учебника, а вот их структурирование на основе методологического анализа отдельных компонентов знаний может осуществить только учитель. Такой методологический анализ содержания учебного материала помогут учителю осуществить пособия «Физика в таблицах и схемах» (В.А. Орлов, О.В. Янчевская, М.В. Потапова). Приведем в качестве примера логические графы структуры и содержания раздела («Квантовая физика») и темы («Электрический ток в среде») (см. с. 19–20). В них выделены такие структурные элементы знаний, как: средства описания (факты теоретические и экспериментальные, понятия, математические уравнения), принципы, модель материального объекта и средства, с помощью которых их можно изучить. Эти графы помогут учащимся не

только установить связи между отдельными элементами знаний, осуществить их генерализацию, но и более детально проанализировать ошибки, допускаемые при выполнении заданий на основе поэлементного и номерационного анализа структурных компонентов знаний.

Вторая причина имеет отношение к самой многобалльной системе оценивания знаний и умений учащихся в условиях единого государственного экзамена. Действительно, несмотря на эмпирический характер балльной оценки, все три типа валидности, описанные выше, подтверждаются этой системой измерений. Вместе с тем разработчики контрольно-измерительных материалов не раскрыли для учителя и ученика технологию начисления баллов на основе статистических критериев оценки качества учебной подготовки выпускников. Кроме того, многоуровневые задания не классифицированы применительно к учащимся классов разного профиля. Принимая во внимание вышеназванные недостатки, можно попытаться многобалльную (стобалльную) шкалу оценивания знаний, умений и навыков учащихся сделать технологически более прозрачной, применить для расчетов матричный метод. Этот метод позволил разработать стобалльную шкалу оценки критериальных заданий для трех уровней подготовки (обучения) учащихся (базовый, профильный и углубленного изучения), для трех уровней достижений учащихся (репродуктивный, конструктивный, продуктивный — эвристический, творческий).

В основу этой модели положен пошаговый метод. Суть его в следующем: стобалльную шкалу оценки знаний и умений учащихся разбивают на 8 шагов, каждый из которых соответствует отметкам «2», «3», «4», «5» на базовом уровне обучения; отметкам «4», «5» — на базовом уровне и профильном уровнях обучения (см. табл. 1). Одна восьмая от 100

Таблица 1

Матрица 100-балльной шкалы оценки для трех уровней подготовки (обучения) и трех уровней достижений учащихся

| № п/п | Уровень достижений учащихся | Уровень подготовки (обучения) учащихся | | | | | |
|-------|-----------------------------|--|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| | | Базовый уровень | | Профильный уровень | | Уровень углубленного изучения физики | |
| | | баллы | отметка | баллы | отметка | баллы | отметка |
| I | репродуктивный | 12–24 | <i>удовлет.</i> | 38–50 | <i>удовлет.</i> | 64–76 | <i>удовлет.</i> |
| II | конструктивный | 25–37 | <i>хорошо</i> | 51–63 | <i>хорошо</i> | 77–89 | <i>хорошо</i> |
| III | продуктивный | 38–50 | <i>отлично</i> | 64–76 | <i>отлично</i> | 90–100 | <i>отлично</i> |

Таблица 2

Пошаговый матричный метод оценивания знаний учащихся в профильной школе

| № п/п | Уровень обученности | Шаг | Оценка | Максимальная степень обученности, % | Баллы | Баллы по уровням достижений учащихся | | | ЕГЭ | |
|-------|--------------------------------------|-----|--------|-------------------------------------|--------|--------------------------------------|-----------------------|---------------------|--------|-------|
| | Уровень требований к знаниям | | | | | <i>репродуктивный</i> | <i>конструктивный</i> | <i>продуктивный</i> | оценка | баллы |
| 1 | | 1 | 2 | | < 12 | < 12 | | | | |
| 2 | Базовый уровень | 2 | 3 | 36 | 12–24 | 12–24 | < 38 | < 64 | 3 | 33–50 |
| | I – низкий | 3 | 4 | | 25–37 | 25–37 | | | | |
| | | 4 | 5 | | 38–50 | 38–50 | | | | |
| 3 | Профильный уровень | 4 | 3 | 64 | 38–50 | 38–50 | 38–50 | 4 | 51–67 | |
| | II – средний | 5 | 4 | | 51–63 | 51–63 | 4 | 51–67 | | |
| | | 6 | 5 | | 64–76 | 64–76 | 64–76 | 5 | 68–100 | |
| 4 | Уровень углубленного изучения физики | 7 | 4 | 100 | 77–89 | | 77–89 | | | |
| | III – высокий | 8 | 5 | | 90–100 | | 90–100 | | | |

баллов составляет примерно 12 баллов. Эта часть принята за минимальный уровень оценки знаний и умений учащихся. Если ученик набирает менее 12 баллов, то оценить его знания можно только отметкой «2». В 100-балльной шкале на 1% обученности приходится 1 балл. Таким образом, на оставшиеся 7 шагов прихо-

дится 88 баллов, что соответствует 13 баллам на каждый шаг стобальной шкалы. Учитывая все вышеописанное, пошаговый уровень оценивания знаний учащихся в профильной школе; а также пошаговый матричный метод оценивания знаний и умений учащихся по результатам выполнения разноуровневых

Факты теоретические и экспериментальные:
излучение абсолютно черного тела; гипотеза М. Планка; фотоэлектрический эффект; эффект Комптона; давление света; химическое действие света

Понятия:
квантование, дуализм, фотон, постоянная Планка, квант излучения, фотоэффект

Уравнения: $E = h\nu$, $h\nu = A_0 + \frac{mv^2}{2}$

Принципы:
• неопределенности
• дополнительности
• суперпозиции
• запрета (Паули)

Факты теоретические и экспериментальные:
опыты Девиссона и Джермера, Томсона; эксперименты Лауэ; гипотеза Луи де Бройля; дифракция электронов

Понятия:
корпускулярно-волновой дуализм, волна вероятности, длина и частота волны вероятности, волновая функция

Уравнения: $p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$, $\lambda = \frac{h}{p}$



Факты теоретические и экспериментальные:
планетарная модель атома Э. Резерфорда; модель атома водорода Н. Бора; опыты Франка и Герца; лазерное излучение

Понятия: спонтанное и вынужденное излучение, квантовые числа (главное, орбитальное, магнитное, спиновое), атомная орбиталь, квантованность энергии электронов в атоме

Уравнения: $\nu = R \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$

где $R = 3,293 \cdot 10^{15} \text{ c}^{-1}$; $n = 1, 2, 3, 4 \dots$;
 $m = n + 1, n + 2, \dots$

$R = \frac{me^4}{8h^3\epsilon_0^2}$, $E = -\frac{me^4}{8h^3\epsilon_0^2} \cdot \frac{1}{n^2}$, $\sum_{l=0}^{l=(n-1)} 2(2l+1) = 2n^2$

Постулаты Н.Бора

1. Электроны в атоме могут двигаться не по любым орбитам, а только по вполне определенному радиусу. На этих орбитах, получивших название *стационарных*, или *разрешенных*, момент импульса электрона кратен величине $\frac{h}{2\pi}$ ($mvr = n \frac{h}{2\pi}$)
2. Движение электрона по стационарным орбитам не сопровождается излучением и поглощением энергии
3. При переходе электрона с одной стационарной орбиты n на другую k излучается или поглощается энергия $h\nu$:
 $h\nu_{n,k} = E_n - E_k$

Факты экспериментальные:
Методы наблюдения и регистрации заряженных частиц: счетчик Гейгера, камера Вильсона, пузырьковая камера, метод толстослойных эмульсий

Понятия: распадное взаимодействие, захват, рассеяние, радиоактивность, радиоактивное превращение, физический вакуум, вторичное квантование, виртуальные частицы, взаимодействие частиц с вакуумом, фермионы, «цветные» кварки, бозоны, глюоны

Уравнения: $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$



критериальных заданий представлен в сравнении с ЕГЭ (см. табл. 2). Результаты, приведенные в таблице, свидетельствуют о том, что разработанная и апробированная технология оценивания знаний и умений учащихся по экспериментальной технологии хорошо согласуется с многобалльной шкалой оценивания результатов ЕГЭ. Вместе с тем она достаточно прозрачна для учителя и ученика и, что самое главное, она соотнесена с уровнями обученности учащихся, а также с уровнями требований к знаниям,

умениям и навыкам школьников. По этой технологии учителя в экспериментальном обучении оценивали знания и умения учащихся по всем предметам три раза в течение года при проведении контрольного тестирования в начале года (проверка остаточных знаний), полугодовое и годовое тестирование. Таким образом, ученики могли видеть результаты своих достижений в динамике, и, наконец, перед проведением ЕГЭ каждый выпускник мог реально прогнозировать результаты.

Общие подходы в подготовке к ЕГЭ по физике

Л.Б.ТРИФОНОВА

(Томский научно-методический центр)

Результаты единого государственного экзамена дают ценную информацию об овладении выпускниками проверяемым содержанием учебного предмета и помогают скорректировать программу обучения, направив усилия участников образовательного процесса на ликвидацию выявленных пробелов.

В 2006 г. ЕГЭ в Томске проводился в четвертый раз. В течение этих лет учителями города системно идет подготовительная работа к экзамену.

Наш опыт показывает, что прежде всего учителю необходимо **познакомиться со структурой и содержанием** контрольно-измерительных материалов, представленных в демоверсиях последних лет (например, размещенных на сайте ФИПИ: www.fipi.ru), сравнить их с содержанием программного материала и того учебника, по которому учатся школьники.

Так, например, в учебниках, соответствующих базовому уровню федерального компонента государственного стандарта, исключены такие темы, знания которых проверяются на едином экзамене по физике:

- статика,
- механические колебания,
- геометрическая оптика.

При появлении в печати или в сети демонстрационной версии предстоящего экзамена нужно обратить внимание на изменения, отраженные в спецификации. Так, в контрольно-измерительные материалы 2007 г. по сравнению с материалами 2006 г. внесены два существенных изменения.

Первое из них состоит в перераспределении заданий в первой части работы по тематическому признаку. Независимо от сложности (базовый или повышенный уровни) сначала будут следовать все задания по механике, затем по МКТ и термодинамике, электродинамике и, наконец, по квантовой физике.

Вторым изменением является целенаправленное введение заданий, проверяющих сформированность методологических умений. В 2007 г. задания А30 будут проверять умения анализировать результаты экспериментальных исследований, выраженных в виде таблицы или графика, строить графики по результатам эксперимента, а также понимание границ приме-

нимости физических законов и теорий.

После изучения учителем кодификаторов, спецификаций и КИМов необходимо перейти к планированию не только распределения содержания школьного курса физики по урокам, но и к разработке форм и способов оценки качества обучения по предмету.

Так, на этапе диагностики и проверки знаний учащимся лучше напрямую предложить контрольные работы в формате ЕГЭ. При анализе результатов получим не только список «провальных» тем, но и несформированных умений работы в формате ЕГЭ.

Для успешного выполнения заданий единого экзамена необходимо в обязательном порядке настроить выпускников на прочное запоминание основных физических законов и формул. Для этого можно на уроках регулярно проводить физические диктанты, игры «веришь — не веришь», в качестве домашнего задания составлять физические кроссворды и ребусы.

При решении всех типов задач учащимся должна даваться установка на внимательное прочтение задания, т.к. они часто не дочитывают задание, не замечают отрицательных частиц «не», не обращают внимания на единицы физических величин в тексте или на осях графиков. Школьников надо учить оценивать реальность полученных результатов. Также внимание учащихся обращается на важность получения и записи ответа на указанных единицах измерения.

Как показывают аналитические материалы результатов ЕГЭ по физике [1], у выпускников должны быть более тщательно отработаны следующие умения, необходимые для выполнения заданий в формате ЕГЭ:

- округление ответа с указанной в задании точностью;

- правильное использование понятия «абсолютная величина»;
- использование единиц Международной системы СИ в расчетных формулах;
- использование кратных и дольных приставок;
- знание и применение тригонометрических функций при решении физических задач.

И наконец, для подготовки учащихся к выполнению заданий уровня «В» желательно познакомить учащихся с требованиями к записи ответа в бланке, а для подготовки к уровню «С» — со следующими критериями оценивания [2].

1. Решение, представленное экзаменуемым в своей работе, может содержать отдельные элементы решения (например, среди разрозненно записанных уравнений), не приводящие к получению ответа. В подобных случаях решение оценивается в соответствии со степенью полноты и правильности согласно критериям образцового решения. Если записи не содержат логически связного решения, то решение оценивается «0».

2. Правильное решение с правильно записанными исходными формулами, корректно проведенными алгебраическими преобразованиями и вычислениями, но с ошибкой в записи ответа (определение порядка величины, переход от простой дроби к десятичной и т.п.) оценивается двумя баллами из трех возможных.

Литература

1. Демидова М.Ю. Аналитический отчет по результатам ЕГЭ по физике в 2006 г. // Физика в школе. — 2006. — № 8; 2007. — № 1–2.
2. Нурминский А.И. Оценивание в ЕГЭ решений задач с развернутым ответом // Физика в школе. — 2006. — № 6.

вать различные по содержанию работы снимает проблему шаблонности заданий, их схожести, позволяет учителю индивидуализировать процесс тестирования. К мультимедийным средствам относятся и электронные учебники. Элект-

ронные учебники «Физика — 10–11» (для гуманитарных профилей) Ю.И.Дика, Л.Э.Генденштейна, Л.А.Кирика позволили учащимся в кратчайшие сроки активизировать знания, развить физическую интуицию.

Проект

Модель единого государственного экзамена по физике в 2009 г.

С 2009 г. единый государственный экзамен становится обязательным элементом итоговой аттестации выпускников средней школы и отбора абитуриентов в высшие учебные заведения.

Одновременно должна осуществляться переориентация контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по физике на проверку требований Стандарта среднего (общего) образования по физике, принятого в 2004 г. (Приказ Минобрнауки России № 1089 от 05.03.2004 г.). В связи с этим была разработана новая модель единого государственного экзамена по физике.

Контрольно-измерительные материалы для единого государственного экзамена по физике разрабатываются с 2001 г. В 2002 г. была принята модель экзаменационной работы, состоящая из трех частей, которые различались как формой представления заданий, так и уровнем их сложности. Первая часть работы включала задания с выбором ответа базового и повышенного уровня. Вторая часть состояла из заданий с кратким ответом, которые представляли собой расчетные задачи повышенного уровня, после решения которых необходимо было записать ответ в виде числа. Третья часть представляла собой расчетные задачи высокого уровня сложности, в качестве ответа к которым необходимо было привести развернутое решение. Эта модель экзаменационной работы существует до настоящего времени.

Поскольку ЕГЭ по физике является экзаменом по выбору выпускников и рассчитан, в основном, на тех учащихся, которые собираются поступать в высшие учебные заведения, где физика является одним из приемных испытаний, то для конструирования Кодификатора и Перечня видов деятельности был выбран Стандарт среднего (полного) образования по физике профильного уровня.

По Федеральному базисному учебному плану профильному уровню изучения физики соответствует учебная нагрузка не менее 5 ч в неделю в течение двух лет обучения. Понимая сложность полноценной организации профильного обучения по физике в школах с малым числом классов-комплектов и принимая во внимание сложившийся опыт преподавания физики по различным вариативным учебно-методическим комплектам, было решено ориентировать уровень сложности контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по физике на изучение предмета с недельной нагрузкой 4–5 ч в неделю. При этом в общеобразовательных классах рекомендуется выделять на изучение физики на базовом уровне 3 ч в неделю, а тем учащимся, которые собираются поступать в технические вузы, предоставить возможность «добрать» необходимый до профильного уровня объем часов в рамках специального элективного курса.

Конструирование кодификатора ЕГЭ, соответствующего профильному уровню

Стандарта, осуществлялось с учетом следующих условий.

1. Элементы содержания, входящие в кодификатор ЕГЭ, соответствуют дидактическим единицам, перечисленным в Обязательном минимуме содержания образования Стандарта. В кодификатор не включались элементы, выделенные в Стандарте курсивом, как не подлежащие итоговой проверке.

2. Элементы содержания, изложенные в части «Практическая деятельность», а также элементы (понятия, явления, законы, теории и т.п.), перечисленные в разделе «Требования к уровню подготовки выпускников», использовались для уточнения и более детальной характеристики соответствующих дидактических единиц.

3. Распределение содержания Стандарта по элементам кодификатора производилось исходя из «объемности» входящих в данный элемент понятий и возможности их проверки в условиях письменного тестового контроля знаний.

Перечень видов деятельности составлялся на основе операционализации требований, изложенный в разделе Стандарта «Требования к уровню подготовки выпускников». В процессе его анализа были исключены те виды деятельности, которые невозможно проверить в условиях массовой письменной проверки, и те, проверка которых была признана нецелесообразной в рамках итоговой аттестации и вступительных испытаний в высшие учебные заведения. В итоге были отобраны следующие виды деятельности, на проверку которых должны быть ориентированы задания ЕГЭ по физике:

- владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики;
- решение задач различного типа и уровня сложности;
- владение основами знаний о методах научного познания;

- освоение экспериментальных умений.

Степень освоения **экспериментальных умений** (проводить измерения, наблюдения или опыты) может быть проверена только при работе учащихся на реальном физическом оборудовании. Объединение проверки экспериментальных умений с традиционной формой единого экзамена была признана технологически нецелесообразной. Поэтому было предложено проведение дополнительных испытаний в рамках специально организованной процедуры в дополнительное время.

Разработка модели экзамена 2009 г. учитывала результаты проведенного **тестологического** анализа уже существующего банка тестовых заданий ЕГЭ по физике. В целом задания с выбором ответа удовлетворяют поставленным целям. Однако в этой группе среди заданий базового уровня практически не встречаются простые задания репродуктивного уровня, напрямую проверяющие знание основных определений, понятий, формул и т.п. Кроме того, не всегда удовлетворяют предъявляемым требованиям и задания, проверяющие понимание формул и законов на качественном уровне. Для такого рода вопросов невозможно конструирование качественных заданий с выбором ответа.

Использование расчетных задач в качестве заданий с кратким ответом выявило ряд сложностей: сильная зависимость от правильности арифметических расчетов и использования лишь указанных на титульном листе значений физических постоянных, невнимательность при переводе единиц физических величин и записи ответа в требуемом формализованном виде.

