

ФИЗИКА

ISSN 2077-0049
ИЗДАЕТСЯ С 1992 г.
№ 12 (969)

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ, АСТРОНОМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
fiz.1september.ru

№12

Результаты ЕГЭ-2014

с. 4

Решение задач

Минимум по теме «Влажность»

с. 17

Инженерная олимпиада

с. 40

Плехановская олимпиада

с. 46

Эксперимент

Радиоэкология

с. 21

Снежинки

с. 32



Издательский
дом
1september.ru

Первое сентября | декабрь 2014

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

В номере

- | | | | |
|------------------------|---|------------------|--|
| ДОКУМЕНТЫ | | | АСТРОНОМИЯ |
| 4–16 | М.Ю. Демидова
Основные результаты
ЕГЭ-2014 г. по физике | 30, 31
34, 35 | Проф. В.М. Чаругин
Звёздное небо в январе |
| 55–61 | Содержание журнала
«Физика» ИД «Первое
сентября» за 2014 г. | 32–33 | И ШКОЛЬНИКУ, И УЧИТЕЛЮ, И ...
У нас в гостях журнал
«Квантик»: Снежинки...
А. Бердников |
| РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ | | 36–38 | В.Ф. Карташов
Чем была Рождественская
звезда? |
| 17–20 | Д.А. Ивашкина
Задачный минимум по
теме «Насыщенный пар.
Влажность». 10–11 кл. | 39 | Н.Д. Козлова
«ЕГЭ» по-американски |
| ЭКСПЕРИМЕНТ | | 40–45 | АБИТУРИЕНТУ
Е.Б. Весна, С.Е. Муравьев,
В.И. Скрытный
Инженерная олимпиада
школьников |
| 21–23 | А.А. Басов,
проф. А.А. Радионов,
Г.М. Соколова, А.Н. Яшина
Радиоэкология
в общеобразовательной
школе. 11 кл. | 46–48 | В.С. Веретин, П.А. Поляков,
С.М. Черновский
Плехановская олимпиада
школьников по физике-2014 |
| МЕТОДИКА | | 49–54 | ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ
45 Книги издательства «Век 2»,
призёры фонда «Династия»
Н.В. Латухина
Физические основы
нанотехнологий. Лекция 8 |
| 24–25 | С.В. Анофрикова,
Е.А. Ковалёва
Умение правильно
формулировать цель своей
деятельности – основа её
успешности | 62 | Рефераты электронных
публикаций |
| УЧЕБНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | |
| 26–28 | Г.А. Аджемян
Пропедевтика элементов
физики на уроках математики
при формировании УУД.
5–6 кл. | | |

 К материалам, обозначенным этим символом, см. электронные дополнения в своём Личном кабинете на сайте www.1september.ru.

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Уважаемые подписчики бумажной версии журнала!
Дополнительные материалы к номеру и электронная версия журнала находятся в вашем Личном кабинете на сайте www.1september.ru
Для доступа к материалам воспользуйтесь, пожалуйста, кодом доступа, вложенным в июльско-августовский двоянный номер журнала (№ 7-8/2014).
Срок действия кода с 1 июля по 31 декабря 2014 года.
Для активации кода:
• Зайдите на сайт www.1september.ru
• Откройте личный кабинет (зарегистрируйте, если у вас его ещё нет)
• Введите код доступа и выберите своё издание
Справки: podpiska@1september.ru или через службу поддержки на портале «Первого сентября»

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
«ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ»

Главный редактор:

Артем Соловейчик
(генеральный директор)

Коммерческая деятельность:

Константин Шмарковский
(финансовый директор)

Развитие, IT и координация проектов:

Сергей Островский
(исполнительный директор)

Реклама, конференции и техническое

обеспечение Издательского дома:

Павел Кузнецов

Производство:

Станислав Савельев

Административно-хозяйственное

обеспечение: Андрей Ушков

Педагогический университет:

Валерия Арсланян

(ректор)

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

Английский язык – А.Громушкина,

Библиотека в школе – О.Громова,

Биология – Н.Иванова,

География – и.о. А.Митрофанов,

Дошкольное образование – Д.Тюттерин,

Здоровье детей – Н.Сёмина,

Информатика – С.Островский,

Искусство – О.Волкова,

История – А.Савельев,

Классное руководство

и воспитание школьников – М.Битянова,

Литература – С.Волков,

Математика – Л.Рослова,

Начальная школа – М.Соловейчик,

Немецкий язык – М.Бузоева,

ОБЖ – А.Митрофанов,

Русский язык – Л.Гончар,

Спорт в школе – О.Леонтьева,

Технология – А.Митрофанов,

Управление школой – Е.Рачевский,

Физика – Н.Козлова,

Французский язык – Г.Чесновицкая,

Химия – О.Блохина,

Школа для родителей – Л.Печатникова,

Школьный психолог – М.Чибисова

УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО «ЧИСТЫЕ ПРУДЫ»

Зарегистрировано ПИ № ФС77-44336 от 21.03.11

в Министерстве РФ по делам печати

Подписано в печать: по графику 15.10.14,

фактически 15.10.14. Заказ №

Отпечатано в ОАО «Первая Образцовая

типография», филиал «Чеховский Печатный

Двор» Ул. Полиграфистов, д. 1, Московская

область, г. Чехов, 142300; сайт: www.chpd.ru;

e-mail: sales@chpk.ru; факс: 8 (496) 726-54-10,

8 (495) 988-63-76

Электронные публикации рецензируются,

но не оплачиваются. Подробнее см.

Правила в № 2/2011, с. 47 и на сайте

журнала <http://fiz.1september.ru> в разделе

Правила для авторов публикаций

АДРЕС РЕДАКЦИИ

И ИЗДАТЕЛЯ:

ул. Киевская, д. 24, Москва, 121165

Тел./факс: (499) 249-3138

Отдел рекламы: (499) 249-9870

Сайт: 1september.ru



РЕДАКЦИЯ:

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

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

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

Дизайн макета:
И.Е. Лукьянов

Корректурa и набор:
И.С. Чугреева

Вёрстка:
Д.В. Кардановская

Иллюстрации: Фотобанк Shutterstock,
если не указано иное

Журнал распространяется по подписке

Цена свободная Тираж 18 000 экз.

Тел. редакции: **(499) 249-2883**

E-mail: **fiz@1september.ru**

Internet: **fiz.1september.ru**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н.Д. Козлова (председатель, к. т. н.), **Л.П. Алексеева** (к. ф.-м. н.), **К.Ю. Богданов** (к.ф.-м.н., д.биол.н.), **М.А. Бражников** (ИХФ РАН), **В.А. Грибов** (к.ф.-м.н., МГУ им. М.В. Ломоносова), **С.Я. Ковалева** (зам. гл. редактора, к.п.н., МБОУ ВПО АСОУ МО), **Л.В. Пигалицын** (Нар. учитель России, МБОУСОШ № 2 с УИПФМЦ, г. Дзержинск), **В.М. Чаругин** (д.ф.-м.н., проф. МПГУ, действительный член РАКЦ).

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:

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

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:

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

Новогодняя задачка



<http://funnypicturesgallery.net/wp-content/uploads/2012/10/funny-wallpapers-christmas-1.jpg>

Пролетая над Саратовом, Дед Мороз сбросил подарок для всего класса, и за последние 20% времени падения мешок пролетел 725,4 м. Высоко ли летел любимый Дедушка?

Чтобы дети могли решить эту прелестную задачку, надо успеть напомнить им одну находку Галилея. Сложным, геометрическим путём великий учёный заметил, что в первую долю движения свободно падающее тело пролетает путь $0,5g$, считая время равным единице. За две такие доли – в 4 раза больше (все же помнят $0,5gt^2$!) А это значит, что за одну только вторую долю оно пройдёт в $4 - 1 = 3$ раза больше, чем в первую.

Дальше. Берём три таких доли, получаем общий путь в 9 раз больше, чем в одну первую. А за одну только третью путь окажется $(9 - 3 - 1) \cdot 0,5g = 5 \cdot 0,5g$, то есть в 5 раз больше, чем в первую долю...

Ну, тут школьники обычно и радуются – понятно! Пути за последовательные равные отрезки времени при равноускоренном движении пропорциональны ряду нечётных чисел $1 : 3 : 5 : 7 : \dots$

Подарок от Деда Мороза пролетел известно какое расстояние за 20% времени падения, по другому сказать – за пятую часть. Значит, всех частей было $1 + 3 + 5 + 7 + 9$, всего 25. Если разделить всю высоту полёта сказочного персонажа на эти 25 частей, да полученное расстояние умножить на 9 (столько частей приходится на последнюю долю), получим данные нам 725,4 м. А всю высоту найдём... Считайте быстрее, сейчас подарок на нас рухнет!

Ну, правильно: $725,4 : 9 \cdot 25 = 2015$.

С Новым 2015-м Годом!

На всякий случай давайте проверим себя. Вот когда делим на 9 заданный последний отрезок, находим путь за одну первую долю времени движения, это 80,6 м, за вторую долю имеем в 3 раза больше – 241,8 м, за третью – ровно 403 м, за четвертую – 564,2 м, наконец, за последнюю, пятую долю расстояние составит... верно, это же мы и по условию знаем: 725,4 м. Сложим все отрезки, и снова... 2015 – с Новым Годом!

Хотя кто-нибудь из креативных (модное сейчас словечко, правда?) учителей может придумать и другое применение этой задачи. Мне она кажется интересной, живой и полезной с разных точек зрения. В ней фокусируется не только физика, но и её история, и математика, и логика, наконец!

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

Основные результаты ЕГЭ-2014 г. по физике

Представлены основные положения аналитического отчёта ФИПИ по результатам ЕГЭ-2014 по физике: краткая характеристика КИМ ЕГЭ по физике и участников экзамена, основные результаты. Проанализированы достижения участников экзамена, приведены проблемные задания, вызвавшие трудности.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ЕГЭ-2014

М.Ю. ДЕМИДОВА
demidovaktv1@yandex.ru,
МЦКО, ФИПИ,
г. Москва

Краткая характеристика КИМ ЕГЭ-2014 по физике

В основе конструирования КИМ лежит требование обеспечения содержательной валидности, поэтому каждый вариант направлен на проверку всех содержательных разделов школьного курса физики: механика, МТК и термодинамика, электродинамика и квантовая физика. При этом наиболее важные содержательные элементы проверяются заданиями различного уровня сложности, а общее число заданий по каждому разделу в целом пропорционально его содержательному наполнению и времени, отводимому на его изучение в школьном курсе.