Поэтому было решено перевести расчетные задачи повышенного уровня (ранее использовавшиеся в качестве заданий с кратким ответом) в первую часть

работы в задания с выбором ответа. Во второй же части работы использовать задания на соответствие и проверять с их помощью те виды деятельности, задания для которых не конструируются в виде заданий с выбором ответа.

Содержательный анализ по видам деятельности показал явный недостаток в КИМах ЕГЭ заданий, проверяющих понимание смысла физических явлений, а также качественных задач по физике. Поэтому последовало логичное увеличение доли заданий, проверяющих эти виды деятельности в первой части работы, а также добавление в третью часть одной качественной задачи с развернутым ответом.

Анализ временных затрат, необходимых для выполнения 40 заданий ныне существующей экзаменационной работы по физике, показал необходимость либо увеличения времени на выполнение работы, либо уменьшения числа заданий, включаемых в вариант. Было решено изменить количество заданий до 35, уменьшив при этом не только число заданий в первой части работы, но и сократить третью часть работы на одну расчетную задачу с развернутым ответом.

В рамках работы по совершенствованию структуры и содержания КИМов по физике была разработана технология проверки экспериментальных умений в рамках специально организованной процедуры на базе муниципальных диагностических центров (МДЦ). Такие диагностические центры создаются на базе опорных школ в рамках сетевой организации профильного обучения. В ходе эксперимента разработаны три модели муниципальных диагностических центров для различных типов населенных пунктов (город, поселок городского типа, село). Предусматривается круглогодичная работа МДЦ в консультационном режиме.

Проверка уровня сформированности умений проводится в апреле–мае муниципальными предметными комиссиями,

которые формируются муниципальными органами образования по согласованию с региональными Министерствами образования и являются частью региональной предметной комиссии.

В рамках научно-методического обеспечения эксперимента создан и апробирован специальный набор тематических комплектов лабораторного оборудования «ЕГЭ-лаборатория» (комплекты созданы Подмосковным филиалом РНПО «Росучприбор» на базе оборудования, включенного в Федеральный перечень оборудования кабинета физики).

При разработке комплекта были учтены специфика проведения процедуры проверки, особенности проверки выполнения заданий, специальные требования к надежности оборудования. Наборы, входящие в «ЕГЭ-лабораторию», позволяют предметной комиссии ЕГЭ по физике конструировать большое количество экспериментальных заданий разного уровня сложности (базовый, повышенный, высокий) и проверять уровень овладения выпускниками различными видами деятельности.

* * *

Единый государственный экзамен по физике в 2009 г. предполагается проводить в следующих формах:

1. Экзаменационная работа по физике. Профильный уровень (см. «Демонстрационный вариант 2009 г. Профильный уровень»).

2. Экзаменационная работа по физике. Проверка экспериментальных умений (см. «Демонстрационный вариант 2009 г. Проверка экспериментальных умений по физике»).

Структура и содержание контрольно-измерительных материалов ЕГЭ 2009 г.

Экзаменационная работа по физике профильного уровня предназначена для

выпускников XI (XII) классов общеобразовательных учреждений, изучавших школьный курс физики на профильном уровне, и призвана оценить их общеобразовательную подготовку с целью государственной (итоговой) аттестации и отбора выпускников для поступления в средние специальные и высшие учебные заведения, в которых физика является одним из профильных предметов. ЕГЭ по физике является экзаменом по выбору выпускника и проводится в виде письменной экзаменационной работы.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из трех частей и включает 35 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержит 25 заданий с выбором ответа. Их обозначение в работе: A1; A2; ... A25. К каждому заданию приводится 4 варианта ответа, из которых верен только один. Часть 2 содержит 5 заданий, к которым требуется дать краткий ответ. Их обозначение в работе: B1; B2; ... B5. В экзаменационной работе предложены задания на установление соответствия позиций, представленных в двух множествах. Часть 3 содержит 5 заданий, для которых необходимо привести развернутый ответ. Их обозначение в работе: C1; C2; ... C5.

В экзаменационной работе проверяются знания и умения из следующих разделов (тем) курса физики: **механика** (кинематика, динамика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны); **молекулярная физика** (МКТ, термодинамика, свойства паров, жидкостей и твердых тел); **электродинамика** (электростатика, постоянный ток, ток в различных средах, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, элементы СТО); **квантовая физика** (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра); **строение Вселенной**.

Общее количество заданий в экзаменационной работе по каждому из разде-

лов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению и учебному времени, отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

Экзаменационная работа разрабатывается исходя из необходимости проверки **различных** видов деятельности. В зависимости от формы, задания, проверяющие различные виды деятельности, распределены в работе следующим образом:

- владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики (понимание смысла физических понятий, моделей, явлений, величин, законов, принципов, постулатов) — 22 задания (17 с выбором ответа и 5 с кратким ответом);
- владение основами знаний о методах научного познания — 2 задания (с выбором ответа);
- решение задач различного типа и уровня сложности — 11 заданий (6 с выбором ответа и 5 с развернутым ответом).

Задания базового уровня включены в первую часть работы (17 заданий с выбором ответа) и во вторую часть (3 задания с кратким ответом). Это простые задания, проверяющие усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов. Задания повышенного уровня распределены между первой частью работы (8 заданий с выбором ответа) и второй частью (2 задания с кратким ответом) и направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умение решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики.

Пять заданий третьей части являются заданиями высокого уровня сложности и проверяют умение использовать законы и теории физики в измененной или но-

вой ситуации. Выполнение таких заданий требует применения знаний сразу из двух-трех разделов физики, т.е. высокого уровня подготовки. Эти задания отражают уровень требований к вступительным экзаменам в вузы. Включение в третью часть работы сложных заданий различной трудности позволяет дифференцировать учащихся при отборе в вузы с различными требованиями к уровню подготовки.

На выполнение всей экзаменационной работы отводится 210 мин.

Задание с выбором ответа считается выполненным, если выбранный экзаменуемым номер ответа совпадает с верным ответом. Все задания первой части работы оцениваются в 1 балл. Задание с кратким ответом считается выполненным, если записанный в бланке №1 ответ совпадает с верным ответом. Все задания второй части оцениваются от 0 до 2 баллов. Задания В1–В5 оцениваются в 2 балла, если верно указаны все три элемента ответа, в 1 балл, если правильно указаны один или два элемента, и в 0 баллов, если в ответе отсутствуют элементы правильного ответа.

Максимальный первичный балл за задания третьей части работы зависит от типа задания и составляет от 2 до 4 баллов: С1 — 2 балла, С2–С4 — 3 балла, С5 — 4 балла. Задание с развернутым ответом оценивается двумя экспертами с учетом правильности и полноты ответа. К каждому заданию приводится подробная инструкция для экспертов, в которой указывается, за что выставляется каждый балл — от нуля до максимального балла.

За выполнение экзаменационной работы выставляются две оценки: аттестационная по 5-балльной шкале и тестовая по 100-балльной. Обе оценки подсчитываются на основе баллов, выставленных за выполнение всех заданий работы, и фиксируются в аттестате и сертификате для поступления в вузы соответственно.

Модель контрольно-измерительных материалов по проверке экспериментальных умений

Экзаменационная работа по проверке экспериментальных умений по физике является дополнительным испытанием по выбору выпускника и может быть использована для корректировки результатов государственной (итоговой) аттестации и для конкурсного отбора выпускников при поступлении в средние специальные и высшие учебные заведения.

Экзаменационная работа по проверке экспериментальных умений проводится в течение апреля месяца, в дни, определенные Приказом Рособнадзора о сроках проведения ЕГЭ. Экзаменационная работа проводится в специальных диагностических центрах, оснащенных комплектами «ЕГЭ-лаборатория».

Ввод процедуры проведения дополнительного испытания по проверке экспериментальных умений по физике осуществляется постепенно по мере готовности региональных диагностических центров.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из четырех заданий С1–С4, к которым необходимо дать развернутый ответ, отразив в нем все проделанные эксперименты. Задания различаются видами деятельности и уровнем сложности. Каждое задание относится к одному из разделов школьного курса физики: механике, молекулярной физике, электродинамике или оптике.

Экзаменационная работа по проверке экспериментальных умений разрабатывается на основе шести различных типов экспериментальных заданий:

- 1) прямые и косвенные измерения физических величин;
- 2) сравнение рассчитанных числовых значений физических величин с результатами их измерений;

3) наблюдение и объяснение явлений;
4) проверка статуса предложенных гипотез;

5) построение графика эмпирической зависимости одной физической величины от другой;

6) проведение исследования по проверке зависимостей между физическими величинами.

При этом формулировки заданий конструируются исходя из необходимости проверки следующих видов деятельности.

1. Формулировать цель проведения (выдвигать гипотезы) опыта или наблюдения.

2. Определять порядок проведения опыта или наблюдения в зависимости от поставленной цели.

3. Выбирать измерительные приборы и оптимальный набор оборудования в зависимости от поставленной цели исследования, собирать экспериментальную установку.

4. Проводить прямые измерения физических величин и записывать их результаты с учетом абсолютной погрешности измерений.

5. Оценивать (в простейших случаях) погрешности косвенных измерений (с учетом имеющихся формул в справочных данных) и в соответствии с указаниями.

6. Представлять результаты исследования в виде таблицы (с учетом абсолютной погрешности измерений).

7. Представлять результаты исследования в виде графика (с учетом абсолютной погрешности измерений).

8. Делать выводы на основе полученных в опыте или наблюдении результатов.

9. Объяснять полученные результаты на основе известных физических явлений, законов, теорий.

10. Выполнять расчеты с учетом приближенного характера исходных данных.

В экзаменационной работе проверяются экспериментальные умения на основе материала из следующих разделов (тем) курса физики:

1. **Механика** (кинематика, динамика, элементы статики, законы сохранения в механике, механические колебания).

2. **Молекулярная физика** (МКТ, термодинамика, свойства паров, жидкостей и твердых тел).

3. **Электричество** (постоянный ток, ток в различных средах, магнитное поле, электромагнитная индукция).

4. **Оптика** (геометрическая и волновая оптика).

В экзаменационной работе представлены задания разного уровня сложности: базового, повышенного и высокого. При этом в каждом варианте используется два задания базового уровня, одно задание повышенного уровня и одно задание высокого уровня.

Примерное время на выполнение отдельных заданий колеблется в зависимости от их сложности и составляет от 15 до 40 мин. На выполнение всей экзаменационной работы отводится 120 мин.

Максимальный первичный балл за задания работы зависит от типа задания и составляет от 2 до 4 баллов.

Все задания экзаменационной работы оцениваются двумя экспертами с учетом правильности и полноты ответа. К каждому заданию приводится подробная инструкция для экспертов, в которой на основе поэлементного анализа указывается, за что выставляется каждый балл — от нуля до максимального балла. В экзаменационном варианте в тексте каждого задания указываются требования к оформлению ответов.

За выполнение экзаменационной работы выставляется тестовая оценка по 20-балльной шкале, которая подсчитывается на основе баллов, выставленных

за выполнение всех заданий работы. Оценка по 20-балльной шкале фиксируется в сертификате, который может быть использован для поступления в вуз.

Если выпускник участвовал в ЕГЭ по физике, то его аттестационная оценка по 5-балльной шкале, полученная по результатам экзамена, может быть повышена при условии, что его сумма баллов по 100-балльной шкале ЕГЭ и по 20-балльной шкале для данного испытания попадает в соответствующий интервал, указанный в таблице пересчета баллов в оценки¹.

Каждый экзаменуемый обеспечивает комплект оборудования в соответствии с требованиями экзаменационной работы. Для проведения расчетов используется непрограммируемый калькулятор (на каждого ученика).

Работа проводится с использованием специально сконструированного комплекта оборудования «ЕГЭ-лаборатория». Один комплект состоит из четырех тематических наборов: «Механика», «Молекулярная физика», «Электродинамика» и «Оптика».

¹ Например, если выпускник получил по результатам ЕГЭ 48 баллов по 100-балльной шкале (что соответствует отметке «3») и по результатам экзаменационной работы по проверке экспериментальных умений получил 12 баллов по 20-балльной шкале, то его итоговая аттестационная отметка по ЕГЭ может быть увеличена на 1 балл: $48 + 12 = 60$ баллов, что попадает в интервал «52–70 баллов», соответствующий отметке «4».

Каждый из тематических наборов состоит из двух блоков. Первый — комплексный тематический блок, соответствующий разделу курса, отраженному в названии. Оборудование этого блока предназначено для конструирования задания С4 высокого уровня сложности. Второй блок — мини-набор оборудования по трем разделам курса, не включенного в комплексный тематический блок. Оборудование мини-наборов предназначено для выполнения заданий базового и повышенного уровней. Кабинет диагностического центра, рассчитанный на 16 рабочих мест, обеспечивается 4 комплектами «ЕГЭ-лаборатория», т.е. 16 наборами — по четыре набора по каждому разделу.

На экзамене в аудитории находится специалист по физике, обеспечивающий выполнение требований к проведению экзаменационной работы и соблюдение мер безопасного труда. Специалисту по физике не разрешается отвечать на вопросы учащихся, связанные с выполнением заданий.

При разработке КИМ по проверке экспериментальных умений ЕГЭ 2009 г. используется несколько планов. В его основу положен принцип формирования в соответствии с проверяемыми видами деятельности. Эквивалентность вариантов экзаменационной работы обеспечивается одинаковой средней сложностью различных вариантов КИМ по проверке экспериментальных умений.

Демонстрационный вариант 2009 г.

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 мин). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 5 заданий (С1–С5), на которые требуется дать развернутый ответ.

При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор. Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается один или более баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

| Наименование | Обозначение | Множитель | Наименование | Обозначение | Множитель |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| гига | Г | 10^9 | санти | с | 10^{-2} |
| мега | М | 10^6 | милли | м | 10^{-3} |
| кило | к | 10^3 | микро | мк | 10^{-6} |
| гекто | г | 10^2 | нано | н | 10^{-9} |
| деци | д | 10^{-1} | пико | п | 10^{-12} |

Константы

| | |
|--|---|
| число π | $\pi = 3,14$ |
| ускорение свободного падения на Земле | $g = 10 \text{ м/с}^2$ |
| гравитационная постоянная | $G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$ |
| газовая постоянная | $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$ |
| постоянная Больцмана | $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$ |
| постоянная Авогадро | $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ |
| скорость света в вакууме | $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ |
| коэффициент пропорциональности в законе Кулона | $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$ |
| элементарный заряд | $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ |
| постоянная Планка | $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ |

Соотношение между различными единицами

| | |
|--------------------------------------|---|
| температура | $0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$ |
| атомная единица массы | $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ |
| 1 атомная единица массы эквивалентна | $931,5 \text{ МэВ}$ |
| 1 электронвольт | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ |

Масса частиц

| | |
|-----------|--|
| электрона | $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$ |
| протона | $1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$ |
| нейтрона | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$ |

Плотность

| | | | |
|-------------------------|------------------------|----------------|-------------------------|
| воды ----- | 1000 кг/м ³ | алюминия ----- | 2700 кг/м ³ |
| древесины (сосна) ----- | 400 кг/м ³ | меди ----- | 8900 кг/м ³ |
| парафина ----- | 900 кг/м ³ | ртути ----- | 13600 кг/м ³ |

Удельная

| | |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| теплоемкость воды ----- | 4,2 · 10 ³ Дж/(кг · К) |
| теплоемкость алюминия ----- | 900 Дж/(кг · К) |
| теплоемкость железа ----- | 640 Дж/(кг · К) |
| теплоемкость меди ----- | 380 Дж/(кг · К) |
| теплоемкость свинца ----- | 130 Дж/(кг · К) |
| теплота парообразования воды ----- | 2,3 · 10 ⁶ Дж/кг |
| теплота плавления свинца ----- | 2,5 · 10 ⁴ Дж/кг |
| теплота плавления льда ----- | 3,3 · 10 ⁵ Дж/кг |

Нормальные условия ----- давление 10⁵ Па, температура 0°С

Молярная масса

| | | | |
|----------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| азота ----- | 28 · 10 ⁻³ кг/моль | кислорода ----- | 32 · 10 ⁻³ кг/моль |
| аргона ----- | 40 · 10 ⁻³ кг/моль | лития ----- | 6 · 10 ⁻³ кг/моль |
| водорода ----- | 2 · 10 ⁻³ кг/моль | молибдена ----- | 96 · 10 ⁻³ кг/моль |
| воздуха ----- | 29 · 10 ⁻³ кг/моль | неона ----- | 20 · 10 ⁻³ кг/моль |
| гелия ----- | 4 · 10 ⁻³ кг/моль | углекислого газа ----- | 44 · 10 ⁻³ кг/моль |

ЧАСТЬ 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A25) поставьте знак «×» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 На рисунках изображены графики зависимости модуля ускорения от времени для разных видов движения. Какой график соответствует равноускоренному движению?

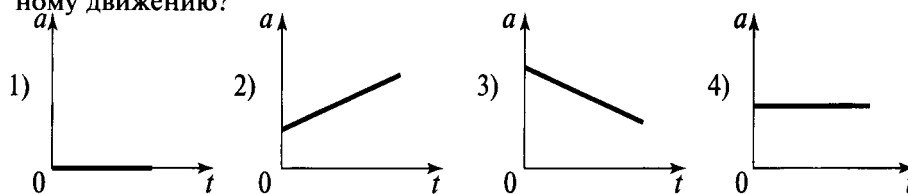


Рис. 1

A2 Самолет летит по прямой с постоянной скоростью на высоте 9000 м. Системе отсчета, связанную с Землей, считать инерциальной. В этом случае

- 1) на самолет не действует сила тяжести
- 2) на самолет не действуют никакие силы
- 3) сумма всех сил, действующих на самолет, равна нулю
- 4) сила тяжести равна силе Архимеда, действующей на самолет

A3 Два маленьких шарика массой m каждый, когда расстояние между их центрами равно r , притягиваются друг к другу с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $3m$, масса другого $\frac{m}{3}$, а расстояние между их центрами $3r$?

- 1) $\frac{F}{3}$ 2) $\frac{F}{9}$ 3) $3F$ 4) $9F$

A4 При растяжении пружины на $0,1$ м в ней возникает сила упругости, равная $2,5$ Н. Определите потенциальную энергию этой пружины при растяжении на $0,08$ м.

- 1) 25 Дж 2) $0,16$ Дж 3) $0,08$ Дж 4) $0,04$ Дж

A5 Если массу груза математического маятника увеличить в 4 раза, то период его малых свободных колебаний

- 1) увеличится в 4 раза
2) увеличится в 2 раза
3) уменьшится в 4 раза
4) не изменится

A6 Брусок массой $M = 300$ г соединен с бруском массой $m = 200$ г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок (см. рисунок). Чему равно ускорение брусков? Трением пренебречь.