Каждый вариант экзаменационной работы 2014 г. состоял из трёх частей и включал 35 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержала 21 задание с выбором ответа, часть 2 – 4 задания, к которым требовалось дать краткий ответ в виде последовательности цифр, часть 3 – 10 заданий, объединённых общим видом деятельности (решение задач), из них 4 задания с выбором одного верного ответа и 6 заданий с требованием развёрнутого ответа.

Структура работы обеспечивала проверку следующих видов деятельности: владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики (понимание смысла физических понятий, явлений, моделей, величин, законов), освоение базовых знаний о методах научного познания, решение задач различного типа и уровня сложности. Овладение умениями по работе с информацией физическое содержание проверялось в тесте опосредованно при использовании различных способов представления информации в текстах заданий или distractорах (графики, таблицы, схемы и схематические рисунки). В экзаменационной работе использовались задания по фотографиям или рисункам физических опытов, которые диагностируют овладение экспериментальными умениями.

Большинство заданий с выбором ответа, а также задания на соответствие проверяли овладение основным понятийным аппаратом школьного курса физики. Два последних задания в первой части работы были направлены на проверку различных методологических умений.

Наиболее важным видом деятельности с точки зрения успешного продолжения образования в вузе является решение задач. Каждый вариант включает задачи по всем разделам разного уровня сложности, позволяющие проверить умение применять физические законы и формулы как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания.

В целях дифференциации выпускников в работу включаются задания трёх уровней сложности. Задания базового уровня входили как в часть 1 работы (20 заданий с выбором ответа), так и в часть 2 (2 задания с кратким ответом). Задания повышенного уровня были распределены так: 2 задания с кратким ответом (ч. 2), 5 заданий с выбором ответа и одно с развёрнутым ответом (ч. 3), 5 – с полным решением (ч. 3). Они проверяли умение использовать законы и теории физики в изменённой или новой ситуации.

Выполнение заданий базового уровня сложности позволяет оценить уровень освоения наиболее значимых содержательных элементов стандарта по физике средней школы и овладение наиболее важными видами деятельности. Среди заданий базового уровня выделяются задания, содержание которых соответствует стандарту базового уровня. Минимальное количество баллов ЕГЭ, подтверждающее освоение выпускником программы среднего (полного) общего образования по физике, устанавливается исходя из требований освоения стандарта базового уровня. Использование в экзаменационной работе заданий повышенного и высокого уровней сложности позволяет оценить степень подготовленности учащегося к продолжению образования в высшем учебном заведении.

Модель КИМ ЕГЭ по физике в 2014 г. по сравнению с предыдущим годом осталась без принципиальных изменений. Однако процесс совершенствования КИМ затронул следующие аспекты: • были усовершенствованы критерии оценивания заданий с развернутым ответом • в вариантах была увеличена доля заданий, проверяющих особенности различных физических явлений, за счёт вопросов, касающихся применения формул и законов в рамках простых ситуаций расчётного характера • в рамках проверки методологических умений была увеличена доля заданий, проверяющих умение интерпретировать результаты различных опытов на основе экспериментальных данных: таблиц или графиков зависимостей величин, построенных с учётом абсолютных погрешностей измерений.

Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы (51 балл) и общее время выполнения работы (235 минут) не изменились. На основе баллов, выставленных за выполнение всех заданий работы, подсчитывалось число баллов по 100-балльной шкале. Минимальная граница ЕГЭ по физике 2014 г. была установлена на уровне 36 тестовых баллов и по сравнению с предыдущим годом не менялась.

Характеристика участников экзамена

В ЕГЭ по физике в 2014 г. приняло участие 177 150 выпускников. В табл. 1 приведены данные об участниках экзамена в сравнении с двумя предыдущими годами.

Таблица 1
Участники ЕГЭ по физике в 2012–2014 гг.

Год	Сдавали ЕГЭ по физике, чел.	Доля от общего числа сдававших ЕГЭ
2012	205 988	26,2%
2013	191 277	23,5%
2014	177 150	24,5%

Ежегодное заметное уменьшение числа экзаменуемых следует отнести к общему снижению числа выпускников школ в связи с демографической ситуацией. В процентном отношении к общему числу выпускников, число выбравших физику для поступления в вузы, остаётся примерно тем же.

Наибольшее количество выпускников, сдававших ЕГЭ по физике, отмечено в г. Москве, Республике Башкортостан, Московской области, Республике Татарстан, г. Санкт-Петербурге, Ростовской и Свердловской областях. В среднем по регионам число участников по сравнению с прошлым годом сократилось на 6–7% и находится примерно на уровне 2012 г. Исключение составляют Республика Ингушетия, где число участников сократилось почти на 40%, Карачаево-Черкесская Республика – примерно на 28%, Кемеровская область – на 20%.

Основные результаты экзамена

Результаты ЕГЭ по физике в 2014 г. оказались ниже показателей прошлого года, но сопоставимыми с результатами 2012 г. В стобалльной шкале средний тестовый балл 45,7, что заметно ниже показателей 2013 г. (54,7), но сравнимо с результатом 2012 г. (47,6).

Продолжает наблюдаться существенный разброс в результатах по субъектам РФ: средний тестовый балл по регионам варьировался от средних баллов, сопоставимых с минимальной границей, до 53,2 баллов.

В табл. 2 приведены итоги ЕГЭ по физике 2014 г. по тестовым баллам, а на рис. 1, 2 показаны распределения тестируемых по первичным баллам в 2014 и 2012 гг.

Не преодолели минимальную границу 16,9% участников экзамена (в 2012 г. – 12,6%), при сильной дифференциации по регионам (меньше всего – не более 6,5% – в Хабаровском, Камчатском, Пермском краях и Оренбургской области).

Доля высокобалльников (81–100 баллов) в среднем по РФ составила 2,94%, что опять-таки сравнимо с результатами 2012 г. (2,29%). В ряде регионов это число превысило 4,5% (г. Москва, Челябинская, Московская и Калужская области, г. Санкт-Петербург, Пермский край, Республика Башкортостан).

В принятой системе шкалирования последний участок распределения – выше 33 первичных баллов (или 62–100 тестовых баллов) – интерпретируется как показатель числа успешных выпускников, готовых к продолжению образования в вузах. Более 62 баллов набрали всего 10,6% сдававших. Это тревожный сигнал для вузов, так как большинство нынешних абитуриентов нуждаются в коррекционной работе по повторению школьного курса физики.

Максимальный тестовый балл набрали 139 участников экзамена (0,08%) – меньше, чем в 2013 г. (472 чел.), но больше, чем в 2012 г. (43 чел.). 100-балльники есть в 38 регионах, наибольшее их число в г. Москве и Санкт-Петербурге, Московской, Свердловской, Нижегородской и Челябинской областях, Республике Татарстан.

Таблица 2
Распределение участников экзамена по полученным тестовым баллам

Баллы	Доля участников
0–10	0,3
11–20	2,9
21–30	9,3
31–40	24,5
41–50	32,6
51–60	18,5
61–70	5,4
71–80	3,6
81–90	2,0
91–100	0,9
Итого	100,0

Результаты выполнения заданий КИМ ЕГЭ-2014 г.

Анализируя выполнение заданий ЕГЭ по физике текущего года, можно говорить об основных результатах по видам деятельности: овладение основным понятийным аппаратом школьного курса физики, освоение методологических умений и решение задач.

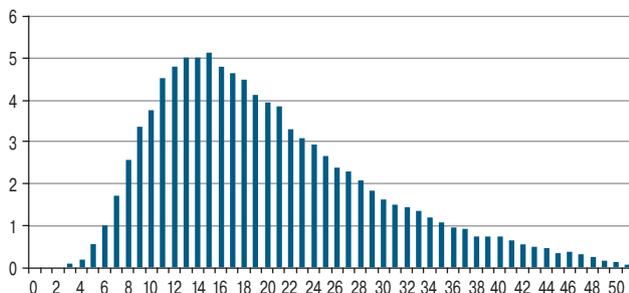


Рис. 1. Распределение первичных баллов (макс. – 11), ЕГЭ-2014

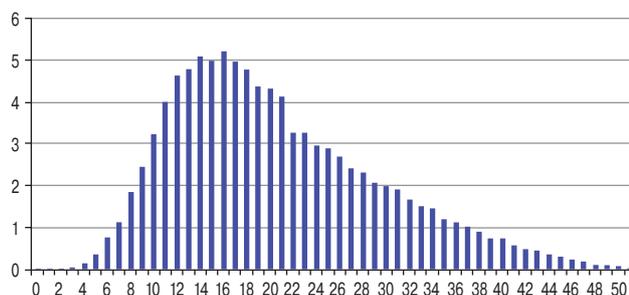


Рис. 2. Распределение первичных баллов (макс. – 11), ЕГЭ-2012

Освоение понятийного аппарата проверялось в КИМ ЕГЭ заданиями с выбором ответа первой части работы и заданиями с кратким ответом второй части. Рассмотрим результаты выполнения заданий, направленных на оценку трёх групп умений: • анализ физических явлений и описание процессов с использованием физических величин • понимание смысла физических величин и законов, основных физических принципов и постулатов • понимание смысла физических моделей.

В каждом экзаменационном варианте часть заданий базового уровня с выбором ответа и два задания с кратким ответом проверяли усвоение различных физических явлений и процессов. При этом небольшая часть заданий была ориентирована на узнавание явлений или условий их протекания, а большинство заданий — на объяснение явлений и анализ физических процессов на основании имеющихся теоретических знаний.