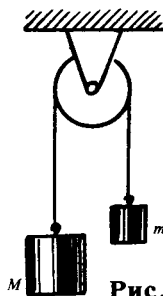


Рис. 2

- 1) 6 м/с² 2) 2 м/с² 3) 3 м/с² 4) 4 м/с²

A7 Пластиновый шар массой $0,1$ кг имеет скорость 1 м/с. Он налетает на неподвижную тележку массой $0,1$ кг, прикрепленную к пружине, и прилипает к тележке. Чему равна полная механическая энергия системы при ее дальнейших колебаниях? Трением пренебречь.

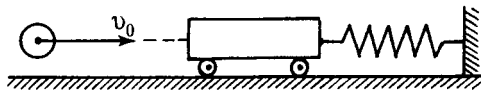


Рис. 3

- 1) $0,025$ Дж 2) $0,05$ Дж 3) $0,5$ Дж 4) $0,1$ Дж

A8 При температуре T_0 и давлении p_0 1 моль идеального газа занимает объем V_0 . Каков объем 2 моль газа при том же давлении p_0 и температуре $2T_0$?

- 1) $4V_0$ 2) $2V_0$ 3) V_0 4) $8V_0$

- A9** При одной и той же температуре насыщенный водяной пар в закрытом сосуде отличается от ненасыщенного пара
- 1) концентрацией молекул
 - 2) скоростью движения молекул
 - 3) средней энергией хаотичного движения молекул
 - 4) отсутствием примеси посторонних газов

- A10** На рисунке показаны графики четырех процессов изменения состояния идеального газа. Изохорным нагреванием является процесс

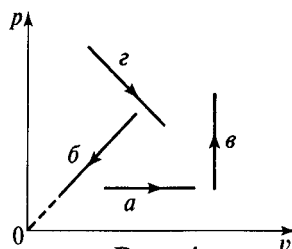


Рис. 4

- 1) а 2) б 3) в 4) г

- A11** Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. При этом
- 1) газ совершил работу 400 Дж
 - 2) газ совершил работу 200 Дж
 - 3) над газом совершили работу 400 Дж
 - 4) над газом совершили работу 100 Дж

- A12** Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда, имеющего температуру 0°C. Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада 30°C. Сколько целых кубиков надо бросить в лимонад, чтобы установилась температура 15°C? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость лимонада такая же, как у воды.
- 1) 9 2) 25 3) 32 4) 4

- A13** Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных зарядов, если расстояние между ними уменьшить в 2 раза?
- 1) увеличится в 2 раза
 - 2) уменьшится в 2 раза
 - 3) увеличится в 4 раза
 - 4) уменьшится в 4 раза

- A14** Через участок цепи (см. рисунок) течет постоянный ток $I = 4$ А. Что показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.

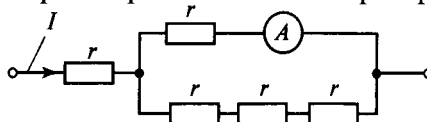


Рис. 5

- 1) 1 А 2) 2 А 3) 3 А 4) 1,5 А

- A15** К магнитной стрелке (северный полюс затемнен, см. рисунок), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси, перпендикулярной плоскости чертежа, поднесли постоянный полосовой магнит. При этом стрелка



Рис. 6

- 1) повернется на 90° против часовой стрелки
- 2) повернется на 90° по часовой стрелке
- 3) повернется на 180°
- 4) останется в прежнем положении

- A16** На рисунке показаны два способа вращения проволочной рамки в однородном магнитном поле, линии индукции которого идут из плоскости чертежа. Вращение происходит вокруг оси MN . Ток в рамке

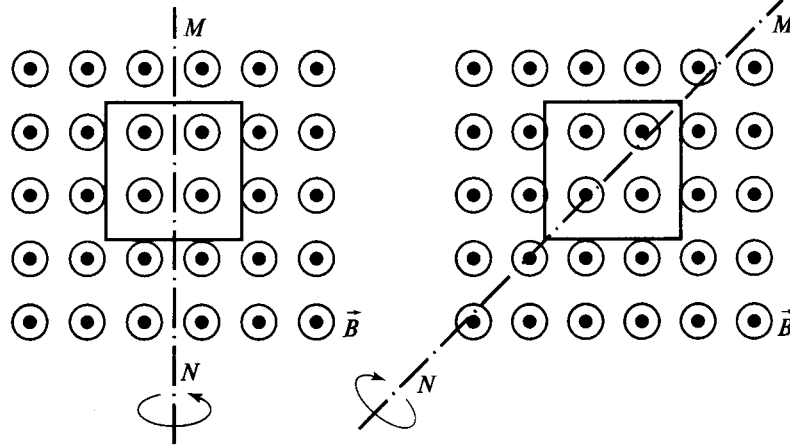


Рис. 7

- 1) существует в обоих случаях
- 2) не существует ни в одном из случаев
- 3) существует только в первом случае
- 4) существует только во втором случае

- A17** В какой из точек, показанных на рисунке (1, 2, 3 или 4), будет находиться изображение пламени свечи (S), создаваемое собирающей линзой?

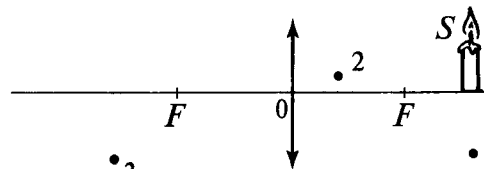


Рис. 8

- 1) в точке 1
- 2) в точке 2
- 3) в точке 3
- 4) в точке 4

- A18** Электрическая цепь состоит из источника тока и резистора. На рисунке показан график зависимости силы тока в цепи от сопротивления резистора. Чему равно внутреннее сопротивление источника тока?

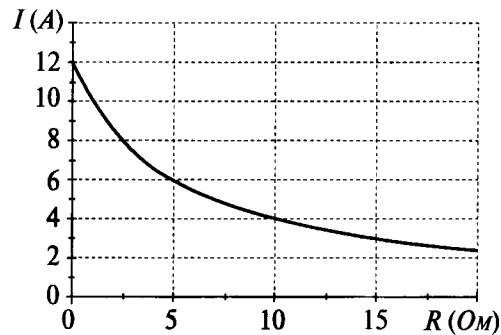


Рис. 9

- 1) 12 Ом 2) 5 Ом 3) 0,5 Ом 4) 0,4 Ом
- A19** На дифракционную решетку, имеющую период $2 \cdot 10^{-5}$ м, падает нормально параллельный пучок белого света. Спектр наблюдается на экране за решеткой на расстоянии 2 м от нее. Каково расстояние между красным и фиолетовым участками спектра первого порядка (первой цветной полоски на экране), если длины волн красного и фиолетового света примерно равны соответственно $8 \cdot 10^{-7}$ м и $4 \cdot 10^{-7}$ м? Считать $\sin \varphi = \operatorname{tg} \varphi$.
- 1) 4 см 2) 8 см 3) 1 см 4) 0,4 м
- A20** В каком из перечисленных ниже диапазонов электромагнитных излучений энергия фотонов имеет наименьшее значение?
- 1) рентгеновское излучение
2) ультрафиолетовое излучение
3) видимый свет
4) инфракрасное излучение
- A21** Модель атома Э.Резерфорда описывает атом как
- 1) однородное электрически нейтральное тело очень малого размера
2) шар из протонов, окруженный слоем электронов
3) сплошной однородный положительно заряженный шар с вкраплениями электронов
4) положительно заряженное малое ядро, вокруг которого движутся электроны
- A22** Период полураспада некоторого радиоактивного изотопа равен 1 месяцу. За какое время изначально большое число ядер этого изотопа уменьшится в 32 раза?
- 1) 3 месяца 2) 4 месяца 3) 5 месяцев 4) 6 месяцев
- A23** Работа выхода электронов для исследуемого металла равна 3 эВ. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, вылетающих из металлической пластинки под действием света, длина волны которого состав-

ляет $\frac{2}{3}$ длины волны, соответствующей красной границе фотоэффекта для этого металла?

- 1) $\frac{2}{3}$ эВ 2) $\frac{3}{2}$ эВ 3) 1 эВ 4) 2 эВ

A24

Экспериментально исследовалась зависимость времени закипания некоторого количества воды от мощности кипятильника. По результатам измерений построен график, приведенный на рисунке. Какой вывод можно сделать по результатам эксперимента?

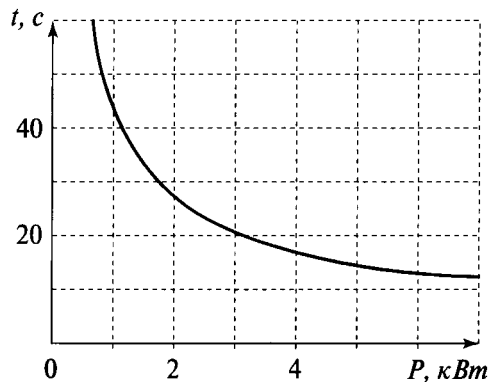


Рис. 10

- 1) Время нагревания прямо пропорционально мощности нагревателя
- 2) С ростом мощности нагревателя вода нагревается быстрее
- 3) Мощность нагревателя с течением времени уменьшается
- 4) Теплоемкость воды равна 4200 Дж/(кг·°С)

A25

В лаборатории исследовалась зависимость напряжения на обкладках конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений представлены в таблице.

| | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| q, мкКл | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |
| U, кВ | 0,5 | 1,5 | 3,0 | 3,5 | 3,8 |

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

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

ЧАСТЬ 2

В заданиях В1–В5 на установление соответствия к каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Затем получившуюся последовательность цифр перенесите в бланк ответов № 1 без пробелов и других символов. (Цифры в ответе могут повторяться.)

В1 Материальная точка движется с постоянной скоростью по окружности радиусом R . Как изменятся перечисленные в первом столбце физические величины, если скорость точки увеличится?

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ИХ ИЗМЕНЕНИЕ |
|-----------------------------------|-----------------|
| А) Угловая скорость | 1) увеличится |
| Б) Центробежное ускорение | 2) уменьшится |
| В) Период обращения по окружности | 3) не изменится |

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

В2 Установите соответствие между названием физической величины и формулой, по которой ее можно определить.

| НАЗВАНИЕ | ФОРМУЛА |
|---|---------------------------------|
| А) Количество теплоты, необходимое для нагревания тела | 1) $\frac{Q}{m}$ |
| Б) Удельная теплота плавления кристаллического вещества | 2) $q \cdot \Delta T$ |
| В) Количество теплоты, выделяемое при сгорании топлива | 3) $\frac{Q}{m \cdot \Delta T}$ |
| | 4) $c \cdot m \cdot \Delta T$ |
| | 5) $q \cdot m$ |

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

В3 Плоский воздушный конденсатор зарядили до некоторой разности потенциалов и отключили от источника тока. Как изменятся перечисленные в первом столбце физические величины, если пластины конденсатора раздвинуть на некоторое расстояние?

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ИХ ИЗМЕНЕНИЕ |
|---|-----------------|
| А) Заряд на обкладках конденсатора | 1) увеличится |
| Б) Емкость конденсатора | 2) уменьшится |
| В) Энергия электрического поля конденсатора | 3) не изменится |

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

В4 Установите соответствие между типом ядерной реакции и уравнением ядерной реакции.

| ТИП РЕАКЦИИ | УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ |
|----------------------------------|--|
| А) α -распад | 1) ${}_{92}^{235}\text{Al} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{90}^{232}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$ |
| Б) β -распад | 2) ${}_{94}^{239}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{235}\text{U} + {}_2^4\text{He}$ |
| В) Реакция термоядерного синтеза | 3) ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$ |
| | 4) ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{40}^{97}\text{Zr} + {}_{52}^{137}\text{Te} + 2{}_0^1\text{n}$ |
| | 5) ${}_{82}^{209}\text{Pb} \rightarrow {}_{83}^{209}\text{Bi} + {}_{-1}^0\text{e}$ |

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

В5 Установите соответствие между телами Солнечной системы и их характеристиками

| ТЕЛО | ХАРАКТЕРИСТИКА |
|-----------|---|
| А) Венера | 1) Наличие гидросферы |
| Б) Луна | 2) Наличие большого числа спутников |
| В) Юпитер | 3) Отсутствие атмосферы |
| | 4) Наличие на поверхности гор вулканического типа |
| | 5) Смена времен года |

| А | Б | В |
|---|---|---|
| | | |

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1

ЧАСТЬ 3

Задания С1–С5 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 (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

В задаче С1 следует записать развернутые ответы на оба задания (вопроса).

- С1** Проволочное кольцо окунули в мыльный раствор и расположили вертикально. При освещении мыльной пленки красным монохроматическим светом в проходящем свете наблюдаются чередующиеся красные (светлые) и темные горизонтальные полосы. При освещении пленки солнечным светом в проходящем свете наблюдаются горизонтальные цветные полосы.
- 1) Назовите наблюдаемое явление и объясните, при каком условии образуются в первом случае светлые (красные) полосы.
 - 2) Объясните, почему во втором случае в красный цвет окрашены нижние части цветных полос.

Полное правильное решение каждой из задач С2–С4 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- С2** Нить маятника длиной $l = 1$ м, к которой подвешен груз массой $m = 0,1$ кг, отклонена на угол α от вертикального положения и отпущена. Сила натяжения нити T в момент прохождения маятником положения равновесия равна 2 Н. Чему равен угол α ?
- С3** В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится газ, который может просачиваться сквозь зазор вокруг поршня. В опыте по изотермическому

сжатия газа его объем уменьшился вдвое, а давление газа упало в 3 раза. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в цилиндре? (Газ считать идеальным.)

- C4** К однородному медному цилиндрическому проводнику на 15 с приложили разность потенциалов 1 В. Какова длина проводника, если его температура при этом повысилась на 10 К? Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. (Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.)

Полное правильное решение задачи C5 должно включать комментарии, поясняющие выбор законов или формул, запись законов и формул, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

- C5** Ядро покоящегося нейтрального атома, находясь в однородном магнитном поле индукцией 0,50 Тл, испытывает α -распад. При этом рождаются α -частица и тяжелый ион нового элемента. Трек тяжелого иона находится в плоскости, перпендикулярной направлению магнитного поля. Начальная часть трека напоминает дугу окружности радиусом 78 см. Выделившаяся при α -распаде энергия 7,44 МэВ целиком переходит в кинетическую энергию продуктов реакции. Найдите модуль отношения заряда к массе $\left| \frac{q}{M} \right|$ для тяжелого иона.

Инструкция по проверке и оценке работ учащихся по физике

Часть 1

| № задания | Ответ | № задания | Ответ |
|-----------|-------|-----------|-------|
| A1 | 4 | A14 | 3 |
| A2 | 3 | A15 | 1 |
| A3 | 2 | A16 | 1 |
| A4 | 3 | A17 | 4 |
| A5 | 4 | A18 | 2 |
| A6 | 2 | A19 | 1 |
| A7 | 1 | A20 | 4 |
| A8 | 1 | A21 | 4 |
| A9 | 1 | A22 | 3 |
| A10 | 3 | A23 | 2 |
| A11 | 2 | A24 | 2 |
| A12 | 4 | A25 | 3 |
| A13 | 3 | | |

Часть 2

| № задания | Ответ |
|-----------|-------|
| B1 | 112 |
| B2 | 415 |
| B3 | 321 |
| B4 | 253 |
| B5 | 432 |

Часть 3

Критерии оценки выполнения заданий с развернутым ответом

Решения заданий С1–С5 части 3 (с развернутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 4 баллов.

С1

Образец возможного решения

Элементы ответа:

1) Указано, что в опыте наблюдается явление интерференции света. Приведено объяснение образования интерференционного максимума: максимум образуется в тех местах пленки, где разность хода волны, отраженной от двух поверхностей пленки, и волны, прошедшей пленку без отражений, достигает четного числа полуволн. (Либо это объяснение приведено в виде рисунка и соответствующей формулы.)

2) Указано, что толщина пленки увеличивается книзу. Поэтому условие интерференционного максимума для нижней части цветных полос будет выполняться для видимого света с максимальной длиной волны, т.е. красного.

| Критерии оценки выполнения задания | Баллы |
|--|-------|
| Приведены оба элемента правильного ответа | 2 |
| Приведены оба элемента правильного ответа, но допущено не более одной ошибки ИЛИ Приведен только один элемент правильного ответа | 1 |
| Приведен только один элемент правильного ответа, но в нем допущена ошибка | 0 |
| Максимальный балл | 2 |

С2

Образец возможного решения

На основании второго закона Ньютона ускорение, вызванное суммой действующих на груз сил тяжести и натяжения нити, при прохождении положения равновесия равно центростремительному ускорению: $a = \frac{V^2}{l} = \frac{1}{m}(T - mg)$.

По закону сохранения механической энергии для груза маятника (за начало отсчета потенциальной энергии выбрано нижнее положение груза): $mgL(1 - \cos\alpha) = \frac{mV^2}{2}$.

Ответ в общем виде и численной форме: $\cos\alpha = \frac{3}{2} - \frac{F}{2mg} = \frac{1}{2}$, $\alpha = \arccos \frac{1}{2} = 60^\circ$.

| Критерии оценки выполнения задания | Баллы |
|---|-------|
| <p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении — второй закон Ньютона, формула для центростремительного ускорения, закон сохранения механической энергии);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p> | 3 |
| <p>— Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены преобразования, приводящие к ответу.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</p> | 2 |
| <p>— В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчеты.</p> <p>ИЛИ</p> <p>— Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в ОДНОЙ из них допущена ошибка.</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).</p> | 0 |

C3

Образец возможного решения

Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна его температуре и числу молей газа. Запишем уравнение Клапейрона–Менделеева: $pV = \nu RT$ (p — давление газа, V — объем сосуда, R — газовая постоянная, T — температура газа, ν — число молей газа). Из него видно, что произведение νT пропорционально произведению

pV . Значит, согласно условиям задачи, внутренняя энергия газа (как и произведение pV) уменьшилась в 6 раз.

Ответ: $E_{\text{вн}}$ уменьшилась в 6 раз.

C4

Образец возможного решения

Количество теплоты согласно закону Джоуля–Ленца:

$$Q = \frac{U^2}{R} t. \quad (1)$$

Это количество теплоты затратится на нагревание проводника:

$$Q = cm\Delta T, \quad (2)$$

где масса проводника $m = \rho l S$

(S — площадь поперечного сечения проводника).

$$\text{Сопrotивление проводника: } R = \frac{\rho_{\text{эл}} l}{S}. \quad (4)$$

$$\text{Из (1)–(4) получаем: } l = \frac{U^2 t}{\sqrt{c\rho\rho_{\text{эл}}\Delta T}} \approx 5,1\text{ м.}$$

C5

Образец возможного решения

Ядро атома первоначально покоится, поэтому суммарный импульс продуктов реакции будет равен нулю. По условию задачи суммарная кинетическая энергия продуктов реакции равна ΔE . Поэтому законы сохранения энергии и импульса для

$$\alpha\text{-распада ядра покоящегося нейтрального атома: } \begin{cases} \frac{m_{\alpha} v^2}{2} + \frac{Mu^2}{2} = \Delta E, \\ m_{\alpha} \vec{v} + M\vec{u} = 0. \end{cases}$$

В магнитном поле под действием силы Лоренца ион начинает двигаться по дуге окружности. Уравнение движения тяжелого иона с зарядом $q = -2e$ в магнитном

$$\text{поле: } \frac{Mu^2}{R} = 2|euB|.$$

$$\text{Решая систему трех уравнений, получаем: } \Delta E = \frac{(2eBR)^2}{2m_{\alpha}} \cdot \left(1 + \frac{m_{\alpha}}{M}\right),$$

$$\text{откуда } \left| \frac{q}{M} \right| = \left| \frac{2e}{M} \right| = \frac{2|e|}{m_{\alpha}} \cdot \left[\frac{2m_{\alpha}\Delta E}{(2eBR)^2} - 1 \right] \approx 9 \cdot 10^5 \text{ Кл/кг}$$

| Критерии оценки выполнения задания | Баллы |
|--|-------|
| <p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) приведены комментарии к использованию законов сохранения энергии и импульса, движения частицы в магнитном поле, верно записаны формулы, выражающие физические законы, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном решении — законы сохранения энергии и импульса, второй закон Ньютона и формулы расчета центростремительного ускорения и силы Лоренца);</p> | 4 |

| | |
|--|---|
| 2) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному ответу, и представлен ответ. | |
| — Представлено правильное решение, но не приведены комментарии к использованию законов. ИЛИ — Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчетов. | 3 |
| — Правильно записаны необходимые формулы, записан правильный ответ, но не представлены комментарии к использованию законов и преобразования, приводящие к ответу. ИЛИ — В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу, и не представлены комментарии к использованию законов. | 2 |
| — В решении содержится ошибка в <u>необходимых</u> математических преобразованиях, отсутствуют комментарии к использованию законов и какие-либо числовые расчеты. ИЛИ — Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи, или в <u>ОДНОЙ</u> из них допущена ошибка. | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.). | 0 |

**Экзаменационная работа
по проверке экспериментальных умений по физике**

Демонстрационный вариант 2009 г.

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по проверке экспериментальных умений по физике отводится 2 часа (120 минут).

Работа состоит из 4 заданий (С1–С4), на которые требуется дать развернутый ответ после проведения необходимых измерений, опытов или наблюдений. В ответе необходимо записать все элементы, указанные в условии задания.

При выполнении заданий значение физических величин следует выражать в тех единицах физических величин, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

В каждом из тематических наборов комплекта «ЕГЭ-лаборатория» имеется перечень всех приборов и оборудования, в котором их названия сопровождаются фотографиями (рисунками).

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям вы сможете вернуться, если у вас останется время.

За выполнение различных по сложности заданий дается от 2 до 4 баллов. Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

Перед выполнением работы ознакомьтесь с предложенным Вам комплектом оборудования и Правилами безопасного труда при работе с данным оборудованием. На бланке ответов необходимо поставить подпись, которая подтверждает, что Вы ознакомлены с Правилами безопасного труда.

Желаем успеха!

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

Десятичные приставки

| Наименование | Обозначение | Множитель | Наименование | Обозначение | Множитель |
|--------------|-------------|-----------|--------------|-------------|------------|
| гига | Г | 10^9 | санти | с | 10^{-2} |
| мега | М | 10^6 | мили | м | 10^{-3} |
| кило | к | 10^3 | микро | мк | 10^{-6} |
| гекто | г | 10^2 | нано | н | 10^{-9} |
| деци | д | 10^{-1} | пико | п | 10^{-12} |

Константы

| | |
|---|--|
| число π ----- | $\pi = 3,14$ |
| ускорение свободного падения на Земле ----- | $g = 10 \text{ м/с}^2$ |
| газовая постоянная ----- | $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ |
| постоянная Авогадро ----- | $N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$ |
| скорость света в вакууме ----- | $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$ |
| заряд электрона ----- | $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ |
| постоянная Планка ----- | $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ |

Нормальные условия: давление 10^5 Па ; температура 0°C .

Плотность

| Наименование вещества | Значение |
|--|-----------------------------------|
| Вода ----- | $(1000,0 \pm 0,5) \text{ кг/м}^3$ |
| Древесина ----- | $(400,0 \pm 0,5) \text{ кг/м}^3$ |
| Алюминий ----- | $(2700,0 \pm 0,5) \text{ кг/м}^3$ |
| Железо ----- | $(7870,0 \pm 0,5) \text{ кг/м}^3$ |
| Медь ----- | $(8900,0 \pm 0,5) \text{ кг/м}^3$ |
| Воздух (при нормальных условиях) ----- | $(1,30 \pm 0,05) \text{ кг/м}^3$ |

Удельная теплоемкость

| Наименование вещества | Значение |
|-----------------------|--|
| Вода ----- | $(4,20 \pm 0,05) \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ |
| Алюминий ----- | $(900,0 \pm 0,5) \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ |
| Железо ----- | $(640,0 \pm 0,5) \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ |
| Медь ----- | $(380,0 \pm 0,5) \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ |

Удельное сопротивление

| Наименование вещества | Значение |
|-----------------------|--------------------------------------|
| Нихром | $(1,10 \pm 0,05) \cdot 10^{-6}$ Ом·м |
| Вольфрам | $(5,50 \pm 0,05) \cdot 10^{-8}$ Ом·м |
| Никелин | $(4,20 \pm 0,05) \cdot 10^{-7}$ Ом·м |

Молярная масса

| Наименование вещества | Значение |
|-----------------------|--|
| Воздух | $(29,0 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| Алюминий | $(27,0 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$ кг/моль |

Основные (максимальные) абсолютные погрешности средств измерения, входящих в состав наборов комплекта «ЕГЭ-лаборатория», с учетом погрешности отсчета

Погрешность отсчета не превосходит половины цены деления, если показания округляются до ближайшего значения.

| Наименование прибора | Погрешность измерения |
|---|---|
| Амперметр с пределом измерения 1 А, класс точности 2,5 Сопротивление амперметра 0,007 Ом | 0,02 А |
| Амперметр с пределом измерения 2 А, класс точности 2,5 Сопротивление амперметра 0,04 Ом | 0,05 А |
| Вольтметр с пределом измерения 6 В, класс точности 2,5 Сопротивление вольтметра 5 кОм | 0,2 В |
| Динамометр с пределом измерения 4 Н | 0,1 Н |
| Манометр с пределом измерения 300 мм рт.ст. | 4 мм рт.ст. |
| Барометр БР-52: в пределах измерения 740–760 мм рт.ст. в пределах измерения 720–740 и 760–780 мм рт.ст. | 5 мм рт.ст. или 700 Па 8 мм рт.ст. или 1000 Па |
| Секундомер электронный | 0,01 с |
| Мерный цилиндр | 2 мл |
| Шприц | 1 мл |
| Термометр | 1°С |
| Масса груза по механике | 2 г |

Задания С1–С4 представляют собой экспериментальные задания, при выполнении которых следует воспользоваться необходимым лабораторным оборудованием. Для записи ответов к заданиям (С1–С4) используйте бланк ответов. Запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем полное решение. При оформлении решения необходимо отразить ответы на все элементы, указанные в задании. Укажите сначала номер элемента в задании, а затем запишите ответ на него.

Все задания варианта выполняются с использованием набора «Электричество» комплекта «ЕГЭ-лаборатория».

- C1** Проверьте на опыте, меняется ли направление индукционного тока, возникающего в проволочной катушке, в зависимости от того, какой из полюсов магнита приближается к ней. Используйте небольшую проволочную катушку и миллиамперметр, присоединенный к ней (см. рис.), а также постоянный магнит.

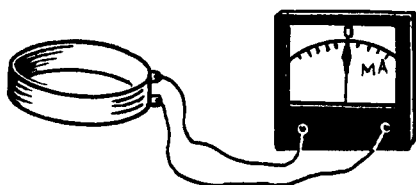


Рис. 11

В бланке ответов:

- 1) Сделайте схематичный рисунок экспериментальной установки и кратко опишите ход опыта.
- 2) Сформулируйте вывод по результатам проведенного опыта.

- C2** Измерьте атмосферное давление и температуру воздуха. Рассчитайте с использованием результатов проведенных измерений плотность воздуха.

В бланке ответов:

- 1) Запишите измеренные значения давления и температуры воздуха с учетом абсолютной погрешности измерений.
- 2) Обоснуйте способ измерения плотности воздуха, применяемый Вами, и выведите формулу для расчета плотности воздуха по известным значениям давления и температуры.
- 3) Представьте расчеты плотности воздуха и ее численное значение.

- C3** Используя источник тока, лампочку, экран с щелью, прозрачный полуцилиндр и транспортир, соберите экспериментальную установку для изучения явления преломления света в полуцилиндре. При настройке оптической схемы добейтесь такого расположения ее элементов, чтобы штрих транспортира, соответствующий углу падения, совпадал с геометрической осью падающего пучка.

Получив пучок света с использованием экрана с щелью и лампочки, наблюдайте явление преломления света на плоской границе прозрачного полуцилиндра при угле падения $\alpha_1 = 30^\circ$ и измерьте угол преломления β_1 по штриху транспортира, расположенного внутри пучка.

На основе результатов измерения выполните *предварительный* расчет угла преломления β_2 при угле падения $\alpha_2 = 60^\circ$.

Проверьте на опыте результаты расчета с учетом того, что в опыте используются достаточно широкие пучки. Целесообразно сравнить угловую ширину пучка с погрешностью транспортира. С учетом такого сравнения и нужно выполнять оценку достоверности экспериментального подтверждения ваших расчетов.

В бланке ответов:

- 1) Зарисуйте схему экспериментальной установки и запишите результат измерения угла β_1 .

- 2) Запишите закон, на основе которого вы рассчитали β_2 и результат расчета β_2 .
- 3) Укажите границы преломленного пучка при угле падения 60° и вывод о степени достоверности опытной проверки результатов расчета угла преломления.

C4 При уменьшении сопротивления реостата в электрической цепи, представленной на рисунке, будет увеличиваться сила тока I и меняться напряжение (разность потенциалов) U на полюсах источника тока. Выведите формулу, которая показывает, как будет изменяться напряжение на полюсах источника при изменении силы тока.

Подберите необходимые приборы и оборудование для исследования зависимости U от I и проведите исследование не менее чем для четырех измерений.

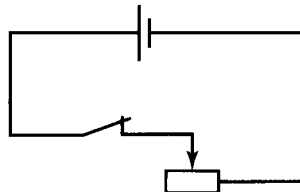


Рис. 12

В бланке ответов:

- 1) Начертите схему используемой в исследовании электрической цепи с включенными в нее амперметром и вольтметром.
- 2) Запишите вывод формулы зависимости U от I и укажите законы, которыми вы пользовались.
- 3) Результаты измерений изобразите на графике зависимости $U(I)$, отметьте абсолютные погрешности ΔU и ΔI каждого измерения, для чего масштабы по осям выберите в соответствии со шкалами приборов.
- 4) Запишите, соответствует ли характер полученной зависимости U от I выведенной вами формулы.

Общие критерии оценки выполнения заданий

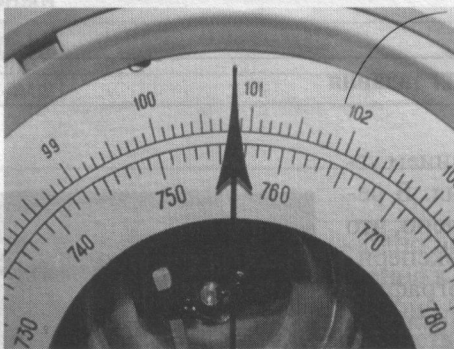
Решения заданий C1–C4 оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 4 баллов.

C1

| Критерии оценки выполнения задания | Баллы |
|---|-------|
| <p>Элементы ответа:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Представлен схематичный рисунок опыта с указанием направления движения магнита (или катушки) и обозначены полюса магнита. 2. Сделан вывод о том, что при изменении полюса приближающегося к катушке конца магнита изменяется направление индукционного тока в катушке. | |
| <p>Ответ включает все названные выше элементы и не содержит ошибок</p> | 2 |

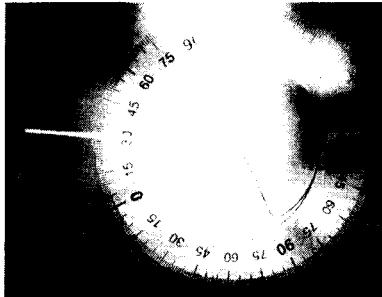
| | |
|---|---|
| Ответ включает один из приведенных выше элементов (описан только ход опыта или сделано лишь утверждение об изменении индукционного тока) или один из элементов содержит ошибку. | 1 |
| Ответ неправильный | 0 |
| Максимальный балл | 2 |

C2

| Критерии оценки выполнения задания | Баллы |
|---|-------|
| <p>Элементы ответа:</p> <p>1. Эксперт опирается на те измерения давления и температуры, которые снимаются специалистом, находящимся в аудитории во время проведения работы. <i>Комментарий.</i> Давление воздуха измеряется при помощи барометра БР-52 из комплекта «ЕГЭ-лаборатория». Для случая, зафиксированного на фотографии, верным признается любой отсчет от 755 до 758 мм рт.ст. (от 100700 до 100900 Па). Для случая, зафиксированного на фотографии, верной может быть запись: $P = 757 \text{ мм рт.ст.} \pm 5 \text{ мм рт.ст.}; P = (100800 \pm 700) \text{ Па}$.</p>  <p style="text-align: center;">Рис. 13</p> <p>Температура воздуха должна быть указана с учетом погрешности термометра и записана по шкале Цельсия или Кельвина. Например: $t = (20 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$ или $T = (293 \pm 1) \text{ К}$.</p> <p>2. Указано на возможность использования уравнения Клайперона–Менделеева $\frac{PV}{T} = \frac{m}{M} R$ для оценки плотности воздуха и выведена формула $\rho = \frac{PM}{RT}$.</p> <p>3. Представлены вычисления плотности воздуха и получено численное значение с указанием единиц измерения. Например, для указанных выше значений давления и температуры должно быть признан-</p> | |

| | |
|--|---|
| <p>ным верным любое значение плотности, полученное учеником из интервала от</p> $\rho_1 = \frac{100100 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 294} = 1,18 \text{ (кг/м}^3\text{)} \text{ до } \rho_2 = \frac{100500 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 292} = 1,21 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$ | |
| <p>Ответ выключает все названные выше элементы и не содержит ошибок</p> | 3 |
| <p>Ответ включает только два из приведенных выше элементов ИЛИ Ответ содержит все три элемента, но в них допущено не более двух ошибок (при проведении расчетов, при записи показаний приборов)</p> | 2 |
| <p>Ответ включает только один из приведенных выше элементов ИЛИ Ответ содержит все три элемента, но в них допущено три ошибки (при выводе формулы, проведении расчетов, при записи показаний приборов)</p> | 1 |
| <p>Ответ неправильный</p> | 0 |
| <p>Максимальный балл</p> | 3 |

С3

| Критерии оценки выполнения задания | Баллы |
|---|--|
| <p>Элементы ответа:</p> <p>1. Выполнен чертёж с указанием углов падения и преломления. В результате измерений определено, что угол $\beta_1 \approx 20^\circ$. Результаты эксперимента приведены на фотографии. Основная причина резкого отличия результатов, полученных учеником, от показанных на фотографии, вероятнее всего, связана с неверной установкой полуцилиндра на круговом транспортире.</p> <p>2. Приведена запись закона преломления в форме:</p> $\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = n; \frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2} = n \text{ или } \frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \beta_2}.$ <p>Выполнен расчет: $\frac{\sin 30^\circ}{\sin 20^\circ} = \frac{\sin 60^\circ}{\sin \beta_2}.$</p> <p>Найдено, что $\beta_2 = 36^\circ$.</p> |  <p style="text-align: center;">Рис. 14</p> |

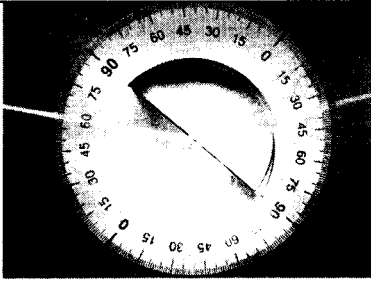
| | | |
|--|--|--|
| <p>3. Указано, что эксперимент подтвердил расчеты, т.к. границы преломленного пучка $34^\circ + 38^\circ$ и штрих транспортира, соответствующий $\beta_2 = 36^\circ$, оказывается внутри преломленного пучка. Приведена фотография эксперимента.</p> |  | |
| <p>Ответ исключает все названные выше элементы и не содержит ошибок</p> | <p>3</p> | |
| <p>Ответ включает только два из приведенных выше элементов ИЛИ Ответ содержит все три элемента, но в них допущено не более двух ошибок (при проведении расчетов, при записи показаний приборов)</p> | <p>2</p> | |
| <p>Ответ включает только один из приведенных выше элементов ИЛИ Ответ содержит все три элемента, но в них допущено три ошибки (при выводе формулы, проведении расчетов, при записи показаний приборов, формулировке вывода)</p> | <p>1</p> | |
| <p>Ответ неправильный</p> | <p>0</p> | |
| <p>Максимальный балл</p> | <p>3</p> | |