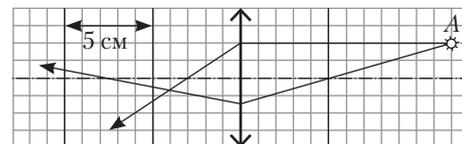
Наиболее высокие результаты получены для заданий с выбором ответа, оценивающих взаимодействие постоянных магнитов (71%), узнавание явлений дисперсии и дифракции (85%) и явлений плавления, кипения и кристаллиза-

ции (78%), изображение в плоском зеркале (85%) и изображение в линзах (82%). В последнем случае у учащихся возникали затруднения, если кроме определения положения изображения необходимо было вычислить оптическую силу линзы (49% выполнения).

Пример 1

На рисунке показан ход двух лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.

Какова приблизительно оптическая сила этой линзы?



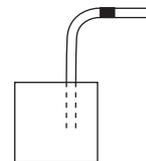
- 1) 17 дптр;
- 2) 20 дптр;
- 3) 14 дптр;
- 4) 33 дптр.

Несколько ниже оказались результаты выполнения заданий, в которых нужно было вычленить верное описание различных свойств явлений: • диффузия и броуновское движение (54%) • кристаллизация и плавление (62%) • влажность воздуха (64%) • интерференция света (55%).

Наиболее сложными стали задания, в которых нужно было соотнести описание реального процесса с одним из изопроцессов в газах.

Пример 2

В герметично закрытый пакет из-под сока вставлена изогнутая трубочка для коктейлей (см. рисунок), внутри которой находится небольшой столбик сока. Если обхватить пакет руками и нагревать его, не оказывая на него давления, столбик сока начинает двигаться вправо к открытому концу трубочки. Какой процесс происходит с воздухом в пакете?



- 1) изохорное нагревание;
- 2) изобарное расширение;
- 3) изотермическое расширение;
- 4) адиабатное сжатие.

С этим заданием справилось лишь 42% сдававших. Очевидно, анализ реальных жизненных ситуаций необходимо чаще включать в учебный процесс.

Задания с кратким ответом были направлены на проверку умения применять физические величины для анализа различных физических процессов. Как правило, использовались типовые учебные ситуации, для которых необходимо было определить характер изменения трёх различных физических величин. Ниже перечислены результаты выполнения таких заданий в зависимости от рассматри-

ваемого процесса (средний процент тестируемых, набравших за задание 2 балла): • движение тела, брошенного горизонтально – 33% • движение тела по наклонной плоскости – 20% • изопрцессы, процессы в газах – 48% • зарядка конденсатора, подключённого к источнику тока – 18% • дифракция света – 10% • явление фотоэффекта – 18% • ядерные реакции – 38%. Для всех этих заданий характерен невысокий процент полностью верного выполнения. Однако у групп учащихся со средним уровнем подготовки процент получения 1 балла при частично верном ответе достаточно высокий. Рассмотрим пример.

Пример 3

Объём сосуда с идеальным газом увеличили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру в сосуде постоянной. Как изменились при этом давление газа в сосуде, его плотность и внутренняя энергия? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась;
- 2) уменьшилась;
- 3) не изменилась.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа в сосуде	Плотность газа в сосуде	Внутренняя энергия газа в сосуде

При выполнении этого задания 51% участников экзамена правильно указали характер изменения давления и плотности газа. Трудности оказались связаны с характером изменения внутренней энергии. Лишь 17% выпускников указали на уменьшение внутренней энергии в связи с уменьшением количества вещества. Остальные же, опираясь на постоянство температуры, указали, что внутренняя энергия не изменилась.

Если сравнивать реальные результаты выполнения заданий с кратким ответом на анализ изменения физических величин в различных процессах с экспертной трудностью, то наибольший «отрыв» в сторону более низких результатов отмечается для заданий на фотоэффект.

Пример 4

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фото-

эффекта и измеряли напряжение запирания. Как изменится частота световой волны, напряжение запирания и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Напряжение запирания	Работа выхода

В этом задании лишь четверть тестируемых верно указала изменения для всех трёх величин: уменьшение частоты света и напряжения запирания, а также неизменность для материала работы выхода. Почти 10% ошиблись при определении изменения частоты света, верно определив для этого случая изменения остальных величин. Ещё 17% получили по 1 баллу, сделав ошибку при определении характера изменения напряжения запирания.

Значительная часть заданий с выбором ответа и два задания с кратким ответом в каждом варианте были направлены на проверку понимания смысла физических величин и законов. Модели заданий подбирались таким образом, чтобы осуществить диагностику усвоения этих содержательных элементов как на уровне простого узнавания формул, так и применения их при расчётах в простых учебных ситуациях. Среди заданий с выбором ответа можно выделить три основных группы: • проверка понимания формулы или закона с использованием простейших расчётов • проверка понимания формулы и закона с использованием графиков • определение направления или значения величины с использованием схематических рисунков.

Для первой группы высокие результаты, демонстрирующие освоение соответствующих элементов содержания, отмечены для групп заданий, проверяющих следующие формулы и законы: • ускорение – 88% выполнения • законы Ньютона – 74% • сила упругости, сила трения – 72% • кинетическая и потенциальные энергии – 84% • средняя кинетическая энергия теплового движения частиц – 68% • закон всемирного тяготения – 60% • уравнение состояния идеального газа – 66% • внутренняя энергия идеального газа – 69% • закон Кулона – 71% • закон Ома для участка и для полной цепи – 80% • магнитный поток – 69% • период и частота колебаний в колебательном контуре – 69%. Ниже приведён пример задания на проверку закона Ома для полной цепи, с которым справляется 81% участников экзамена.

Пример 5

К батарее с ЭДС, равной 24 В, и внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор сопротивлением 4 Ом. Какова сила тока в цепи?

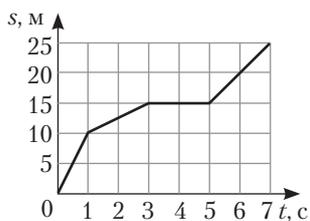
- 1) 12 А; 2) 6 А; 3) 3 А; 4) 4 А.

Для остальных проверяемых формул и законов при использовании заданий расчётного характера получены результаты в диапазоне 50–61% выполнения: • гидростатическое давление, сила Архимеда – 45% • период колебаний маятников – 56% • влажность воздуха – 60% • закон Джоуля–Ленца – 58% • ЭДС в движущемся проводнике – 56% • показатель преломления света – 61% • энергия кванта света – 51% • уравнение Эйнштейна для фотоэффекта – 59%.

Для заданий с использованием графиков результаты выше 65% отмечены для групп заданий, оценивающих: скорость равномерного движения, ускорение равноускоренного движения, второй закон Ньютона и внутреннюю энергию идеального газа. Ниже приведён пример задания, с которым справляется 78% экзаменуемых.

Пример 6

На рисунке представлен график зависимости пути s , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите интервал времени после начала движения, когда точка двигалась со скоростью 2,5 м/с.

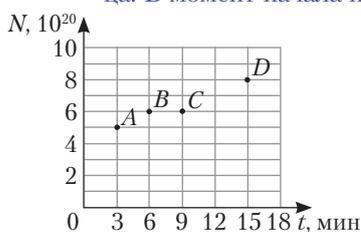


- 1) от 0 до 1 с;
2) от 5 до 7 с;
3) от 1 до 3 с;
4) от 3 до 5 с.

Как правило, для величин и законов по другим разделам, кроме механики, использование графиков приводит к значительному снижению результатов. Так, группы заданий с графиками на определение работы идеального газа выполнены в среднем 55% участниками, на определение изопроцесса – 42%, а на закон радиоактивного распада – 54%. Ниже приведён пример задания на закон радиоактивного распада, которое успешно выполнили лишь 40% выпускников.

Пример 7

Из ядер таллия ${}_{81}^{208}\text{Tl}$ при β -распаде с периодом полураспада 3 мин образуются стабильные ядра свинца. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер таллия. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдёт график зависимости числа ядер свинца от времени (см. рисунок)?



- 1) A; 2) B; 3) C; 4) D.

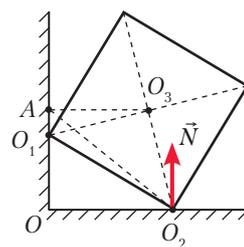
Здесь учащимся требовалось сначала построить график радиоактивного распада таллия, а затем график роста числа ядер свинца. И только потом определить, что он будет проходить через точку B.

Наибольшие затруднения вызывают задания с использованием схематичных рисунков: • определение направления силы Лоренца – 46% • определение направления силы Ампера – 48% • определение плеча силы – 41%. Ниже приведён пример задания, которое успешно выполнили лишь 33% участников экзамена.

Пример 8

Однородный куб опирается одним ребром на гладкий пол, другим на вертикальную стену (см. рисунок). Плечо силы \vec{N} относительно оси, проходящей через точку A перпендикулярно плоскости рисунка, равно

- 1) O_2O ; 2) O_2A ;
3) 0; 4) AO .



В качестве заданий с кратким ответом использовались задания на определение соответствия между графиками и физическими величинами, которые они описывают, и между формулами и физическими величинами, по которым их можно рассчитать. Здесь более высокие результаты получены по определению различных формул. Ниже приведены отдельные результаты (доля участников, получивших 2 балла) для формул физических величины, описывающих: • равномерное и равноускоренное движение – 63% • торможение автомобиля с выключенным двигателем – 69% • движение заряженной частицы в магнитном поле – 63% • процессы в колебательном контуре – 42% • преломление света на границе раздела двух сред – 34%.

Видно, что для одного и того же типа заданий наиболее высокие результаты наблюдаются для заданий по механике. Как правило, эти задания частично верно выполняют и учащиеся со средним уровнем подготовки, получая по 1 баллу. При этом доля таких учащихся для этого типа заданий составляет 25–30%. Приведём пример.

Пример 9

Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности со скоростью \vec{v} . Пренебрегая действием силы тяжести, установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

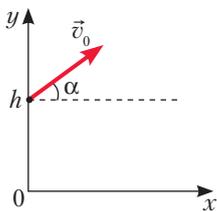
ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) Модуль силы, действующей на заряженную частицу со стороны магнитного поля. Б) Период обращения частицы по окружности	1) $\frac{v}{qB}$; 2) $\frac{mv}{qB}$; 3) $\frac{2\pi m}{qB}$; 4) qvB
А	Б

При выполнении этого задания 62% участников экзамена верно указали формулы для обеих физических величин, а 29% смогли это сделать только для силы Лоренца.

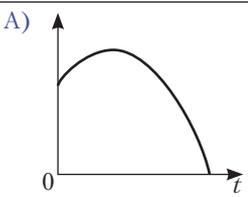
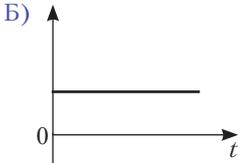
Что касается заданий по графикам, то здесь также более высокие результаты для заданий по механике, а самые низкие – для графиков, описывающих энергии электрического поля конденсатора и магнитного поля катушки с током в колебательном контуре. Приведём пример типичных ошибок.

Пример 10

Мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона на высоте h (см. рисунок). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t .



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИК	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА
А) 	1) Координата x мячика; 2) проекция скорости мячика на ось x ; 3) кинетическая энергия мячика;
Б) 	4) координата y мячика
А	Б

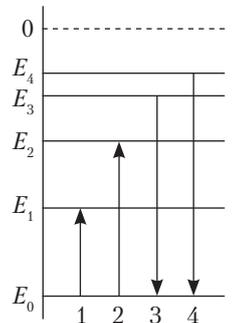
В этом задании 33% выпускников верно указали оба ответа, 23% правильно указали график для координаты y мячика, но вместо проекции скорости выбирали, как правило, координату x мячика. 13% участников ошиблись с определением только первого графика, соотнеся его с кинетической энергией.

Результаты выполнения заданий на проверку понимания смысла основных физических принципов и постулатов в целом остались на уровне 2012 г. Ниже перечислены средние проценты выполнения групп заданий: • принцип суперпозиции сил – 72% • закон сохранения энергии в механических процессах – 66% • первый закон термодинамики – 67% • принцип суперпозиции электрических полей – 53% • постоянство скорости света – 65% • постулаты Бора – 43%.

Хочется отметить, что впервые за годы проведения ЕГЭ отмечен уровень освоения для заданий, проверяющих постоянство скорости света. Проблемными остаются лишь задания на излучение и поглощение света атомом.

Пример 11

На рисунке изображена упрощённая диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с поглощением кванта света с наименьшей энергией? с излучением света наименьшей длины волны?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД
А) Поглощение кванта света с наименьшей энергией. Б) Излучение света наименьшей длины волны	1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4
А	Б

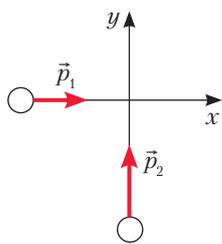
По результатам выполнения этого задания 28% тестируемых смогли получить 1 балл, то есть, верно определили переход, соответствующий поглощению кванта с наименьшей энергией. 2 балла смогли получить лишь 29% участников экзамена. Для остальных групп заданий, проверяющих постулаты Бора, на-

блюдаются такие же типичные ошибки: выпускники не различают разницы в переходах при поглощении и излучении света атомом, неверно соотносят энергию кванта света с его частотой или длиной волны.

Остановимся на результатах выполнения заданий, оценивающих усвоение закона сохранения импульса. Здесь порядка 90% участников верно определяют изменение импульса силы или изменение импульса, пользуясь формулой $F\Delta t = m\Delta v$. Около 65% умеют находить примерное направление результирующего импульса после удара. Однако результаты резко ухудшаются, если требуется определить модуль импульса после операции сложения векторов.

Пример 12

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а второго тела $p_2 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Каков модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



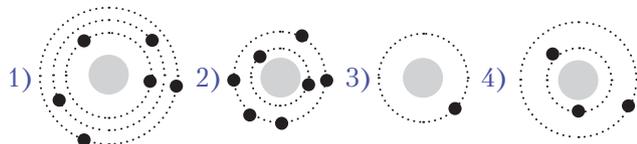
- 1) $5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$;
- 2) $1 \text{ г} \cdot \text{м/с}$;
- 3) $1,7 \text{ г} \cdot \text{м/с}$;
- 4) $7 \text{ г} \cdot \text{м/с}$.

С этим заданием справилось лишь 42% сдававших. Понятно, что проблема здесь связана с математическими трудностями: сложение векторов и применение теоремы Пифагора.

Понимание смысла физических моделей проверялось в каждом варианте одним заданием, при этом в разных сериях вариантов контролировалось усвоение либо модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел, либо планетарная модель строения атома. Уровень усвоения отмечен лишь для заданий, в которых нужно было правильно определить число электронов атома на схеме.

Пример 13

На рисунке изображены схемы четырёх атомов, соответствующие модели атома Резерфорда. Чёрными точками обозначены электроны. Атому ${}^6_3\text{Li}$ соответствует схема:



С этим заданием справилось 67% тестируемых.

Несколько ниже оказались результаты для заданий, в которых кроме числа нуклонов нужно было

по числу электронов определить, является система нейтральным атомом или заряженным ионом.

Пример 14

Связанная система элементарных частиц содержит 14 нейтронов, 13 протонов и 10 электронов. Эта система частиц является:

- 1) нейтральным атомом кремния ${}^{27}_{14}\text{Si}$;
- 2) ионом кремния ${}^{27}_{14}\text{Si}$;
- 3) ионом алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$;
- 4) нейтральным атомом алюминия ${}^{27}_{13}\text{Al}$.

С заданиями такого типа справились в среднем 61% участников экзамена. Основная ошибка здесь – выбор дистрактора 4 вместо верного 3.

Что касается освоения модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел, то в заданиях требовалось определить свойства, которые можно объяснить теми или иными особенностями строения.

Пример 15

Молекулы газов находятся в среднем на больших расстояниях друг от друга по сравнению с их размерами, силы взаимодействия между ними незначительны. Этим можно объяснить следующие свойства газов:

- А. Газ не сохраняет своей формы.
- Б. Газ не сохраняет своего объёма.
- В. Газ имеет большую сжимаемость.

Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?

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

Средний процент выполнения этой группы заданий составил 58%.

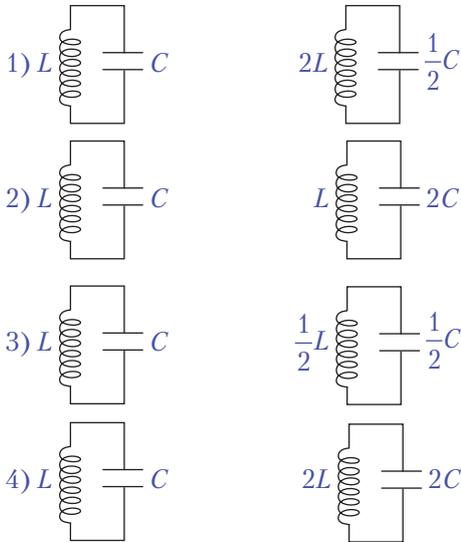
В разных сериях вариантов проверялись различные методологические умения, связанные с проведением измерений и опытов. Ниже представлены средние проценты выполнения заданий, в зависимости от проверяемого умения: • определение физических величин, необходимых для проведения косвенных измерений – 70% • снятие показаний измерительных приборов – 64% • запись результатов прямых измерений с учётом абсолютной погрешности – 60% • выбор установки для проведения опытов по заданной гипотезе – 68% • формулировка выводов по результатам опыта, представленных в виде таблицы – 64% • определение коэффициента пропорциональности по данным опыта, представленных в виде графика (с учётом абсолютных погрешностей измерений) – 47% • интерпретация результатов опыта – 56%.

Хочется отметить, что в целом задания на проверку методологических умений не вызывают существенных трудностей. Ниже приведён пример одно-

го из заданий на выбор установки, которые наиболее успешно выполняются выпускниками с различным уровнем подготовки.

Пример 16 (выполнение 69%)

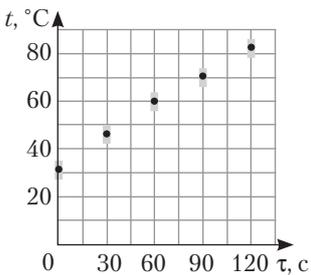
Ученик изучает зависимость периода электромагнитных колебаний в контуре от ёмкости конденсатора. Какие два контура он должен выбрать для этого исследования?



Среди всех перечисленных выше типов заданий затруднения вызывают те, которые проверяют умение строить графики по экспериментальным точкам, заданным с учётом погрешностей. Пример такого задания приведён ниже (выполнение 44%).

Пример 17

На рисунке представлены результаты измерения температуры воды в электрическом чайнике в последовательные моменты времени. Погрешность измерения времени равна 3 с, погрешность измерения температуры равна 4 °С. Какова полезная мощность нагревателя чайника, если масса воды равна 0,75 кг?



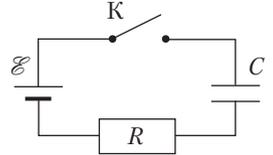
1) 1,3 кВт; 2) 0,7 кВт;
3) 0,9 кВт; 4) 2,1 кВт.

В этой группе заданий наиболее типичной ошибкой являлось не столько построение графика, сколько ошибка в определении начальной температуры. Такие ошибки для графиков, которые не проходят через начало координат, типичны, особенно для учащихся с низким и средним уровнем подготовки.

Наиболее сложной оказалась группа заданий на интерпретацию результатов опыта с зарядкой конденсатора после замыкания цепи.

Пример 18 (выполнение 34%)

Конденсатор подключён к источнику тока последовательно с резистором сопротивлением $R = 20 \text{ кОм}$ (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью $\pm 1 \text{ мкА}$, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Чему равно напряжение на конденсаторе в момент времени $t = 3 \text{ с}$? Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

- 1) 0,3 В; 2) 5,2 В; 3) 3,8 В; 4) 5,7 В.