Рис. 15

C4

| Критерии оценки выполнения задания | Баллы |
|---|-------|
| <p>1. Начерчена схема, в которой правильно указано подключение амперметра, а вольтметр подключен непосредственно к источнику тока. 2. Приведен вывод формулы $U = \epsilon - Ir$ из закона Ома для полной цепи. (Может быть и другое обоснование: мощность UI, выделяемая на резисторе, равна разности мощностей сторонних и тепловых потерь внутри источника: I^2r.) <i>Комментарий.</i> Может быть приведено обоснование того, что напряжение возрастает с ростом тока со ссылкой на закон Ома для однородного участка $U = Ir$. Это предположение оценивается баллом «0». Но если после проведения измерений тестируемый делает вывод об ошибочности первоначального предположения, то этап 4 оценивается в 1 балл. 3. Построен график с указанием абсолютных погрешностей измерения, найденных по справочным таблицам в начале варианта. Полоса возможных результатов, которые могут быть получены учащимися при использовании ВУ-4М, обозначена на рисунке, приведенном ниже, номером «I»; номером «II» обозначена на рисунке полоса возможных результатов, полученных с использованием источника тока «Школьник-В».</p> | |

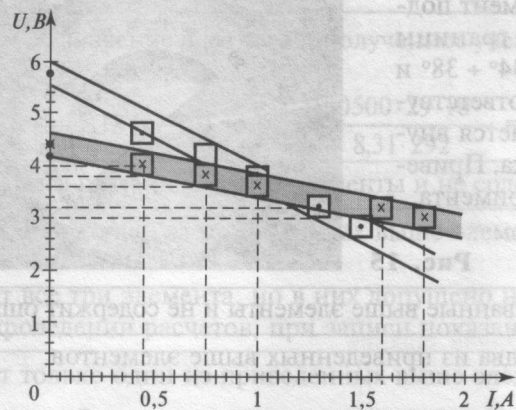


Рис. 16

| | |
|---|---|
| <p>4. Сформулирован вывод, подтверждающий выдвинутую гипотезу</p> | |
| <p>Ответ включает все названные выше элементы и не содержит ошибок</p> | 4 |
| <p>Ответ включает три из перечисленных выше элементов ИЛИ Ответ содержит все четыре элемента, но в них допущено не более одной ошибки (при формулировке гипотезы, при записи показаний приборов, записи погрешностей измерений, построении графика или формулировке вывода)</p> | 3 |
| <p>Ответ включает только два из приведенных выше элементов ИЛИ Ответ содержит все четыре элемента, но в них допущено не более двух ошибок (при формулировке гипотезы, при записи показаний приборов, записи погрешностей измерений, построении графика или формулировке вывода) ИЛИ Ответ содержит три элемента, но в них допущено не более одной ошибки (при формулировке гипотезы, при записи показаний приборов, построении графика)</p> | 2 |
| <p>Ответ включает только один из приведенных выше элементов ИЛИ Ответ содержит два и более элемента, но в них допущено три ошибки (при формулировке гипотезы, при записи показаний приборов, построении графика)</p> | 1 |
| <p>Ответ неправильный</p> | 0 |
| <p>Максимальный балл</p> | 4 |

Демидова М.Ю., Никифоров Г.Г.,
Нурминский А.И., Грибов В.А.
(г. Москва)

Простые демонстрационные опыты на уроках физики

З.З.ШАКУРОВ

(Республика Марий Эл, Параньгинский р-н, Куракинская школа)

Я работаю в своей школе с 1989 г. На уроках часто приходится применять различные демонстрационные опыты, часть из которых придумываю сам. При этом стараюсь, чтобы они были простые, достаточно наглядные и не требовали много времени на постановку. Некоторые из них хочу предложить вниманию читателей.

Взаимодействие заряженных тел. По этой теме в методической литературе рекомендуются «капризные опыты» с заряженными палочками. Я предлагаю использовать три полоски одинаковой ширины, вырезав две из них из полиэтиленовой пленки (например, из обложки для тетрадей), а одну — из бумаги (из листа тетради). Полоски надо сложить в такой последовательности: пленка — бумага — пленка. Затем сложенные таким образом полоски нужно пропустить между пальцев. Они электризуются. Отделив полоски друг от друга, демонстрирую взаимодействия одинаково заряженных тел (пленка и пленка) и разноименно заряженных тел (пленка и бумага). Опыт получается эффектным при любой влажности воздуха, и его проведение не отнимает много времени.

Постоянный и переменный электрический ток. В VIII классе ученики изучают тему «Электромагнит и его применение». В учебнике приводится схема электрического звонка, работающего на постоянном токе, с принудительным размыкателем электрической цепи электромагнита. Если для питания электромагнита звонка применять переменный электрический ток, то электрическая схема упроща-

ется. Но перед этим ученики должны четко представить себе различие между постоянным и переменным электрическим током. Как, не используя осциллограф (не везде в школах остались большие демонстрационные осциллографы) и не тратя времени на разбор синусоиды и косинусоиды (это же VIII класс), наглядно продемонстрировать различие между постоянным и переменным электрическим током?

При объяснении я использую следующие простые, но очень наглядные демонстрации.

1. *Постоянный ток.* К клеммам «+» и «-» источника тока ВС24М подключаем гальванометр. (В н и м а н и е: регулятор напряжения должен находиться на самом минимальном положении.) Меняем полюса и делаем вывод: гальванометр показывает не только численное значение силы тока, но и его направление. Попутно обращаем внимание учеников на тот факт, что сила тока может быть и равна нулю (когда цепь разомкнута). Не отключая источника тока, показания гальванометра сравниваем с показанием гальванометра в том случае, когда используется источник переменного тока.

2. *Переменный ток.* К клеммам «5 Ом» звукового генератора подключаем другой гальванометр от вольтметра. (Я обычно использую частоту чуть меньше 20 Гц.) Сравнивая показания первого и второго гальванометров, ученики делают вывод.

После этих демонстраций учащиеся сами легко дают определения постоянного и переменного токов.

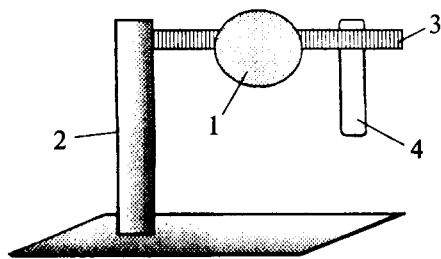


Рис. 1

Применение электромагнита. При объяснении этой темы я пользуюсь самодельной моделью электрического звонка (рис. 1, где 1 — модель демонстрационного электромагнита, 2 — деревянный штатив, 3 — стальной якорь, 4 — звонковая чаша, например пробирка) и моделью электромагнитного реле (рис. 2, где 5, 6 — контактные клеммы, 7 — деревянная линейка, 8 — лампочка).

В первом случае электромагнит 1 питается от звукового генератора, а во втором — от источника постоянного тока

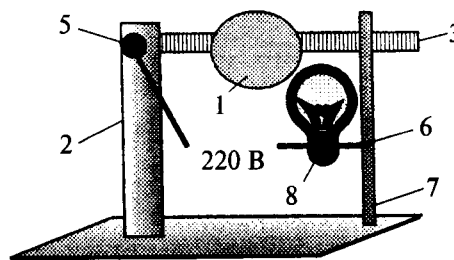


Рис. 2

ВС24М (лампочку 8 напрямую не подключаем к источнику, а линейку 7 делаем подвижным контактным реле).

После этой демонстрации я обычно показываю действие самодельной светомызыкальной установки, основным элементом которой является реле.

Возможно, предложенные мной демонстрационные эксперименты не являются новыми и где-то описаны в литературе, но я «дошел» до них сам и рад поделиться своим опытом с другими учителями.

Демонстрации поверхностных свойств жидкости

Г.Ф. СИНИЦЫН

(г. Саранск, Мордовский государственный педагогический институт им. М.Е.Евсеева)

Отдельные опыты, иллюстрирующие поверхностные свойства жидкости, описаны в учебной литературе (например, в работах [1-4]). В дополнение к ним нами предлагаются следующие сравнительно простые, но достаточно эффектные эксперименты по указанной тематике, не требующие при своей постановке дефицитного оборудования и материалов.

Поступательное движение плавающих тел при изменении поверхностного натяжения воды. На предметный стол графопроектора устанавливают стеклянную чашку Петри с налитой в нее водой. На конец спички (с отломанной головкой) наматывают немного ваты, которую слегка смачивают жидким моющим

средством «Ферри» (оно используется для мытья посуды), и пинцетом осторожно опускают спичку на поверхность воды. Спичка стремительно перемещается по водной поверхности. Учащимся следует объяснить, что указанное моющее средство представляет собой поверхностно-активное вещество (ПАВ), уменьшающее поверхностное натяжение воды. Поэтому спичка движется в направлении чистой водной поверхности перпендикулярно границе ее раздела с водным раствором ПАВ.

Опыт можно провести и без графопроектора с сохранением нормальной видимости. Для этого предварительно из пенопласта острым ножом вырезают не-

большой параллелепипед («кораблик») размерами примерно $20 \times 20 \times 40$ мм. Нос «кораблика» заостряют, а к нижней части его «кормы» припиливают с помощью английской булавки или небольшого гвоздика клочок ваты. Вату смачивают моющим средством и опускают «кораблик» на поверхность воды в большую плоскую кювету, после чего он сразу начинает движение. Если клочок ваты припилить ближе к одному из «бортов», сместить относительно оси «кораблика», то последний будет совершать по воде круговое движение. Для лучшей видимости опыта в пенопласт можно вертикально воткнуть еще одну английскую булавку или спичку с легким цветным флажком из папиросной бумаги.

При проведении этих опытов, как правило, не возникает никаких проблем. Однако в случае необходимости повторения эксперимента следует использовать другие (заранее приготовленные) принадлежности, так как после опыта на них остается пленка ПАВ, которая может привести к неудаче. Сказанное относится также к экспериментам, описанным ниже. (Требования к чистоте воды, посуды и других принадлежностей в подобных опытах всегда считались крайне важными и необходимыми.)

Вращение плавающих тел под воздействием ПАВ. Опыт вновь проводят с помощью графопроектора. Предварительно из пищевой алюминиевой фольги ножницами вырезают шайбу (ее внешний диаметр равен примерно 20 мм, внутренний составляет 10–12 мм) с прорезью, как показано на рис. 1, а. Затем шайбу проглаживают, придав ей плоскую форму, и осторожно опускают на поверхность воды в чашке Петри. Обращают внимание учащихся на то, что шайба, удерживаемая силами поверхностного натяжения воды, не тонет. После этого касаются поверхности воды в центре шайбы кончиком спички, смоченным в

мыльном растворе. Шайба сразу начинает вращаться вокруг своей оси, что можно объяснить следующим образом. Раствор жирового мыла (являющегося типичным ПАВ) концентрируется и с достаточно большой скоростью распределяется в основном в поверхностном слое воды. Вытекающий из прорези шайбы мыльный раствор создает силу реакции, которая с учетом расположения прорези и создает вращающий момент.

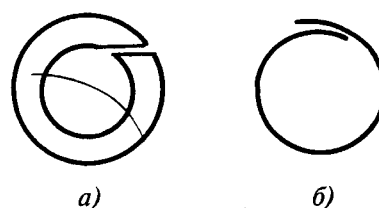


Рис. 1

Описанный опыт проще и удобнее проводить с незамкнутым кольцом (рис. 1, б), изготовленным из коры дерева. Для этого с молодой ветки дерева (лучше ветлы) снимают кору, вырезают из нее (отрезав вдоль волокон) полоску шириной около 5 мм, сворачивают в спираль и, зафиксировав в таком положении тонкой проволокой или скотчем, сушат в течение нескольких часов при повышенной температуре. После такой обработки у полоски сохраняется форма спирали. Вырезают один виток (диаметром 15–20 мм) спирали (см. рис. 1, б), опускают его пинцетом на поверхность воды и наблюдают эффект вращения витка.

Изменение поверхностного натяжения воды. Предлагаем 3 варианта опыта.

1. Из деревянных реек или из пенопласта изготавливают подставку, показанную на рис. 2. Чтобы она была устойчива, ее стойки должны иметь ширину примерно 100 мм, а высоту — около 40 мм. Если подставка пенопластовая, поперечина к ее стойкам крепится английскими булавками или металлическими шпильками. Ее можно дополнительно закрепить скотчем.

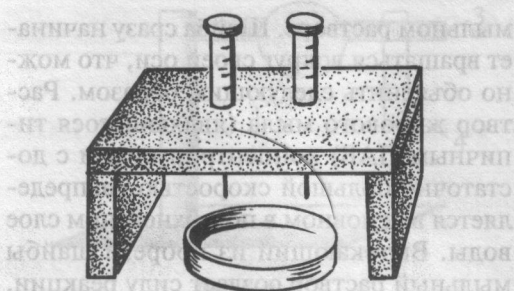


Рис. 2

Для проведения опыта необходимы два одноразовых медицинских шприца вместимостью 2 мл с тонкими иглами. Шприцы без поршней устанавливают вертикально в отверстиях поперечины (см. рис. 2). В два стаканчика с носиками надо заранее налить чистую воду и раствор моющего средства (в концентрации 1 капля средства на стакан воды). Воду и раствор ПАВ для лучшей видимости опыта нужно подкрасить отваром красной столовой свеклы. Под шприцами между стойками подставки помещают емкость подходящего размера для сбора жидкости.

В один из шприцов наливают чистую воду, а в другой — ПАВ. Жидкости каплями вытекают из шприцов. При этом чистая вода капает медленнее, а некоторое ее количество вообще не вытекает, что зависит от диаметра иглы шприца. В другом шприце жидкость через некоторое время вытекает полностью. Объясняют учащимся, что поверхностное натяжение чистой воды на конце иглы препятствует ее дальнейшему истечению несмотря на гидростатическое давление столба оставшейся в шприце жидкости. В отличие от чистой воды раствор ПАВ имеет более низкий коэффициент поверхностного натяжения, поэтому раствор полностью вытекает из шприца.

2. На сетку с достаточно малым размером ячейки осторожно наливают немного воды, которая удерживается на ней силами поверхностного натяжения. За-

тем с помощью пипетки наносят на водную поверхность каплю моющего средства и наблюдают, как вода немедленно протекает сквозь сетку. В демонстрации можно использовать, например, сетку Кольбе из набора принадлежностей для опытов по электростатике. В наших опытах использовалась сетка из латунной проволоки с размером ячейки 0,25 мм. Для удобства эксперимента сетку лучше положить на стеклянный стакан, зафиксировать в таком положении, отогнув края вниз, и одновременно пальцем сделать небольшую лунку в центре (рис. 3). При отсутствии сетки опыт вполне надежно получается с пищевой алюминиевой фольгой, из которой вырезают кружок (диаметром, несколько большим диаметра стакана), в его центре прокалывают 20–30 отверстий швейной иглой (диаметром 0,5 мм) и фиксируют на стакане так же, как и сетку.

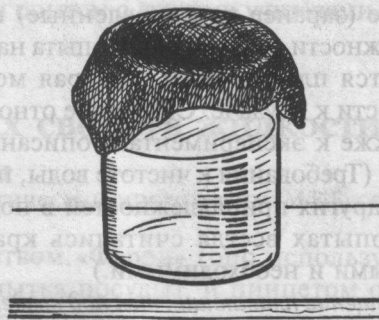


Рис. 3

Опыт можно успешно провести и с помощью полиэтиленовой крышки от бытовых стеклянных банок. Тогда отверстия в крышке прокалывают иглой (диаметром 1,0 мм). Порядок проведения опыта также следует изменить, поскольку полиэтилен — это гидрофобный материал и описанная выше последовательность действий может привести к неудаче.

В крышку, лежащую на стакане, наливают немного воды и убеждаются в том, что она не просачивается сквозь отверстия. Затем воду сливают, крышку уста-

наливают в прежнем положении, в ее центр капают каплю моющего средства, кисточкой или кусочком ткани распределяют ее по поверхности, а затем вновь наливают в крышку примерно столько же воды, как и ранее. Вода сразу же начинает капать в стакан. Если в крышке проделать много отверстий, вода потечет тонкой струйкой.

3. Опыт проводят с заранее приготовленными водными растворами лимонной кислоты и питьевой соды (из расчета примерно одна чайная ложка кислоты или соды на 1 л воды). Кроме того, нужны два одинаковых стеклянных сосуда или две обычные бытовые литровые стеклянные банки. На дно первого сосуда наносят одну-две капли моющего средства, сюда же наливают 5–7 мл горячей воды, взбалтывают жидкость, чтобы ПАВ растворилось в воде, и смачивают этим раствором стенки сосуда, наклоняя его в разные стороны. Затем в сосуды поочередно наливают до половины сначала раствор кислоты, а затем доливают раствор соды (или наоборот).

Почти сразу же на стенках второго сосуда можно наблюдать появление достаточно крупных пузырьков образовавшегося при реакции углекислого газа. В первом же сосуде с раствором ПАВ такие пузырьки на стенках не наблюдаются.

Учащимся необходимо пояснить, что при соединении растворов кислоты и соды углекислый газ образуется в обоих сосудах. Возникшие в результате объединения газовых молекул пузырьки в основном всплывают на поверхность жидкости под действием архимедовой силы. Некоторые из них во втором сосуде осаждаются на стенках и удерживаются там силами поверхностного натяжения воды. Поверхностное натяжение жидкости в первом сосуде под влиянием ПАВ существенно уменьшается, что и не позволяет газовым пузырькам удерживаться на стенках.

Для наблюдения этого опыта учащиеся надо пригласить к лабораторному столу, поскольку с дальних парт его плохо видно.

Капиллярные явления. Известно, что высота поднятия смачивающей жидкости в капилляре пропорциональна коэффициенту ее поверхностного натяжения и обратно пропорциональна радиусу капилляра. Следующий опыт, состоящий из двух частей, проводится с плотно скатанными снежками (которыми играют дети). Он достаточно эффектно иллюстрирует указанные зависимости.

Учащимся предварительно напоминают, что капиллярный эффект проявляется не только в трубках с малым внутренним диаметром, но и в узких щелях. Разветвленную сеть капилляров содержат снег, почва, строительные кирпичи, фитили для спиртовок, фильтровальная бумага и т.д. Когда мы плотно скатываем снежный ком, сечение капилляров уменьшается и капиллярный эффект должен усиливаться.