Конденсатор и резистор соединены последовательно, при протекании тока сумма напряжений на резисторе и конденсаторе всегда равна ЭДС источника. Здесь по силе тока в начальный момент времени (когда конденсатор ещё не заряжен и напряжение на резисторе равно ЭДС) необходимо было определить ЭДС = 6 В источника тока. Затем для указанного момента времени определить напряжение на резисторе (0,3 В), и потом – напряжение на конденсаторе (5,7 В). Самой распространённой ошибкой был выбор дистрактора 1, то есть просто определение по таблице силы тока в заданный момент и расчёт напряжения на резисторе без анализа процессов в цепи.

Умение решать задачи проверялось в третьей части работы. Задачи были представлены в виде заданий с выбором ответа. Их выполнение в зависимости от сложности и темы варьировалось от 35% до 67%. Традиционно наиболее высокие результаты продемонстрированы для задач повышенного уровня по механике, а наиболее низкие – по квантовой физике. При этом реальные результаты решения задач по механике отличаются от экспертной сложности в сторону более высоких показателей, а по квантовой физике – в сторону более низких.

Ниже приведены два примера заданий – по механике и квантовой физике, которые наглядно демонстрируют это утверждение. При примерно одинаковой экспертной сложности задание по механике выполняет около двух третей участников, а по квантовой физике – лишь около трети. Так, с задачей из примера 19 справилось 65% участников экзамена, а с задачей аналогичной сложности по квантовой физике из примера 20 – лишь 31%.

Пример 19 (выполнение 65%)

Шайба, скользящая по гладкой горизонтальной поверхности, налетает на лежащую неподвижно на той же поверхности более тяжёлую шайбу такого же

размера массой m . В результате частично неупругого удара первая шайба остановилась, а 75% её первоначальной кинетической энергии перешло во внутреннюю энергию. Какова масса первой шайбы?

- 1) $\frac{m}{2}$; 2) $\frac{m}{4}$; 3) $\frac{m}{3}$; 4) $\frac{m}{\sqrt{2}}$.

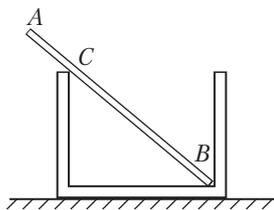
Пример 20 (выполнение 31%)

За время $t = 4$ с детектор поглощает $N = 6 \cdot 10^5$ фотонов падающего на него монохроматического света. Поглощаемая мощность $P = 6 \cdot 10^{-14}$ Вт. Какова длина волны падающего света?

- 1) 0,5 мкм; 2) 0,4 мкм; 3) 780 нм; 4) 520 нм.

Хочется отметить, что и задачи аналогичной сложности на применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта (например, на определение запирающего напряжения или красной границы фотоэффекта) выполнялись с достаточно низкими результатами (порядка 34%).

Среди задач по механике трудности вызвали задания по статике. Низкие результаты (около 38% выполнения) отмечены для задачи, в которой рассматривалась палочка в стакане (см. рисунок). Здесь для решения достаточно приравнять нулю горизонтальные составляющие сил, действующих на палочку в точках B и C , а также учесть, что их вертикальные составляющие равны силе тяжести, действующей на палочку.



Среди задач по молекулярной физике и термодинамике наиболее высокие результаты отмечены для заданий на тепловой баланс (62–64% выполнения). Одно из таких заданий приведено ниже.

Пример 21 (выполнение 63%)

Кусок льда, имеющий температуру 0 °С, помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду температурой 20 °С, требуется количество теплоты 100 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты 75 кДж? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

- 1) 4 °С; 2) 8 °С; 3) 15 °С; 4) 0 °С.

В этой задаче выпускники успешно справлялись с ситуацией, когда указанного количества теплоты не хватит на плавление всей массы льда и в калориметре установится температура тающего льда.

По электродинамике успешно выполнялись задачи на определение суммарной напряжённости электрического поля двух точечных зарядов (среднее

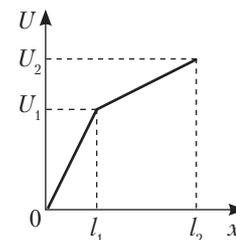
выполнение 54%). В этих заданиях типичная ошибка была связана не с расчётом напряжённости поля точечного заряда, а с определением направления вектора напряжённости в зависимости от знака заряда. 25–28% сдававших при верном ходе решения и расчётах ошибались именно в определении направления. Достаточно высокие результаты получены и для задач на движение заряженной частицы в магнитном поле. Наиболее сложными в этом разделе оказались задания на равноускоренное движение частицы в электрическом поле и применение формулы линзы.

Качественные задачи предлагались по всем четырём разделам. Как правило, в них требовалось объяснить какой-либо физический процесс, наблюдаемый в описываемом в задаче опыте. Ниже приведены средние результаты выполнения этих заданий с учётом того, что задачи с развёрнутым ответом считаются решёнными, если они оценены экспертами в 2 или 3 балла: • определение направления вектора ускорения колеблющегося тела – 10,7% • движение поршня относительно сосуда с идеальным газом, находящегося в равноускоренно движущемся лифте – 3,3% • изменение периода колебаний заряженного маятника, помещённого над бесконечной заряженной плоскостью – 6,5% • объяснение зависимости напряжения на концах проводника от площади его поперечного сечения – 7,3% • определение различий в давлении света на зеркальную пластинку и пластинку, покрытую сажей – 4,2%.

Из приведённого выше списка видно, что полное верное объяснение с указанием используемых при объяснении физических явлений и законов удаётся привести небольшой части участников экзамена. При этом между 2 и 3 баллами проценты в задачах распределяются примерно одинаково. Приведём пример.

Пример 22 (выполнение: 1 балл – 17,2%, 2 балла – 3,6%, 3 балла – 3,7%)

Нихромовый проводник длиной $l = l_2$ включён в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра всё время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x площадь поперечного сечения проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали.



При решении этой задачи немногим более 17% выпускников смогли указать, что зависимость на-

пряжения от длины проводника определяется законом Ома для участка цепи и сопротивлением проводника в соответствии с зависимостью $R = \rho \frac{x}{S}$,

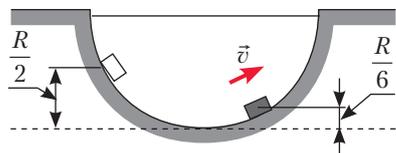
где x – длина той части проводника. Но не смогли объяснить, что на участках $0 < x < l_1$ и $l_1 < x < l_2$ напряжение пропорционально длине участка, а значит, площадь поперечного сечения проводника постоянна. Но поскольку показания вольтметра на втором участке проводника увеличиваются медленнее, чем на первом, то площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

Такое полное объяснение смогли привести лишь немногим более 3% учащихся, а ещё столько же получили верный ответ, но допустили недочёты в объяснении или не указали одну из формул.

Как и в примере 22, при решении качественных задач 15–20% участников экзамена приводят решение, оцениваемое 1 баллом. Это означает, что в целом они понимают суть описываемого процесса, знают, какие законы и формулы необходимы для его объяснения, но не в состоянии выстроить логически связный ответ. Самое большое число сдававших получили 1 балл за решение задания на определение ускорения колеблющегося тела.

Пример 23 (выполнения: 1 балл – 45,3%; 2 балла – 6,0%; 3 балла – 4,7%)

Маленькая шайба движется из состояния покоя по неподвижной гладкой сферической поверхности



радиусом R в плоскости рисунка. Начальное положение шайбы находится на высоте $R/2$ относительно нижней точки поверхности.

Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в момент, когда она движется вправо-вверх, находясь на высоте $R/6$ над нижней точкой поверхности (см. рисунок). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шайбы (по радиусу поверхности, по касательной к поверхности, внутрь поверхности, наружу от поверхности?). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.

В этих заданиях большинство приступивших к выполнению правильно указывали силы, действующие на колеблющееся тело. Но «камнем преткновения» оказалось построение равнодействующей силы и сонаправленного с ней ускорения. Большинство экзаменуемых забывало о том, что тело обладает ускорением не только центростремительным, но и определяемым ненулевой проекцией силы тяжести на касательную к траекто-

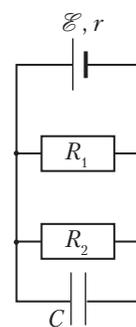
рии. Здесь не требовалось знать о тангенциальном ускорении, нужно было лишь понимать, что, если тело движется по окружности не с постоянной по модулю скоростью, значит равнодействующая сила и общее ускорение направлены не по радиусу, а внутрь поверхности.

Каждый вариант содержал 5 расчётных задач высокого уровня сложности. Среди них были как « типовые » задачи в привычной формулировке школьных задачников, так и оригинальные задания, в которых необходимо было применить знания из разных разделов физики в новой ситуации. Как правило, в этих заданиях требовался анализ физической ситуации – наиболее сложный элемент при решении задач. Высокие результаты для расчётных задач с развёрнутым ответом получены для следующих групп заданий:

- движение тела под углом к горизонту с учётом использования закона сохранения энергии – 18%
 - плавание тела на границе раздела двух жидкостей – 29%
 - применение первого закона термодинамики к циклическим процессам – 14%
 - расчёт цепей с последовательным и параллельным соединением проводников – 19%
 - определение энергии конденсатора, включённого в цепь постоянного тока – 35%.
- Ниже приведён пример задачи, с которой успешно справилось более трети участников экзамена.

Пример 24 (выполнение: 1 балл – 18,9%, 2 балла – 10,2%, 3 балла – 25,7%)

Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединён к параллельно соединённым резисторам $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и конденсатору ёмкостью $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника \mathcal{E} , если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



Хочется отметить, что более половины тестируемых получили за решение этой задачи положительные баллы, при этом почти 20% смогли лишь частично записать необходимые для решения данной задачи уравнения.

Наиболее сложными оказались задачи: • определение КПД циклических процессов – 7,1% • расчёт заряда, прошедшего через проводник при изменении магнитного потока, – 4,6% • определение длин волн, излучаемых или поглощаемых атомом водорода – 3,7% • движение заряженного конического маятника в магнитном поле – 6%. Для этих заданий характерно другое распределение по полученным баллам, что видно на примере приведённого ниже задания.

Пример 25 (выполнение: 1 балл – 19,9%; 2 балла – 5,0%; 3 балла – 2,5%)

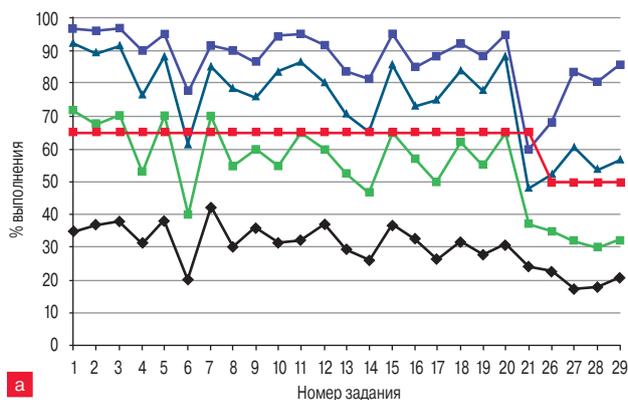
В открытый контейнер поместили 1,5 г изотопа $^{210}_{84}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,4 \cdot 10^5$ Па. Определите объём контейнера. Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45°C . Атмосферное давление равно 10^5 Па.

Здесь большинство приступивших к решению смогли набрать лишь по 1 баллу, записав закон радиоактивного распада и уравнение Менделеева–Клапейрона. Наиболее распространённая ошибка – отсутствие закона Дальтона (учащиеся забывали, что давление в сосуде складывается из давления воздуха и давления образовавшегося гелия).

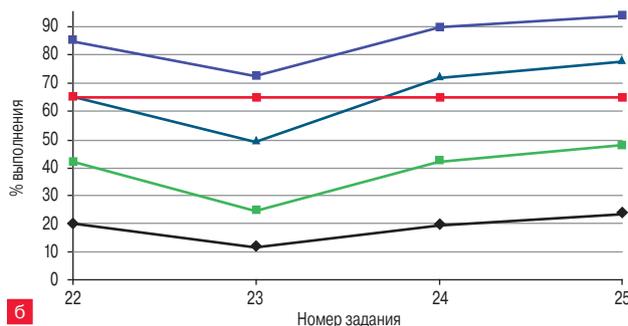
На основании результатов выполнения работы участники ЕГЭ были разбиты на четыре группы по уровням подготовки: низкий (диапазон первичных баллов 0–11, тестовых 0–36), средний (диапазоны баллов соответственно 12–24 и 39–53), высокий (25–32 и 54–61 балл) и самый высокий (33–51 и 62–100 баллов). В группу с низким уровнем подготовки (1) вошли те, кто не сумел набрать наименьший первичный балл, равный 12 и свидетельствующий об овладении основными понятиями и способами деятельности, то есть об освоении требований стандарта на минимально возможном уровне. Их результаты отображены на диаграммах (рис. 3) чёрным цветом. В группу со средним уровнем подготовки (2) вошли учащиеся, набравшие 12 баллов и более, но не выше 32 – зелёный цвет. Первичный балл 33 свидетельствует уже о высоком уровне подготовки участника экзамена, а именно, о наличии системных знаний, овладении комплексными умениями. Учащиеся, набравшие от 33 до 51 балла вошли в группу с высоким уровнем подготовки (3) – синий цвет. Учащиеся, набравшие 52 балла и более выделены в группу с самым высоким уровнем подготовки (4) – бордовый цвет.

Диаграммы наглядно показывают, что КИМ ЕГЭ по физике позволяют эффективно дифференцировать учащихся по группам с различным уровнем подготовки.

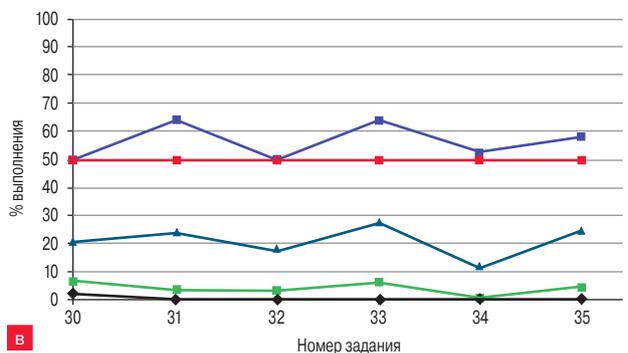
На рис. 4 представлена диаграмма, позволяющая сравнить распределения по группам подготовки в 2014 и 2012 гг.



а



б



в

◆ Ср. % вып. 1 (7047 уч.) ■ Ср. % вып. 2 (21725 уч.) ▲ Ср. % вып. 3 (6265 уч.)
 ◆ Ср. % вып. 4 (4581 уч.) ■ Уровень освоения

Рис. 3. Средний процент выполнения заданий с выбором ответа (а), с кратким ответом (б), с развёрнутым ответом (в) группами учащихся с разными уровнями подготовки: низкий (группа 1) – чёрные точки и кривые, средняя (группа 2) – зелёные, высокая (группа 3) – синие и самая высокая (группа 4) – бордовые. Красным цветом показан уровень освоения знаний

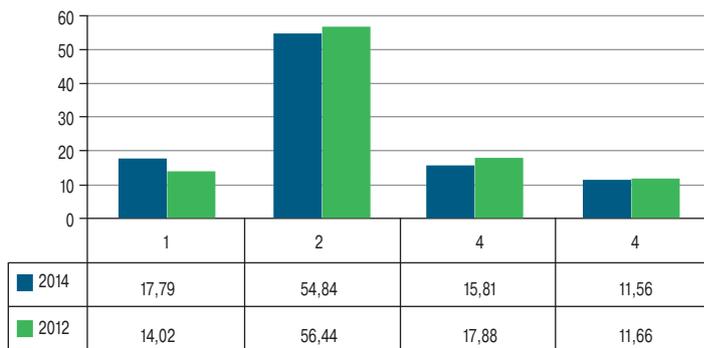


Рис. 4. Распределение учащихся по группам с различным уровнем подготовки в 2012 и в 2014 гг.

Выпускники группы 1 демонстрируют бессистемность знаний и успешно выполняют лишь отдельные задания, требующие использования основных законов и формул, изучаемых как в основной, так и в средней школе. Такого уровня усвоения содержания школьного курса физики недостаточно для аттестации по курсу физики средней школы. Для тестируемых характерно выполнение лишь отдельных заданий. Например: движение по инерции, сравнение потенциальных энергий тел, определение импульса силы по изменению импульса тела, сравнение температур тел по шкале Цельсия и шкале Кельвина, взаимодействие магнитов, определение порядка следования цветов в спектре.

Выпускники группы 2 демонстрируют освоение школьного курса физики на базовом уровне. Отмечается даже усвоение отдельных элементов, проверяемых заданиями повышенного уровня сложности и использующих ситуации типовых учебных материалов.

Выпускников группы 3 отличает освоение не только понятийного аппарата школьного курса физики и основных методологических умений, но и способность использовать имеющийся запас знаний при решении задач повышенного уровня сложности. К сожалению, с задачами высокого уровня сложности справляется в среднем не более четверти из этой группы тестируемых. Для данной группы отмечаются пробелы в выполнении заданий базового уровня по статике и атомной физике.

Подготовка выпускников группы 4 отвечает требованиям стандарта, предъявляемых к выпускникам, изучавшим курс физики на профильном уровне, и демонстрирует готовность к успешному продолжению обучения в вузах физического профиля. Данная

группа успешно выполняет задания базового и повышенного уровня сложности практически по всем контролируемым элементам содержания, а также показывает умение решать расчётные задачи высокого уровня.

Выводы. Модель КИМ ЕГЭ по физике в 2014 г. по сравнению с предыдущим годом осталась без принципиальных изменений. Каждый вариант экзаменационной работы состоял из трёх частей и включал 35 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. При этом 22 задания относились к базовому уровню сложности, 8 заданий – к повышенному уровню и 5 заданий, представляющих собой комплексные расчётные задачи, – к высокому уровню сложности. Структура работы обеспечивала проверку следующих видов деятельности: владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики, освоение основ знаний о методах научного познания, решение задач различного типа и уровня сложности.

Распределение тестовых баллов участников экзамена показывает слабую подготовку большинства выпускников, претендующих на поступление в физико-технические вузы. Почти три четверти участников экзамена успешно выполнили лишь задания базового уровня, представленные преимущественно в виде заданий с выбором ответа. Примерно четверть продемонстрировали умения выполнять задания повышенного уровня и решать стандартные задачи по физике. И лишь немногим более 11% от числа всех участников экзамена показали умения выполнять задания высокого уровня сложности и готовность к успешному обучению в вузах по физическим специальностям.

КОДЫ ОТВЕТОВ, ОТВЕТЫ И ВОЗМОЖНЫЕ РЕШЕНИЯ

Пример	1	2	3	4	5	6
Ответ	4	2	222	223	4	3
Пример	7	8	9	10	11	12
Ответ	2	1	43	42	14	1
Пример	13	14	15	16	17	18
Ответ	4	3	4	2	1	4
Пример	19	20	21	Возможные решения примеров 22–25 см. ниже		
Ответ	2	1	4			

Пример 22

1. По проводнику течёт постоянный ток, поэтому, по закону Ома для участка цепи, $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R

определяется соотношением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x – длина

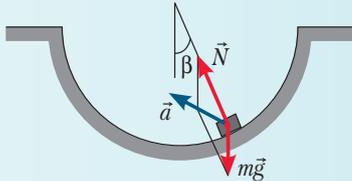
той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ – удельное сопротивление проводника; S – площадь поперечного сечения этой части проводника.

2. При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, площадь поперечного сечения проводника постоянна.

3. При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, площадь поперечного сечения проводника на этом участке тоже постоянна. Однако показания вольтметра на этом участке проводника увеличиваются медленнее, чем на первом, поэтому площадь поперечного сечения проводника на втором участке больше, чем на первом.

Пример 23

1. К шайбе приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила реакции поверхности \vec{N} , направленная по радиусу вверх. Пусть ускорение шайбы \vec{a} направлено внутрь траектории левее направления силы \vec{N} (см. рисунок).