Перед проведением первой части опыта надо скатать плотный снежный ком, для устойчивости сделать у него (с помощью ножа) два плоских параллельных основания таким образом, чтобы высота кома, поставленного на это основание, составляла примерно 30 мм. На верхнее основание насыпают холмик рыхлого снега (капилляры в котором практически отсутствуют). В плоскую кювету наливают немного воды, подкрашенной отваром столовой свеклы, и ставят в нее снежный ком насыщенным холмиком вверх. Наблюдают, как подкрашенная вода быстро (в течение примерно 1 с) поднимается по капиллярам до уровня рыхлого снега, образуя здесь четкую границу. Опыт после этого следует закончить, так как в дальнейшем (через 5–10 мин) окрасится и снежный холмик в результате таяния и оседания снега, что не имеет непосредственного отношения

к цели демонстрации. Полезно в связи с наблюдаемым результатом напомнить учащимся аналогию с рыхлением поверхностного слоя почвы для сохранения в ней влаги в засушливый период.

Для второй части опыта надо скатать два снежных кома диаметром 7–9 см и подготовить две кюветы. В одну кювету наливают воду, подкрашенную отваром свеклы, а в другую — такую же воду с добавкой нескольких капель моющего средства. Уровень воды в кюветах должен составлять 5–6 мм. Оба снежных кома одновременно ставят в кюветы и наблюдают в них капиллярный подъем жидкостей. Как и следует ожидать, более низкий коэффициент поверхностного натяжения жидкости с добавкой ПАВ вызывает уменьшение капиллярного эффекта: высота окрашенного снега во второй кювете оказывается существенно ниже.

Для успешного проведения опыта снежные комья и рыхлый снег желательно заготовить заранее, хранить в морозильнике, а перед уроком поместить в термос.

Эффект при смачивании и несмачивании жидкостью твердых поверхностей. Перед опытом на школьной доске следует показать силы, действующие на две параллельные пластины, между которыми находятся смачивающая (рис. 4, а) и несмачивающая (рис. 4, б) жидкости. Если зазор между пластинами, создающими узкую щель, весьма мал, свободные поверхности жидкости образуют мениск. Силы поверхностного натяжения F направлены к центру кривизны поверхности жидкости, в результате чего давление внутри нее при смачивании меньше атмосферного, а при несмачивании больше атмосферного. Поэтому в первом случае пластины притягиваются, а во втором — отталкиваются.

Для экспериментального подтверждения этого явления из листового стекла толщиной 2 мм (оно хорошо смачивает-

ся водой) вырезают четыре пластинки (две размерами 27×50 мм, а две другие — 27×100 мм). В случае использования стекла иной толщины длину и ширину пластинок необходимо подобрать опытным путем. Чтобы не порезать руки при проведении опыта, кромки стекла предварительно надо обработать наждачной бумагой или напильником с мелкой насечкой. Затем пластинки тщательно промывают, ополаскивают в проточной воде и просушивают.

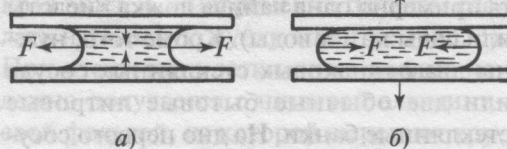


Рис. 4

На поверхности двух пластинок (короткой и длинной) с одной стороны наносят парафин (он не смачивается водой) и растирают его ровным слоем с помощью кусочка ткани. кладут на стол длинную пластинку, располагая ее так, чтобы поверхность, покрытая парафином, была наверху, наносят на нее пипеткой несколько капель воды и плотно прижимают к ней короткую пластинку смазанной поверхностью. Затем берут соединенные пластинки рукой, устанавливая их в вертикальном положении (рис. 5), и наблюдают, как короткая пластинка скользит вниз, падая на стол.

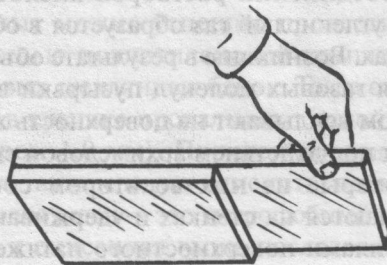


Рис. 5

Повторяют описанный опыт с чистыми пластинками и убеждаются, что в этом случае при смачивании силы по-

верхностного натяжения воды удерживают пластинки в сцепленном состоянии. Для обеспечения успеха пластинки следует брать руками только за кромки, поскольку на чистой поверхности могут образоваться жировые пятна.

Предложенные опыты использованы при изложении учебного материала, а также на факультативных занятиях.

Литература

1. Демонстрационный эксперимент по

физике в средней школе. Ч. 1 / Под ред. А.А.Покровского. — М.: Просвещение, 1978.

2. Шахмаев Н.М., Шилов В.Ф. Физический эксперимент в средней школе. — М.: Просвещение, 1989.

3. Хорошавин С.А. Техника и технология демонстрационного эксперимента. — М.: Просвещение, 1976.

4. Сеницын Г.Ф., Нуркаева И.М. Демонстрация сил поверхностного натяжения жидкостей // Учебный эксперимент в высшей школе. — 2001. — № 2.

Несколько опытов

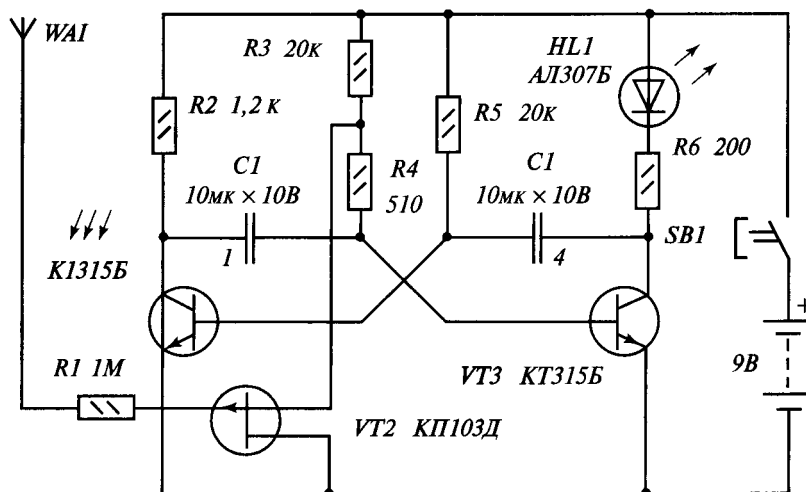
А.К.АТАМАНЧЕНКО

(г. Таганрог, авиационный колледж им. В.М.Петлякова)

Исследование свойств электромагнитного излучения самодельным индикатором

Педагогический опыт свидетельствует о том, что преподавание некоторых тем курса физики слабо обеспечено учебным физическим экспериментом. К ним можно отнести и материал, касающийся электромагнитного излучения. Я предлагаю ряд простых опытов, которые дают возможность хотя бы частично решить данную проблему методики преподавания физики.

Основное техническое устройство, позволяющее поставить описанные ниже опыты, — это прибор для обнаружения скрытой электропроводки, подробно описанный А.Борисовым в журнале «Радио» (1991. — № 8. — С. 77). Я ограничусь представлением здесь лишь схемы прибора (см. рис.); по ней можно сделать прибор в условиях школы. Сигналом о выявлении электромагнитного



излучения (ЭМИ) служит загорание светодиода *HL1*.

Прибор, изготовленный по этой схеме, можно использовать на уроках при изучении темы «Электромагнитные колебания и волны». В частности, прибор дает возможность поставить ряд опытов, указывающих на свойства этих волн.

Рассмотренные в статье опыты представлены в виде небольших экспериментальных исследовательских задач, решение которых осуществляется с участием школьников.

Для проведения опытов понадобится следующее *оборудование*: индикатор ЭМИ, собранный по приведенной схеме, лампочка на 220 В со шнуром и вилкой, эбонитовая палочка, кусок шерстяной ткани, штатив с лапкой, твердые диэлектрики (небольшие листы стекла, пластика, картона), металлический стакан, демонстрационная линейка.

Я называю учащимся «главные» для данного урока узлы прибора (светодиод-индикатор, антенна) и показываю их.

Эксперименты

Опыт № 1, демонстрирующий, что переменный ток порождает электромагнитное излучение.

Подготовку к опыту осуществляет учитель. Он располагает на расстоянии 20–25 см друг от друга индикатор ЭМИ и лампочку на подставке.

Задание ученику

1. Подключить лампочку к сети переменного тока.

Наблюдаемый эффект. При прохождении через лампочку переменного электрического тока индикатор обнаруживает ЭМИ: он загорается.

2. Выключить лампочку.

Наблюдаемый эффект. В случае отсутствия электрического тока в цепи светодиод индикатора не загорается, значит, ЭМИ нет.

Педагог (далее — П). Предлагаю объяснить увиденное и сделать вывод.

Учащиеся (далее — Уч). Вокруг проводника, через который течет переменный электрический ток, существует ЭМИ и, значит, электромагнитное поле (ЭМП). При отсутствии переменного тока электромагнитного излучения и поля нет.

П. В цепи горячей лампы течет переменный ток. Это означает, что в данной цепи свободные электроны совершают колебательное движение, меняя направление своего перемещения, т.е. они движутся с ускорением. Следовательно, мы приходим к выводу о том, что ускоренно движущиеся заряды создают ЭМИ и ЭМП.

Проверим это другим способом.

Опыт № 2, подтверждающий, что ускоренно движущиеся заряды создают электромагнитное излучение.

Задания ученику

1. Эбонитовую палочку потереть о шерстяную ткань.

2. Назвать наблюдаемый эффект и объяснить его. (На палочке возникнут отрицательные избыточные заряды.)

3. Палочку ускоренно перемещать около неподвижной антенны индикатора прибора.

Наблюдаемый эффект. Светодиод индикатора ЭМИ светится в течение всего времени ускоренного движения эбонитовой палочки.

П. К какому выводу мы приходим в данном случае?

Уч. Мы убедились в том, что ЭМИ возникает в результате ускоренного движения зарядов, находящихся на эбонитовой палочке.

П. Какими будут ваши предположения о том, что мы увидим, если заряженная эбонитовая палочка будет неподвижна относительно Земли, а индикатор ЭМИ будет в это время совершать ускоренное движение?

Уч-1. Заряд неподвижен, поэтому индикатор не работает.

Уч-2. Я предполагаю, что индикатор работает, так как движение тел относительно. Не имеет значения: заряд движется относительно индикатора или индикатор движется относительно заряда.

П. Проверим ваши предположения на опыте.

Опыт № 3, проверяющий высказанные гипотезы.

Задания ученику

1. Закрепить в штативе эбонитовую палочку и наэлектризовать ее.

2. Индикатор ЭМИ с ускорением перемещать относительно неподвижной заряженной палочки.

Наблюдаемый эффект. Индикатор фиксирует наличие ЭМИ.

П. Прошу сделать вывод о верности или неверности гипотез.

Уч. Верным является второе предположение: индикатор зафиксировал наличие ЭМИ. Кроме того, данный опыт показал, что важно относительное движение индикатора и заряда.

П. Чтобы окончательно уяснить, при каких условиях возникает ЭМИ, выполним следующий опыт.

Опыт № 4, подтверждающий то, что неподвижные относительно антенны индикатора заряды электромагнитное излучение не создают.

Задание ученику

Наэлектризованную эбонитовую палочку ускоренно поднести к неподвижной антенне индикатора и остановить ее.

Наблюдаемый эффект. Светодиод индикатора сначала фиксирует наличие ЭМИ. А потом, когда палочку остановили, гаснет, указывая на его отсутствие.

П. Постарайтесь объяснить наблюдаемый эффект.

Уч. Во время ускоренного движения палочки (а значит, и ее электронов) ин-

дикатор, как и прежде, обнаруживает наличие ЭМИ. При полной ее остановке (заряды в покое) светодиод гаснет. Следовательно, неподвижные заряды электромагнитное излучение не создают.

Опыт № 5, подтверждающий, что равномерно движущиеся заряды не создают ЭМИ.

Задание ученику

Наэлектризованную палочку пронести с постоянной скоростью мимо антенны индикатора.

Наблюдаемый эффект. Индикатор не срабатывает.

П. Какое объяснение вы дадите данному опыту?

Уч. Равномерное перемещение палочки вызывает равномерное движение зарядов в ней, т.е. постоянный электрический ток. Он, как было видно, не создает электромагнитное излучение.

П. Итак, ЭМИ и ЭМП создают ускоренно движущиеся заряды и переменный ток, который протекает по проводнику.

Запишите и суммируйте в таблице (табл. 1) выводы, сделанные в этой части урока.

Таблица 1

Электромагнитное излучение

| Электромагнитное излучение СОЗДАЮТ | Электромагнитное излучение НЕ СОЗДАЮТ |
|---------------------------------------|--|
| 1. | 1. |
| 2. | 2. |

Теперь выполним опыты для того, чтобы обнаружить свойства электромагнитного излучения.

Опыт № 6, подтверждающий, что ЭМИ существует в точках пространства вокруг провода с переменным электрическим током.

Задания ученику

1. Обнести индикатор вокруг **шнура** горячей электрической лампочки.

2. Отодвинуть индикатор от шнура и снова обнести вокруг него.

3. Увеличить еще (но не слишком сильно) расстояние индикатора от шнура лампочки и повторить пункт 2 задания.

4. Значительно увеличить расстояние индикатора от шнура лампочки и повторить пункт 2 задания.

Наблюдаемые эффекты. Индикатор срабатывает, обнаруживая ЭМИ в разных точках около шнура и на различных расстояниях от него.

На отдаленном расстоянии от шнура индикатор не срабатывает и не выявляет наличия там электромагнитного излучения.

П. Какой на основании этого можно сделать вывод?

Уч. ЭМИ существует во всех точках, расположенных вокруг шнура с переменным электрическим током, но вблизи этого шнура или на некотором расстоянии от него.

П. Сейчас попытаемся установить влияние среды на распространение ЭМИ.

Опыт № 7, обнаруживающий, что ЭМИ проникает сквозь некоторые среды.

Задания ученику

1. Индикатор расположить на таком расстоянии от провода с переменным током, чтобы он только-только перестал фиксировать ЭМИ. Измерить это расстояние линейкой.

2. Индикатор поднести к скрытой электрической проводке в классе, идущей к розетке для питания лампы. Лампу включить.

3. Начать медленно удалять индикатор от стены. Измерить расстояние, на котором погаснет лампочка светодиода.

4. Сравнить результаты первой и второй частей опыта (результаты, полученные в пунктах 1, 2-3).

Наблюдаемый эффект. Во втором случае (при наличии штукатурки на стене

как среды) светодиод индикатора гаснет на расстоянии, которое меньше, чем в первом случае.

П. Какие выводы можно сделать на основании этих наблюдений?

Уч-1. Электромагнитное излучение проникает сквозь среду — штукатурку.

Уч-2. Среда частично поглощает ЭМИ.

П. Проведем теперь еще ряд аналогичных демонстраций.

Опыт № 8, выясняющий, способно ли ЭМИ проходить через стекло, картон, пластик.

Задания ученику

1. Придумать, как осуществить опыты для решения поставленных задач.

2. Выполнить намеченные эксперименты.

3. Сделать выводы.

Опыт № 9, демонстрирующий зависимость интенсивности ЭМИ от величины ускорения, с которым движутся заряженные частицы.

Опыт проводит учитель. Расположенную на одном и том же расстоянии от индикатора наэлектризованную эбонитовую палочку дважды приводим в колебательное движение, но с разными частотами. Для этого один конец палочки сжимаем пальцами руки, а другой (свободный) конец заставляем совершать колебательное движение. Учащимся предварительно сообщают: ускорение, с которым движется свободный конец палочки, зависит от частоты колебания.

Наблюдаемый эффект. Чем больше ускорение палочки, тем ярче горит индикатор.

П. Сделайте выводы из эксперимента.

Уч. Интенсивность ЭМИ (и, следовательно, ЭМП) зависит от величины ускорения, с которым движутся заряженные частицы: чем больше ускорение, тем интенсивность излучения больше.

Опыт № 10, демонстрирующий свойства металла экранировать ЭМИ.

Задания ученику

1. На стеклянный баллон включенной электролампы надеть металлический стакан (например, внешний сосуд калориметра). Поднести к лампе индикатор.

2. Снять стакан и вновь поднести к лампе индикатор.

Наблюдаемый эффект. Индикатор не фиксирует ЭМИ в первом случае и фиксирует во втором.

П. К какому выводу мы приходим?

Уч. Металлический стакан не пропускает электромагнитное излучение, т.е. является для него преградой, экраном.

П. Подведем итоги исследований, проведенных во второй части урока. О каких свойствах электромагнитного из-

лучения мы узнали? Запишем результаты в таблицу 2.

Таблица 2

Свойства электромагнитного излучения

| Свойство | № доказывающего опыта |
|----------|-----------------------|
| | |
| | |

Практика свидетельствует о том, что постановка описанных выше опытов интересна учащимся и способствует лучшему пониманию ими изучаемого материала. К тому же на этом уроке они принимают активное участие в осуществлении экспериментов, в их обсуждении и подведении итогов. Сами же опыты отличаются простотой и доступны для постановки почти в любой школе.

Лабораторная работа

«Определение жесткости пружины на основе закона сохранения механической энергии»

Цель работы: найти жесткость пружины, опираясь на закон сохранения энергии.

Оборудование и средства измерения: самодельная установка, собранная из пружины, направляющего стержня, стальной шайбы (цилиндра) с отверстием; миллиметровая линейка с пределом измерения 0–30 см, фиксатор.

Подготовка. Перед работой я предлагаю учащимся повторить информацию, содержащуюся в одной из книг:

Касьянов В.А. Физика-10. — М.: Дрофа, 2000. — § 23, 31, 32.

Пинский А.А., Граковский Г.Ю. Физика. — М.: Форум-ИНФА-М, 2002. — Гл. 2, § 2.3 (4), 2.10, 2.11.

Власова И.Г. Физика. Пособие для поступающих в вузы. — М.: Эксмо, 2003. — § 2.8, 3.7.

Описание установки и теория вопроса

Закон сохранения механической энергии применяем на установке, устройство которой ясно из рисунка 1.

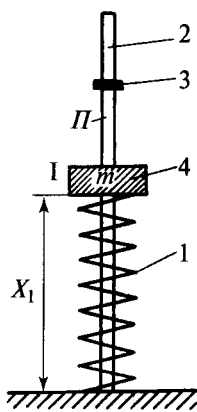


Рис. 1

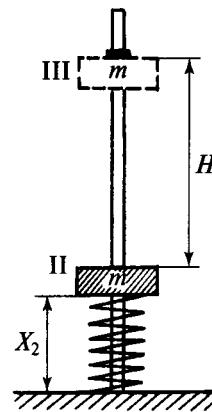


Рис. 2

Установка состоит из пружины 1 и приспособления 2, содержащего направляющий стержень (велосипедную спицу) 2 с фиксатором 3 (из резиновой ленты) и стальную шайбу (плоский цилиндр) 4, которая может свободно скользить вдоль спицы.