2. В промежуточной точке скорость шайбы $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шайбы есть центростремительное ускорение $\vec{a}_ц \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шайба.

3. Проекция силы тяжести, действующей на шайбу, на касательную к окружности в промежуточной точке равна по модулю $mg \sin \beta$. Поэтому у шайбы есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_т \neq 0$, направленная в сторону нижней точки сферы.

4. Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_ц + \vec{a}_т$ направлено внутрь сферической поверхности левее направления силы \vec{N} .

Пример 24

1. Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течёт. Согласно закону Ома для замкнутой цепи,

через источник течёт ток силы $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ – сопротивление внешней цепи (параллельно соединённых резисторов R_1 и R_2).

2. Так как конденсатор подключён параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе

$$U = IR_0 = \frac{\mathcal{E} R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}.$$

3. Определим энергию электрического поля конденсатора:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E} R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2,$$

откуда найдём ЭДС источника:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \sqrt{\frac{2W}{C}} \cdot \frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{R_1 R_2} = \\ &= \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-6}}} \cdot \frac{0,4 \cdot 12 + 20}{20} = 2,48 \text{ (В)}. \end{aligned}$$

Ответ. $\mathcal{E} = 2,48$ В.

Пример 25

1. В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 , то есть $p = p_0 + p_1$.

2. Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона–Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} R T_0$, где V – объём контейнера; T_0 – абсолютная температура в нём; m_1 и μ_1 – соответственно масса и молярная масса гелия.

3. К определённому моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада:

$$N_1 = N_0 - N \text{ и } N = N_0 \cdot 2^{-t/T},$$

где $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ – начальное число атомов полония;

m и μ – соответственно начальная масса полония и его молярная масса (0,210 кг/моль); N – оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T – период полураспада полония.

4. Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося полония:

$$\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A};$$

следовательно:

$$\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A} (1 - 2^{-t/T}) = \frac{m}{\mu} (1 - 2^{-t/T}).$$

В результате математических преобразований получаем:

$$\begin{aligned} V &= \frac{m R T_0 (1 - 2^{-t/T})}{(p - p_0) \mu} = \\ &= \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 318 \cdot (1 - 2^{-(7,5)/140})}{(1,4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0,21} = \\ &= \frac{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3 \cdot 318 \cdot (1 - 2^{-1/4})}{(1,4 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 0,21} \approx \\ &\approx 75 \cdot 10^{-6} \text{ (м}^3\text{)} \approx 75 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Ответ. $V \approx 75$ см³.

Задачный минимум по теме «Насыщенный пар. Влажность»

Приведён необходимый минимум теории для решения большинства задач ЕГЭ и вступительных экзаменов по теме «Насыщенный пар» с примерами её использования для решения задач: от самых простых до достаточно сложных.

10–11 классы

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: решение задач, насыщенные пары, влажность, испарение и конденсация

Д. А. ИВАШКИНА
ivashkina.diana@gmail.com,
МАОУ Лицей г. Троицка,
Московская обл.

Теоретический минимум

Насыщенный пар – пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью. Это означает, что в любой момент времени скорость испарения (количество молекул, вылетающих в единицу времени с поверхности жидкости) равна скорости конденсации (количеству молекул, возвращающихся в жидкость в единицу времени).

Скорость испарения определяется температурой жидкости, так как чем выше температура, тем больше средняя квадратичная скорость молекул, а значит больше молекул обладают энергией, достаточной для преодоления межмолекулярного притяжения. Скорость конденсации определяется количеством молекул пара, находящихся вблизи жидкости. Чем их больше, тем больше вероятность случайного «возвращения» молекулы в жидкость. Таким образом, чем больше концентрация молекул пара (или плотность, если понимать под ней отношение массы пара к объёму, невзирая на существование в том же объёме молекул других газов), тем в среднем большее число молекул в единицу времени возвращается в жидкость, то есть тем больше скорость конденсации.

Свойства насыщенного пара

1. При длительном нахождении пара в контакте со своей жидкостью в замкнутом объёме пар становится насыщенным. Доказательство: поскольку скорость испарения определяется только температурой, то она остаётся постоянной при неизменной температуре. Если пар ещё не насыщенный, то скорость испарения превышает скорость конденсации, – плотность пара возрастает, скорость конденсации растёт, пока не сравняется со скоростью испарения, и пар не станет насыщенным. По этой причине скорость конденсации в медленных (равновесных) процессах не может превышать скорость испарения.

2. Давление (и плотность) насыщенного пара не зависит от его объёма. Начнём мысленно уменьшать

объём насыщенного пара. Это мгновенно приведёт к повышению его плотности и превышению скорости конденсации над скоростью испарения – возникнет неравновесное состояние, которое при достаточно медленном процессе снова станет равновесным, так как «лишние молекулы» пара перейдут в жидкость («сконденсируются») и скорости испарения и конденсации снова выровняются.

Примечание: при решении качественных задач, особенно задач С1 ЕГЭ, лучше использовать данное свойство как научный факт, в противном случае придётся очень корректно объяснять разницу между неравновесными и равновесными процессами.

3. Давление (плотность) насыщенного пара очень сильно зависит от температуры. Это давление при каждой температуре является максимальным возможным для пара и приводится в специальной таблице. Если рассматривать насыщенный пар как идеальный газ (а это приближение к нему вполне применимо), то для объяснения этого факта можно использовать формулу $p = nkT$. При неизменной концентрации газа давление прямо пропорционально температуре. Но из-за увеличения скорости испарения при повышении температуры концентрация насыщенного пара быстро растёт, поэтому зависимость получается гораздо более сильной, чем прямая пропорциональность.

4. Кипение жидкости начинается при такой температуре, когда давление насыщенного пара равно внешнему давлению. Только при этом условии возможен быстрый рост пузырьков, наполненных насыщенным паром (поскольку его давление при таком росте пузырька остаётся неизменным, см. свойство 2). При этом не следует забывать, что пузырёк находится в жидкости, поэтому внешнее давление равно сумме атмосферного давления и гидростатического давления на данной глубине (при небольшой глубине оно гораздо меньше атмосферного и им можно пренебречь).

Общий вывод для решения задач:

Насыщенный пар – это идеальный газ, масса которого меняется, поэтому газовые законы к нему неприменимы, однако можно и нужно использовать уравнение состояния идеального газа.

Абсолютная влажность – величина, равная отношению массы пара к его объёму. По сути, это плотность пара, если бы другие газы в данном объёме отсутствовали. В таблице зависимости давления и плотности насыщенного пара от температуры приведена данная величина для насыщенного пара.

Относительная влажность – отношение абсолютной влажности пара к абсолютной влажности (плотности) насыщенного пара или отношение давления пара (парциального, то есть если бы другие газы отсутствовали) к давлению насыщенного пара при данной температуре:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} = \frac{p}{p_{\text{нп}}}.$$

Возможность такой «двойной» формулировки объясняется тем, что давление и плотность идеального газа связаны друг с другом через уравнение состояния идеального газа:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \Rightarrow p = \frac{m}{V\mu}RT = \frac{\rho}{\mu}RT.$$

Из получившегося выражения следует, что при постоянной температуре значения давления и температуры однозначно связаны. Это выражение полезно, если в задаче приведены «не те» параметры для насыщенного пара (см. решения задач).

Максимальная относительная влажность равна 1, или 100%. **Увеличить относительную влажность** можно двумя основными способами (см.

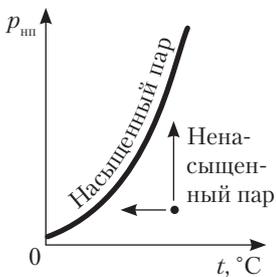


рисунок): уменьшая температуру при постоянном давлении (при достижении 100%-ной влажности выпадает роса, поэтому температура, при которой это происходит, называется *точкой росы*), или уменьшая объём при постоянной температуре. Возможно также од-

новременное изменение и температуры, и объёма, но в задачах такие ситуации встречаются редко.

При измерениях влажности, основанных на точке росы, локально снижают температуру в каком-либо небольшом объёме. При появлении запотевания на блестящей поверхности определяют температуру, при которой это произошло. Поскольку выделенный объём не изолирован, считается, что *давление пара* в процессе измерения влажности *не изменилось*. Такое же предположение используют, когда описывают выпадение росы *в незамкнутом объёме* (на улице, в комнате и так далее). Однако в замкнутом объёме парциальное давление пара в процессе охлаждения изменяется!

Давление влажного воздуха складывается, согласно закону Дальтона, из давления сухого воздуха и давления пара. При изменении температуры или объёма эти две составляющие объёма ведут себя по-разному!

Простые задачи

Задача 1 [1]. Качественная задача на основные свойства насыщенного пара.

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и её пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остаётся неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните.

Решение. Так как пар и вода находятся в контакте длительное время, пар является насыщенным (см. свойство 1). При уменьшении объёма сосуда давление насыщенного пара не меняется (см. свойство 2). Чтобы давление пара не менялось, его масса должна уменьшаться

$$pV = \frac{m}{\mu}RT$$

происходит конденсация, часть молекул пара переходит в жидкость, поэтому масса жидкости увеличивается.

Комментарии. Большое количество аналогичных задач есть в материалах части А ЕГЭ. Для их решения необходимо твёрдо знать свойства насыщенного пара.

Задача 2 [2]. Взаимосвязь параметров насыщенного и ненасыщенного пара.

Какова плотность насыщенного пара при температуре 100 °С?

Решение. При нормальном давлении ($p = 10^5$ Па) 100 °С – это температура кипения воды. Следовательно, давление насыщенного пара при этой температуре равно атмосферному давлению. Подставляя значение давления в уравнение состояния идеального газа (см. замечание про связь давления с плотностью), получаем:

$$p = \frac{m}{V\mu}RT = \frac{\rho}{\mu}RT \Rightarrow \\ \Rightarrow \rho = \frac{p\mu}{RT} = \frac{10^5 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 373} \approx 0,58 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

Комментарии. Также легко находятся масса, плотность ненасыщенного пара и другие параметры.