При надавливании рукой на шайбу (цилиндр) пружина деформируется и «запасается» потенциальной энергией P_1 (рис. 2).

$$P_1 = \frac{k \cdot \Delta x^2}{2}. \quad (1)$$

Освободив груз от действия внешней силы, увидим, что пружина распрямляется и цилиндр начинает движение вверх, он при этом приобретает и кинетическую, и потенциальную энергии. В итоге цилиндр поднимется на высоту H и останавливается (см. рис. 2), запасая потенциальной энергией P_2 в поле гравитации; кинетическая энергия его W_k на максимальной высоте подъема равна нулю: $W_k = 0$.

$$P_2 = mgH. \quad (2)$$

Считаем, что вся потенциальная энергия упруго деформированной пружины передается шайбе (цилиндру) 4 при ее отпуске. Силы сопротивления движению шайбы не учитываем. Тогда на основе закона сохранения энергии

$$P_1 = P_2, \text{ или } \frac{k\Delta x^2}{2} = mgH. \quad (3)$$

Из равенства (3) найдем жесткость пружины k :

$$k = \frac{2mgH}{\Delta x^2}, \quad (4)$$

где m — масса шайбы (цилиндра),
 g — ускорение свободного падения,
 H — высота подъема шайбы,
 Δx — деформация пружины.

Выполнение работы

Вариант I

(для сильных в физике учащихся)

1. Продумать, как определить значение

- деформации пружины,
- массу шайбы.

2. Составить описание предстоящего хода работы.

3. Придумать форму таблицы для записи результатов эксперимента.

4. Прodelать опыт.

5. Внести в таблицу данные опыта.

6. Произвести вычисления.

Вариант II

(для слабоуспевающих учеников)

1. Подготовьте таблицы 1 и 2 для занесения результатов, определяемых в процессе эксперимента, и вычислений в ходе работы.

Таблица 1

Результаты измерений и из справочника

| x_1 , м | x_2 , м | D , м | h , м | ρ , кг/м ³ | H , м |
|-----------|-----------|---------|---------|----------------------------|---------|
| | | | | | |
| | | | | | |

Таблица 2

Результаты вычислений

| Δx , м | m , кг | k , Н/м |
|----------------|----------|-----------|
| | | |
| | | |

2. Соберите установку по рисунку 1.

3. Измерьте длину пружины x_1 до ее деформации рукой, т.е. в «свободном» состоянии.

4. Пружину максимально сожмите и измерьте ее длину в деформированном состоянии — x_2 .

5. Вычислите деформацию пружины — Δx .

$$x_1 - x_2 = \Delta x.$$

6. Пружину отпустите и произведите «выброс» шайбы вверх.

7. Измерьте наибольшую высоту (H), на которую поднялась шайба (см. рис. 2).

8. Определите диаметр (D) и высоту h шайбы (цилиндра).

9. Вычислите массу шайбы, зная, что она стальная:

$$m = \rho V.$$

Так как

$$V = Sh, \quad S = \pi r^2 = \pi \frac{D^2}{4}, \quad \text{то}$$

$$m = \frac{\rho \pi D^2 h}{4},$$

где ρ — плотность стали, $\pi = 3,14$.

10. Вычислите жесткость пружины по формуле (4).

11. Все замеры и результаты вычислений занесите в таблицы.

**Дополнительные задания
для желающих**

1. Вычислите начальную скорость подъема шайбы (цилиндра).
2. Сравните энергию, которую получила шайба, с ее энергией на максимальной высоте. Сделайте вывод и объясните его.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ И СОВЕТЫ

К изучению броуновского движения.

При наблюдении броуновского движения Ж.Перрен использовал ультрамикроскоп и видел движение не микрочастиц, а их дифракционных картинок. Микроскопы, входящие в состав школьного оборудования (типа Юннат-2П-3), в принципе позволяют наблюдать движение самих броуновских частиц размером ~ 1 мкм. Но такой эксперимент на уроке физики не проводят. Причин тому две. Первая — невозможность показать эксперимент сразу всему классу, а если в микроскоп смотреть по очереди каждому ученику, то недостаточно времени, чтобы увидеть броуновский характер движения микрочастиц. Вторая причина — безрезультатность таких индивидуальных наблюдений движения микрочастиц в микроскопе (наблюдения требуют достаточно длительной предварительной подготовки учащихся, а этому невозможно обучить в течение одного урока). Но для проведения наблюдений можно воспользоваться цифровой камерой Vixen — C10-4M, позволяющей работать со слабым освещением. Аналоговый сигнал (в стандартах NTSC или PAL), снимаемый с камеры через обычный «тюльпан», пригоден и для телевизора, и для мультимедийного проектора. Чтобы сигнал был понят компьютером, достаточно воспользоваться стандартным TV-тюнером. Появляются большие воз-

можности для программной обработки изображений броуновских частиц с автоматическим построением на экране монитора траектории движения частицы в режиме реального времени.

Резьба на входном отверстии камеры совпадает с резьбой внешней неподвижной линзы панкратического окуляра микроскопа Юннат-2П-3. Камеру навинчивают вместо этой линзы окуляра, а с помощью второй (перемещаемой) линзы окуляра добиваются того, чтобы создаваемое объективом изображение микрочастиц находилось от нее на расстоянии от одного до двух фокусов. Тогда в окуляре на ПЗС матрице получится действительное увеличенное изображение, выводя которое на экран телевизора (или проектора) можно фиксировать положения частиц в определенные моменты времени и, кроме того, наблюдать те детали изображения, которые не были видны глазу (вследствие его слабой разрешающей способности) в окуляре микроскопа.

Препарат для наблюдения броуновского движения готовят из геля шариковой ручки. Этот гель содержит частицы красителя различных размеров. На экране будет хорошо видна разница броуновского движения больших и малых частиц красителя.

И.С.Царьков
(г. Подольск Московской обл., школа № 29)

АСТРОНОМИЯ

Интегрированный урок астрономии в XI классе

А.Н.ШИРОКОВ

(Рязанская обл., Ижевская средняя школа им. К.Э.Циолковского)

Этот урок по астрономии может быть проведен с учащимися, занимающимися в классах с гуманитарным профилем обучения. Ниже приводится краткое изложение содержания такого урока.

Вступительное слово учитель начинает строчками из своего стихотворения:

По небу катится звезда,
Тихонько на ладони пала.
И я спросил ее: «Ты чья?»
«Не знаю», — тихо отвечала.

Затем он спрашивает учащихся: «Верите ли вы в чудеса? Что вы понимаете под чудом? Что для вас является чудом?». После небольшого обсуждения ответов на эти вопросы учитель говорит: «А разве звездное небо не является тем чудом, на которое можно смотреть и вечно им любоваться?». Он рассказывает о том, что как-то одного древнего философа спросили: «Чем человек отличается от животного?». «Человек иногда поднимает голову и смотрит на звезды», — ответил философ. Другой философ сказал: «Если бы на Земле было только одно место, откуда можно было бы увидеть небо, то к нему со всех сторон Земли стекались бы люди, чтобы увидеть звезды».

Далее учащимся предлагается отрывок из стихотворения М.В.Ломоносова:

Открылась бездна, звезд полна,
Звездам числа нет, бездне дна.

Учитель читает такие стихи А.Фета:

На стоге сена ночью южной
Лицом ко тверди я лежал,
И хор светил, живой и дружный,
Кругом, раскинувшись, дрожал...

Следует **вопрос** классу: «Что это за «твердь», о которой идет речь в стихотворении?».

Ответ. Небесная сфера (небосвод).

Вопрос: что такое небесная сфера?

Ответ. Это сфера произвольного радиуса с центром в точке наблюдения.

Учащимся предлагается назвать и, пользуясь моделью небесной сферы, показать основные точки, линии и круги небесной сферы.

Затем учащиеся получают **задание:** прокомментировать строки М.В.Ломоносова, которые были уже прочитаны, (см. выше) с астрономической точки зрения.

Ответ. В этих строках также идет речь о небесной сфере.

Вопрос: сколько звезд можно увидеть на небе невооруженным глазом?

Ответ. Около 6000.

Вопрос: так что же великий русский ученый и поэт ошибался, говоря, что «звездам числа нет»?

Ответ. Нет, М.В.Ломоносов не ошибался. Он вел речь о всех звездах, входящих в состав нашей Галактики. 6000 звезд — это лишь число звезд, которые можно увидеть невооруженным глазом.

Вопрос: Чем характеризуется положение звезд на небесной сфере?

Ответ. Координатами (в горизонтальной системе координат — азимутом A и высотой h ; в экваториальной — прямым восхождением α и склонением δ).

Вопрос: каковы особенности движения звезд по небесной сфере?

Ответ. Движение звезд (или небесной сферы) происходит параллельно небес-

ному экватору с востока на запад, и полный оборот происходит за сутки, т.е. 24 ч.

Вопрос: как называется такое движение и все ли звезды участвуют в нем?

Ответ. Такое движение называется суточным. В нем не участвует Полярная звезда (α Малой Медведицы), так как ее положение практически совпадает с положением северного полюса мира.

Вопрос: что такое созвездие; для чего их придумали люди и сколько всего созвездий на звездном небе?

Ответ. Созвездие — это определенный участок звездного неба характерного очертания в рамках установленных границ. Придуманы созвездия для облегчения ориентировки по звездному небу. Всего в настоящее время на небе 88 созвездий.

Пока одни учащиеся отвечают на вопрос, другие показывают некоторые из созвездий на учебной демонстрационной карте звездного неба.

Вопрос: как обозначают звезды в созвездиях?

Ответ. Либо буквами греческого алфавита — α , β , γ ..., либо именами собственными — Вега (α Лир), Ригель (β Ориона).

На уроке проводится и работа с подвижной картой звездного неба. Учащимся предлагаются, в частности, следующие задания.

1. Опишите вид звездного неба на указанную дату (какие созвездия восходят, какие заходят, какое созвездие в зените, какие кульминируют).

2. Определите координаты звезд α Лир, β Ориона, γ Льва, δ Большой Медведицы.

3. Назовите объект, имеющий координаты $\alpha = 15$ ч 12 мин, $\beta = -9^\circ$.

4. Укажите созвездие, в котором находится Луна, если ее координаты $\alpha = 20$ ч 30 мин, $\delta = -20^\circ$.

5. Используя подвижную карту звездного неба, определите координаты Солн-

ца на дату проведения урока. В каком созвездии находится наше светило? Можно ли увидеть это созвездие? Какое зодиакальное созвездие лучше всего наблюдать. (**Ответ.** Координаты Солнца зависят от даты проведения урока и определяются так же, как и координаты звезд. Созвездие, в котором находится Солнце, увидеть нельзя. Лучше всего наблюдать зодиакальное созвездие, находящееся в противоположной части эклиптики.)

Вот еще пример из заданий, предлагаемых ученикам на этом уроке.

• Прокомментировать с астрономической точки зрения следующие строки А.Ахматовой:

Днем дыханьями веет вишневыми
Небывалый под городом лес,
Ночью блещет созвездьями новыми
Глубь прозрачных июльских небес...

(**Ответ.** В стихотворении говорится об изменении вида звездного неба с течением времени.)

Учитель задает такие вопросы.

1. Какова причина изменения вида звездного неба?

2. К чему приводит тот факт, что суточное и годовое движения Земли направлены в противоположные стороны? (**Ответ.** Восход звезд каждые последующие сутки происходит примерно на 4 мин раньше.)

3. Сегодня звезда восходит в 18 ч. Когда она будет восходить завтра? послезавтра? через полгода? через год? (**Ответ.** В 17 ч 56 мин, в 17 ч 52 мин, в 16 ч, в 6 ч, в 18 ч.)

Вместе с классом делают вывод: вид звездного неба в данной местности полностью повторяется через год.

Вопрос: что значит «в данной местности»? (**Ответ.** Так как положение любого населенного пункта характеризуется географической широтой, то вид звездного неба будет зависеть от широты места.)

Учащимся предлагаются такие 2 варианта задания.

1. Как по виду звездного неба определить, что вы прибыли на северный полюс? (*Ответ.* Полярная звезда находится в зените, видимое движение звезд происходит параллельно горизонту, звезды не восходят и не заходят.)

2. Как по виду звездного неба определить, что вы прибыли на экватор? (*Ответ.* Полярная звезда совпадает с точкой севера и находится практически на горизонте, восход небесных светил происходит строго вертикально относительно плоскости горизонта.)

Для закрепления знаний учащиеся выполняют задания творческого характера. Вот одно из них.

«Перед вами отрывок из стихотворения В.Ходасевича:

Надо мной в лазури ясной
Светит звездочка одна —
Справа запад темно-красный,
Слева близкая Луна.

Определите:

1) к какой стороне горизонта поэт был повернут лицом;

2) какое было время суток и года;
3) что за «звездочка» могла светить поэту».

Ответ. Очевидно, что поэт стоял лицом к югу. В этом случае справа был «запад темно-красный» (заходящее Солнце или уже зашло), а слева на востоке находилась восходящая Луна. Следовательно, речь шла о вечерних сумерках. Раз «одна», значит, это была яркая звезда, появившаяся на вечернем небе раньше других. Слова «надо мной» означают, что речь идет не о планете или Сириусе (они в наших широтах высоко не поднимаются), а, скорее всего, о звезде Вега (что возможно летом или осенью).

В конце урока учитель читает заключительное четверостишие своего стихотворения:

По небу катится звезда.
Тихонько на ладони пала.
И я спросил ее: «Ты чья?»
«Твоя», — она мне отвечала.

Он благодарит учеников за проделанную ими на уроке работу и говорит: «Надеюсь, что звездное небо стало вам ближе и вы чаще будете поднимать голову и смотреть на него».

НАМ ПИШУТ

Физические основы работы компьютера (элективный курс профильной школы)

К.Э.БАБАДЖАНОВ

(Курская обл., Клюквинская средняя школа)

Современное общество манипулирует большими объемами информации. Средства получения, обработки и хранения данных становятся все более совершенными и являются наиболее динамично развивающимися в наши дни. Это стало возможно благодаря исследованиям в области физики и техники.

Комплексное изучение физических основ работы компьютерной техники в школе связано с возросшим интересом учащихся к данному вопросу и необходимостью обладания

знаниями по физике для решения практических вопросов. Наличие соответствующих сведений о физических принципах работы компьютера диктуется запросами современного общества, так как вычислительная техника все больше и больше становится средством производства и требует определенных правил эксплуатации.

Для решения данной проблемы наиболее эффективным будет введение элективного курса «Физические основы работы компью-

| № | Тема занятий | Кол-во часов |
|--------------|--|--------------|
| 1 | Хранение информации на магнитных и оптических носителях. Устройства чтения и записи информации | 1 |
| 2 | Жидкие кристаллы. Физические основы работы устройств вывода информации. CRT-монитор. LCD-монитор. OLED-дисплеи. Проектор | 2 |
| 3 | Технологии печати | 1 |
| 4 | Устройства ввода информации. Сканер. Камера | 1 |
| 5 | NID-устройства | 1 |
| 6 | Системы охлаждения | 1 |
| 7 | Способы передачи информации | 2 |
| Итого | | 9 |

тера» в первом полугодии XI класса, который

- позволит повысить интерес к физике со стороны учащихся;
- покажет значение физики в развитии современных технологий;
- поможет сформировать умение учащихся работать с информацией и самостоятельно добывать знания.

Изучение физических основ работы компьютера можно разбить на два логических модуля:

- принципы действия элементной базы компьютера;
- принципы действия отдельных узлов компьютера и его периферийных устройств.

Содержание первого модуля достаточно традиционно и включает в себя лекции, практические занятия и лабораторные работы. Это стало возможным благодаря тому, что основные принципы действия элементной базы компьютера остаются постоянными, а их физическая реализация основана на полупроводниковых материалах¹.

Второй модуль рассматривает физические основы работы устройств вывода, ввода и хранения информации в компьютере, а также средств связи компьютеров и перспективные разработки в области развития компьютерных технологий.

¹ См.: Королева Л.В., Петрова Е.Б. Изучение основ микроэлектроники в рамках элективных курсов // Физика в школе. — 2006. — № 2.

Тематическое планирование второго модуля «Принципы действия отдельных узлов компьютера и его периферийных устройств».

Методика проведения занятий будет более результативной, если слушатели курса будут самостоятельно готовить и представлять материал будущего урока. Для этого учащихся делят на 7 групп, каждая из которых получает задание по разработке одной из выбранных тем. Кроме этого, в связи с тем что информация по принципам действия отдельных узлов компьютера и его периферийных устройств представлена преимущественно в специальной литературе, то работа с публикациями и ресурсами Интернета поможет сформировать у учащихся умения самостоятельно добывать знания. Роль учителя на этапе подготовки также очень важна, поскольку позволяет вовремя скорректировать или дополнить материал. Порядок следования тем неважен, и поэтому позволяет учителю и ученикам варьировать время на подготовку к занятиям. Для повышения наглядности рекомендуется использовать возможности оборудования компьютерного класса (проектор, принтер, сканер и отдельные узлы этого оборудования).

Литература

1. Пахомов С. О., Асмаков С. В. Железо 2006. — СПб.: Питер, 2006.
2. Чандрасекар С. Жидкие кристаллы. — М.: Мир, 1980.

О подборе осветительных ламп в школе и дома

В домашней обстановке для освещения помещений в основном используют лампы накаливания, в учреждениях же главным образом — лампы дневного света. Как те, так и другие лампы различаются по мощности, напряжению питания, размерам и типу цоколя, световой отдаче и т.д.

Световая отдача источника света — это отношение излучаемого источником светового потока к потребляемой им мощности. Измеряется она в люменах на ватт (лм/Вт) и служит характеристикой источника. Световая отдача ламп накаливания общего назначения (т.е. ламп для бытовых целей) составляет 8–20 лм/Вт, люминесцентных ламп — до 90 лм/Вт, металлогалогенных и натриевых — до 130 лм/Вт.

В целях оптимального использования электроэнергии как в школе, так и дома необходимо руководствоваться СНиП «Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования». Согласно этим нормам и правилам световой поток солнечного света должен падать с левой стороны от учащихся, наименьшая общая искусственная освещенность горизонтальных поверхностей на уровне 0,8 м от пола должна быть для учебных кабинетов не ниже 150 лк при лампах накаливания и 300 лк при люминесцентных лампах. Как правило, эти нормы постулируются, но никак не проверяются ни в школе, ни дома, т.е. измерения освещенности не производятся из-за отсутствия приборов.

В настоящее время на рынке товаров

появились универсальные цифровые приборы, например мультиметр ДТ-21, предназначенный для прямых измерений освещенности, температуры, влажности, уровня громкости, сопротивления, напряжения и силы тока.

Знание мощности лампы и ее световой отдачи позволяет произвести расчет светового потока, излучаемого лампой, а затем по законам освещенности рассчитать освещенность той или иной поверхности и сравнить ее с нормативной.

Мы производили измерения фактической мощности ламп, включая их в цепь (рис. 1, где 1 — лампа с патроном, 2 — розетка, 3 — вилка), и сравнивали их с номинальными мощностями (они указаны на баллонах ламп). Результаты измерений для ламп накаливания приведены в таблице 1.

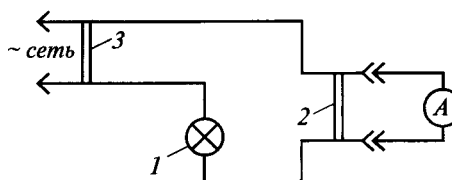


Рис. 1

Как видно из этой таблицы, номинальная мощность ламп накаливания, обозначенная на баллоне, не совпадает с фактической (последняя гораздо меньше). Ниже и световой поток, и освещенность.

Лампы накаливания излучают свет видимой области спектра, их срок службы — до 1000 ч непрерывной работы.

Таблица 1

| | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|-----|------|-------|-----|
| $P_{\text{ном}}, \text{ Вт}$ | 15 | 25 | 40 | 60 | 75 | 100 | 150 | 200 |
| $I, \text{ А}$ | 0,05 | 0,1 | 0,16 | 0,24 | 0,3 | 0,42 | 0,6 | 0,8 |
| $P_{\text{фак}}, \text{ Вт}$ | 11,1 | 22,2 | 35,5 | 53,3 | 67 | 93,2 | 133,2 | 178 |

В учреждениях, в том числе и в школах, широко распространены люминесцентные лампы в виде трубок длиной от 130 до 2440 мм мощностью от 4 до 200 Вт и со сроком службы до 10 000 ч.

Сегодня на смену лампам накаливания пришли малогабаритные люминесцентные лампы (рис. 2) с таким же цоколем, как и у ламп накаливания. Замена старых ламп на новые не представляет никаких трудностей, но приводит к примерно 5-кратному снижению потребляемой электрической энергии, уменьшает токовые нагрузки на электропроводку и на другие установочные элементы. Результаты измерений для люминесцентных ламп приведены в таблице 2.

В таблицах 1 и 2 результаты измерений получены при напряжении в сети 222 В. Сила тока определялась амперметром с помощью мультиметра M890G.

Несовпадение номинальной и фактической мощностей ламп, по-видимому,

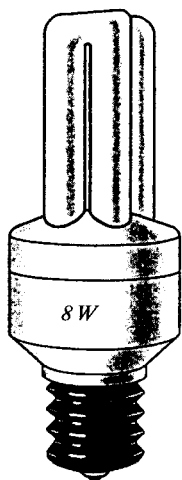


Рис. 2

можно объяснить тем, что лампы впервые включались в сеть, а также технологическими недочетами.

Показателем замены ламп накаливания на более экономичные люминесцентные лампы могут служить данные, полученные при освещенности рабочего места ученика в домашней обстановке. При наличии лампы мощностью 40 Вт в настольной лампе, отражатель которой находится на расстоянии от поверхности стола 0,5 м, обеспечивается освещенность примерно в 300 лк. Такая же освещенность при неизменных геометрических параметрах обеспечивается люминесцентной лампой мощностью 8–12 Вт. Этот пример убеждает в значительной экономии электроэнергии при использовании люминесцентных ламп вместо ламп накаливания.

Однако обычно при отсутствии измерения освещенности в настольную лампу вкручивают ту лампу, какая оказалась в наличии, т.е. любой мощности, и это снова ведет к увеличению расхода электроэнергии.

Проводя измерения и подбирая лампы соответствующего типа и мощности, мы не только экономим средства, но обеспечиваем оптимальную работу органов зрения.

Таблица 2

| | | | | | | |
|-----------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| $P_{\text{ном}}$, Вт | 8 | 12 | 15 | 20 | 23 | 26 |
| I , А | 0,025 | 0,05 | 0,06 | 0,07 | 0,084 | 0,098 |
| $P_{\text{фак}}$, Вт | 5,55 | 11,1 | 13,32 | 15,54 | 18,65 | 21,75 |

В.Ф.Шилов

(г. Москва)

Когда эта статья уже версталась, пришло печальное известие о внезапной кончине ее автора. Валентин Федорович Шилов был большим другом нашего журнала, много помогал в работе редакции, не одно десятилетие находясь в составе редколлегии «Физики в школе». Это была творческая личность. Всю жизнь он отдал развитию и пропаганде школьного физического эксперимента. Все кто общался, работал с Валентином Федоровичем сохраняют о нем долгую светлую память.

Редакция журнала

Указатель статей, опубликованных в 2007 г.

Два звена одной цепи. № 4, с. 3.

Дорогие читатели (обращение министра образования и науки Астраханской области). № 7, с. 3.

Подготовка к итоговой аттестации учащихся. № 1, с. 3.

Проблема интеграции в науке и образовании: вчера, сегодня, завтра. № 3, с. 3.

Слово членам редколлегии журнала. № 5, с. 3.

Управление качеством обучения по предмету. № 8, с. 3.

Учителя физики Кировской области: труд, поиски, творчество... № 6, с. 3.

Актуальное интервью

Об оценке качества образования. № 2, с. 3.

ФИЗИКА И ТЕХНИКА

Материалы-невидимки. № 1, с. 4.

Новости из мира науки и техники. № 3, с. 4.

Поляков Г.Г. Вулканы — неисчерпаемые источники энергии, тепла и минеральных ресурсов. № 7, с. 11.

Выдающиеся ученые

Королев Ю.А. Густав Герц. № 4, с. 4.

Королев Ю.А. Луиджи Гальвани. № 8, с. 4.

Королев Ю.А. Он должен был быть нобелевским лауреатом. № 2, с. 8.

Королев Ю.А. Электрофизик Д.А. Лачинов. № 3, с. 9.

Щербаков Р.Н. Генрих Герц. № 1, с. 8.

Щербаков Р.Н. Евгений Константинович Завойский. № 5, с. 3.

«Астраханский Циолковский». № 7, с. 21.

В.А.Фабриканту — 100 лет. № 8, с. 4.

МЕТОДИКА. ОБМЕН ОПЫТОМ

Баркова Е.Ю. Проектная деятельность учащихся при обучении физике в средней школе. № 7, с. 53.

Беленок И.Л., Величко А.Н. Начинаем решать физические задачи. № 5, с. 57.

Беленок И.Л., Машкина Ю.Д. Развитие интеллектуальных способностей учащихся на уроках физики. № 5, с. 34.

Валов М.В. Применение метода проектов для подготовки учащихся к научно-практическим конференциям. № 5, с. 39.

Валова Т.Ф. На экзамен — как на праздник. № 5, с. 53.

Величко А.Н., Рыбакова Т.В. Готовность учеников и учителей к осуществлению исследовательской деятельности на уроках физики. № 5, с. 27.

Гавриленкова И.В. Подготовка учащихся к выбору профессии в процессе обучения физике. № 7, с. 33.

Гацко О.М. Подготовка текстов для экзаменационных билетов. № 1, с. 15; № 2, с. 20.

Глушенко Е.П. Цикл познания в физической науке и его использование в практике обучения физике. № 5, с. 23.

Дементьева Е.С. Творческие межпредметные семинары в выпускных гуманитарных классах. № 3, с. 34.

Зинатова М.Х. Урок «Сила тока. Напряжение. Сопротивление». № 6, с. 29.

Казакова Ю.В. Развитие мышления учащихся при формировании умений работать с текстом. № 1, с. 27.

Каптелова Н.В. Защита проектов как форма организации итогового повторения. № 1, с. 35.

Киселева И.Г. Структурирование содержания учебного материала по этапам познания. № 5, с. 18.

Кокшарова Т.А. Обучение физике в V–VI классах в условиях реализации интегративного образовательного процесса. № 4, с. 30.

Крутова И.А. Эмпирический метод познания в науке и школьном курсе физики». № 7, с. 13.

Крутова И.А., Фисенко М.А. Организа-

ция познавательной деятельности учащихся на уроках физики. № 7, с. 21.

Лебедева Н.А. Комплекс интегрированных уроков в старшей профильной школе. № 3, с. 20.

Лежелепова О.Л. Из опыта диагностики умений работать с учебником физики. № 6, с. 18.

Марущак С.В. Формирование представлений учащихся о современных измерительных приборах в основной школе. № 5, с. 55.

Митрофанова Н.В. Проведение экзамена по физике в IX классе. № 1, с. 20.

Мякишева Т.Л. Урок повторения «Плотность вещества». № 6, с. 34.

Одинцова Н.И., Яковец Е.Е. математические затруднения школьников при изучении физики и пути их преодоления. № 3, с. 22.

Онькова О.В. Тест по теме «Трансформаторы». № 5, с. 64.

Организация и содержание работы по составлению и экспертизе аттестационного материала. № 1, с. 14.

Петрова Е.Б. Интеграция в науке и образовании: история и современность. № 3, с. 13.

Петросян Г.П., Восканян Э.Г., Петросян П.Г. Установление межпредметных связей при проведении физико-зоологической викторины. № 3, с. 37.

Прасолова О.А. Позволить быть... № 5, с. 49.

Рябушкина В.М. Физические вопросы в курсе «Окружающий мир». № 4, с. 21.

Серополова Е.Я. Межпредметные связи и формирование естественнонаучных понятий при обучении физике в основной школе. № 3, с. 30.

Синенко В.Я. О некоторых путях решения проблем обучения физике в Новосибирском регионе. № 5, с. 13.

Смирнова В.В. Урок на тему «Альтернативные способы космических путешествий». № 7, с. 47.

Снегирева М.С., Щелькалова О.Л. За-

дания для итоговой аттестации в XI классе. № 2, с. 37.

Соколова Н.В. Проектирование процесса обучения физике на основе метода научного познания. № 6, с. 7.

Степанова Г.Н. Раннее обучение физике. № 4, с. 6.

Стефанова Г.П. Подготовка учащихся к практической деятельности на уроках физики. № 7, с. 13.

Тишкова С.А. Построение физической модели ситуации при решении физических задач. № 7, с. 42.

Тузова Н.Н. Развитие умений работать с учебником. № 1, с. 33.

Тылец Н.Н. «Резонансный» подход к построению обучения. № 4, с. 13.

Уфимцева Н.Н. Метеорологические наблюдения в школе. № 4, с. 25.

Федотова В.В. Тематические зачеты по оптике. № 1, с. 21.

Фирюлина Н.В. Построение модели личностно-ориентированного урока. № 6, с. 23.

Юрьев К.А. Физико-экологические элементы знаний и мотивация учащихся при обучении физике. № 5, с. 42.

ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ

Богов А.В., Тимеркаев Б.А. Подготовка школьников общеобразовательных учреждений к тестированию и ЕГЭ по физике. № 8, с. 7.

Демидова М.Ю., Никифоров Г.Г. Особенности ЕГЭ по физике в 2007 г. № 2, с. 52.

Демидова М.Ю., Никифоров Г.Г., Нурминский А.И. Аналитический отчет по результатам ЕГЭ по физике в 2006 г. № 1, с. 50; № 2, с. 42.

Демидова М.Ю. и др. Модель единого государственного экзамена по физике в 2009 г. № 8, с. 26.

Потапова И.В., Шахматова В.В., Зырянова Н.Д. Поиски новых технологий. № 8, с. 16.

Трифорова Л.Б. Общие подходы в подготовке к ЕГЭ по физике. № 8, с. 21.

Шафиев М.И. Опыт проведения ЕГЭ по физике в Астрахани. № 7, с. 4.

Подготовка школьников Ростовской области к ЕГЭ. № 8, с. 23.

Учебники физики

Коровин В.А. Учебные издания по физике на 2007/2008 учебный год. № 6, с. 36.

Мошейко Л.П. Самооценивание учащихся в процессе проведения контрольных работ по физике. № 1, с. 39.

Разумовский В.Г. и др. Технология развития способностей школьников самостоятельно учиться, мыслить и творчески действовать. № 6, с. 50.

Тихомиров С.Е. Об использовании учебника для развития мыслительной деятельности учащихся. № 6, с. 55.

Информационные технологии

Камзеева Е.Е. Интернет-уроки по физике. № 3, с. 54.

Осипова Т.А., Шляго А.А. Из опыта использования мультимедийных технологий на уроках физики. № 1, с. 42.

Эмирбеков М.Э. Использование устаревших компьютеров для решения некоторых практических задач в школе. № 1, с. 46.

Профильное обучение

Браун С.В. Пример связи физики с историей техники. № 4, с. 42.

Брынева В.В. Физика. Сельское хозяйство. Экология. № 4, с. 46.

Брынева В.В. Элементы механики и явления природы (элективный курс). № 3, с. 50.

Воронкович Г.И. Комплексная экскурсия на атомный ледокол. № 4, с. 57.

Гоголашвили О.В., Кузьмин Н.Н. Реализация межпредметных связей на основе проведения элективных курсов. № 3, с. 40.

Головин П.П. Современные проблемы политехнического обучения. № 4, с. 39.

Лашенко О.В. Физика помогает лечить и диагностировать (элективный курс). № 3, с. 48.

Сакович Л.П. Топливо-энергетический комплекс Сахалинской области (элективный курс). № 3, с. 46.

Сакович Л.П. Элективные курсы по физике: региональные аспекты. № 3, с. 45.

Степанов Д.Л. Физика и сельское хозяйство. № 4, с. 49.

В копилку методических находок

Румянцева Л.Н. Используем литературно-физические эссе. № 3, с. 53.

КУРС ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ

Щербаков Р.Н. Принципы симметрии в курсе физики. № 4, с. 62.

ЭКСПЕРИМЕНТ

Атаманченко А.К. Несколько опытов. № 8, с. 61.

Бутырский Г.А. Варианты использования пластиковых бутылок в учебном физическом эксперименте. № 6, с. 64.

Глазкова К.Р. Экспериментальные задания на обобщающем уроке по теме «Механические колебания». № 3, с. 57.

Жакин С.П. Работа практикума «Определение плотности сыпучих и пористых тел». № 6, с. 58.

Желюк О.Н. Применение компьютерной техники при изучении физического маятника. № 3, с. 63.

Ибатулин Ш.М. Из опыта изготовления демонстрационных приборов по электродинамике. № 7, с. 72.

Ким К.К. Домашний физический практикум. № 4, с. 74.

Король П.И. Прибор для демонстрации равновесия. № 5, с. 80.

Крутова И.А. Экспериментальные исследования свойств проводников и диэлектриков в электростатическом поле. № 7, с. 69.

Любимова Г.В. Две экспериментальные работы по атомной физике. № 2, с. 63.

Маюров В.С. Две демонстрации к изучению преломления света. № 1, с. 71.

Синицын Г.Ф. Демонстрации поверхностных свойств жидкости. № 8, с. 61.

Смирнов А.В., Логинов Л.А. Демонстрация применения закона Паскаля на медицинском оборудовании. № 3, с. 66.

Смирнов В.В. Учителю о подготовке физического эксперимента. № 7, с. 61.

Чупашев В.Г. Прибор для определения скорости звука в воздухе методом резонанса. № 3, с. 58.

Шакуров З.З. Простые демонстрационные опыты на уроках физики. № 8, с. 55.

Шефер Н.И., Мушенок Ф.Б. Моделирование молекулярно-кинетических явлений. № 6, с. 61.

Шефер Н.Н., Ананьев Д.В. Модель оптического пирометра с исчезающей нитью. № 1, с. 68.

Шилов В.Ф. Альтернативные источники электропитания для лабораторных работ по физике. Два демонстрационных прибора по механике. № 5, с. 77.

Шилов В.Ф. Пособия для демонстраций по электродинамике. № 7, с. 73.

Предложения и советы

К изучению броуновского движения (с. 67). № 8.

К изучению плотности вещества (с. 66). № 5.

АСТРОНОМИЯ

Вахрушев В.В. Тестовые задания по астрономии. № 3, с. 69.

Королев Ю.А. Основоположник практической космонавтики (к 100-летию С.П.Королева). № 1, с. 73.

Корчагина Н.Н. Игра по астрономии в XI классе. № 4, с. 78.

Кузьмичева А.А. Изучение элементов астрономии и космонавтики в курсе физики основной школы. № 6, с. 67.

Попова А.С. Астрономия в литературных произведениях. № 7, с. 77.

Широков А.Н. Интегрированный урок астрономии в XI классе. № 8, с. 68.

ПОСЛЕ УРОКОВ

Браверман Э.М. Музей космонавтики таганрогской средней школы № 3 им. Ю.А.Гагарина. № 8, с. 72.

ЗАДАЧИ И ВОПРОСЫ

Бондаров М.Н. Задачи с псевдорешениями. № 2, с. 74.

Гырдымов М.В. Творческое решение учебной задачи. № 6, с. 72.

Дроздов В.Б. Сферическое зеркало — на урок физики. № 5, с. 71.

Ларина Т.А. Использование экспериментальных задач при изучении динамики. № 5, с. 67.

Консультация

Шилов В.Ф. О Подборе осветительных ламп в школе и дома. № 8, с. 75.

Информация

Краткий календарь физики и астрономии на 2007 г. (январь, февраль). № 1, с. 80.

Рекешева Ф.М. Решение проблемы трудоустройства молодых учителей в Астраханском регионе. № 7, с. 79.

Поздравляем

Майера В.В. № 3, с. 77.

Орлова В.А. № 2, с. 78.

Нам пишут

Бабаджанов К.Э. Физические основы работы компьютера (элективный курс). № 8, с. 70.

Злобина С.П. Задачи, требующие комплексного применения знаний. № 5, с. 70.

Криницын В.Н. Определение влажности воздуха. № 6, с. 71.

Курилева Н.Л. Урок по теме «Испарение». № 5, с. 72.

Ольховская И.Г. Применение метода проектов для подготовки учащихся IX классов к итоговой аттестации. № 4, с. 37.