Задача 3 [2]. Знание определения относительной влажности.

Какова масса водяных паров воздуха объёмом $V = 1 \text{ м}^3$ в летний день при температуре $t = 30 \text{ °C}$ и относительной влажности $\varphi = 75\%$?

Решение. Из таблицы (дана в конце задачника [2]) берём значение абсолютной влажности при данной температуре ($\rho_{\text{нп}} = 30,3 \text{ г/м}^3$) и используем определение:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} \Rightarrow \rho = \varphi \cdot \rho_{\text{нп}};$$

$$m = \rho \cdot V = \varphi \cdot \rho_{\text{нп}} \cdot V = 0,75 \cdot 30,3 \text{ г/м}^3 \cdot 1 \text{ м}^3 \approx 23 \text{ (г)}.$$

Комментарии. Не во всех задачниках имеется справочный материал. В таких случаях в условии задачи даётся значение либо давления, либо плотности насыщенного пара.

Более сложные задачи

Задача 4 [3]. Изменение относительной влажности воздуха. Масса испаряемой или конденсирующейся (отбираемой) воды равна изменению массы пара.

В помещение нужно подать $V = 10\,000 \text{ м}^3$ воздуха с температурой $t_1 = 18 \text{ °C}$ и относительной влажностью $\varphi_1 = 50\%$. Воздух снаружи имеет температуру $t_2 = 10 \text{ °C}$ и относительную влажность $\varphi_2 = 60\%$. Осушать или увлажнять придётся наружный воздух? Сколько воды придётся при этом сконденсировать или испарить?

Решение. Найдём массу пара при заданной температуре и влажности. Вид формулы зависит от того, давление или плотность насыщенного пара даны в условии или в прилагаемой таблице. Рассмотрим оба случая.

1. Даны значения давления насыщенного пара:

$$pV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow m = \frac{pV\mu}{RT} = \frac{\varphi \cdot p_{\text{нп}} V \mu}{RT}.$$

Масса воды, выраженная через массы пара в двух состояниях:

$$\Delta m = m_2 - m_1 = \frac{\varphi_2 \cdot p_{\text{нп}2} V \mu}{RT_2} - \frac{\varphi_1 \cdot p_{\text{нп}1} V \mu}{RT_1},$$

где индекс 1 относится к состоянию пара 1 (конечное состояние пара, который должен содержаться в воздухе), а индекс 2 – к состоянию 2 (пар в воздухе, находящемся снаружи). При $m_2 - m_1 > 0$ (пара больше, чем должно быть) воздух необходимо осушить, при $m_2 - m_1 < 0$ воду надо дополнительно испарить.

2. Даны значения плотности насыщенного пара:

$$m = \rho V = \varphi \rho_{\text{нп}} V.$$

Масса воды, выраженная через плотности пара в двух состояниях:

$$\Delta m = m_2 - m_1 = \varphi_2 \rho_{\text{нп}2} V - \varphi_1 \rho_{\text{нп}1} V.$$

Подставив числовые значения, получаем: $\Delta m = -20,6 \text{ кг}$. Значение отрицательное, значит, в наружном воздухе (состояние 2) воды меньше, чем необходимо, и её надо дополнительно испарить.

Комментарии. При решении подобных задач надо быть внимательным, если неизвестна конечная влажность воздуха. Добавленная вода может испариться не полностью, если будет достигнуто давление насыщенного пара. В этом случае конечная относительная влажность будет равна 100%, хотя в процессе решения может получиться влажность, превышающая 100%. Надо помнить, что такое значение для относительной влажности невозможно.

Аналогично через нахождение массы пара решаются всевозможные задачи на смешивание двух порций влажного воздуха.

Задача 5 [3]. Определение влажности «по точке росы». Главная идея – неизменность парциального давления пара.

Температура воздуха $t_1 = 20 \text{ °C}$, точка росы $t_2 = 10 \text{ °C}$. Определите относительную влажность воздуха φ .

Решение. Приравняем парциальные давления в начальном и конечном состоянии пара:

$$p_1 = p_2; \varphi_1 = \frac{p_1}{p_{\text{нп}1}}; \varphi_2 = \frac{p_2}{p_{\text{нп}2}} = 1 \Rightarrow p_1 = \varphi_1 \cdot p_{\text{нп}1};$$

$$p_2 = p_{\text{нп}2} \Rightarrow \varphi_1 \cdot p_{\text{нп}1} = p_{\text{нп}2}.$$

В результате получаем:

$$\varphi_1 = \frac{p_{\text{нп}2}}{p_{\text{нп}1}} = \frac{1,23 \text{ кПа}}{2,34 \text{ кПа}} \approx 0,53 = 53\%.$$

Комментарии. Данный подход нельзя применять в случае герметичного сосуда.

Задача 6 [3]. Изменение давления влажного воздуха. Главная идея – давление сухого воздуха и давление пара меняются независимо.

Паровой котёл частично заполнен водой, а частично – смесью воздуха и насыщенного пара при температуре $t = 100 \text{ °C}$. Начальное давление в котле $p_1 = 3p_0 = 300 \text{ кПа}$. Найдите давление p_2 в котле после понижения температуры до $t_2 = 10 \text{ °C}$.

Решение. Давление влажного воздуха равно сумме давлений сухого воздуха и парциального давления пара: $p_{\text{вл1}} = p_{\text{в1}} + p_{\text{п1}}$. Пар при 100°C в присутствии жидкости является насыщенным, а давление насыщенного пара при этой температуре равно атмосферному при обычных условиях (p_0). Таким образом,

$$p_{\text{вл1}} = p_{\text{в1}} + p_0 = 3p_0 \Rightarrow p_{\text{в1}} = 2p_0.$$

При понижении температуры до 10°C пар останется насыщенным, так как давление насыщенного пара при снижении температуры сильно падает, и «лишний» пар конденсируется (объёмом образовавшейся воды по сравнению с объёмом воздуха пренебрегаем). Давление насыщенного пара при температуре 10°C равно $p_{\text{пн2}} = 1,23$ кПа. Поскольку масса воздуха не меняется, к нему можно применить закон Шарля

$$\frac{p_{\text{в1}}}{T_1} = \frac{p_{\text{в2}}}{T_2}.$$

$$p_{\text{в2}} = \frac{p_{\text{в1}}T_2}{T_1} = \frac{2p_0T_2}{T_1} = \frac{200 \text{ кПа} \cdot 283 \text{ К}}{373 \text{ К}} = 151,7 \text{ кПа}.$$

Давление влажного воздуха при второй температуре:

$$p_{\text{вл2}} = p_{\text{в2}} + p_{\text{п2}} = p_{\text{в2}} + p_{\text{пн2}} \approx 153 \text{ кПа}.$$

Комментарии. В задачах такого типа обязательно необходимо анализировать, является пар насыщенным или ненасыщенным. Для ненасыщенного пара можно также применять газовые законы.

ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1 [1]. В сосуде под поршнем находится ненасыщенный пар. Его можно сделать насыщенным: 1) повышая температуру; 2) уменьшая объём сосуда; 3) увеличивая внутреннюю энергию; 4) добавляя в сосуд другой газ.

2 [2]. Найдите абсолютную влажность воздуха, зная, что содержащийся в нём водяной пар имеет

парциальное давление $p = 1,4 \cdot 10^4$ Па, а температура воздуха $t = 60^\circ\text{C}$.

3 [2]. В воздухе объёмом $V = 5 \text{ м}^3$ содержится водяной пар массой $m = 80$ г. Определите абсолютную влажность воздуха.

4 [3]. В закрытом сосуде объёмом $V = 100$ л при $t = 30^\circ\text{C}$ находится воздух с относительной влажностью $\phi_1 = 30\%$. Какой через некоторое время станет относительная влажность ϕ_2 , если в сосуд влить $m = 1,0$ г воды? Температура не изменилась.

5 [2]. Температура воздуха $t = 25^\circ\text{C}$, относительная влажность $\phi = 95\%$. При какой температуре можно ожидать появление тумана?

6 [2]. В сосуде ёмкостью $V = 10$ л находится сухой воздух при температуре $t = 0^\circ\text{C}$ и давлении $p_1 = 0,1$ МПа. Каким будет давление в этом сосуде, если туда налить воду массой $m = 2$ г и нагреть сосуд до температуры $t_2 = 100^\circ\text{C}$?

Ответы

1. 2. $\rho = \frac{p\mu}{RT} = 0,09 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. 3. $\rho = \frac{m}{V} = 0,016 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

4. $\phi = 63\%$. 5. $t \approx 23^\circ\text{C}$.

6. $p = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} + \frac{m}{\mu_{\text{H}_2\text{O}}} \cdot \frac{RT_2}{V} = 1,71 \cdot 10^5$ Па.

Литература

1. ЕГЭ 2010. Физика: сборник экзаменационных задач. /Авт.-сост. М.Ю. Демидова, И.И. Нурминский. М.: Эксмо, 2010.
2. Турчина Н.В., Рудакова Л.И., Суров О.И. и др. 3800 задач для школьников и поступающих в вузы. Физика. М.: Дрофа, 2000.
3. Гельфгат И.М., Генденштейн Л.Э., Кирик Л.А. 1001 задача по физике с ответами, указаниями, решениями. М.: Илекса, 2001.



Диана Анатольевна Ивашкина – учитель физики высшей квалификационной категории, почётный работник общего образования РФ, к. ф.-м. н., победитель Всероссийского конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России-2006». Окончила физфак МГУ им. М.В. Ломоносова в 1989 г., педагогический стаж 19 лет. Имеет более 20 публикаций. Педагогическое кредо: на уроке учимся с учениками вместе, вместе «добываем» знания, вместе их усваиваем, учимся друг у друга – а это невозможно без улыбки и взаимного уважения. И ещё: никакая анимация или виртуальная лабораторная работа не заменят «живой» эксперимент. Ученики регулярно поступают в МГУ, МФТИ, МИФИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МАИ. Муж – физик-ядерщик, сын – пока студент-биолог, дочь – выпускница, выбирает будущую специальность, возможно, станет педагогом. Хобби – работа.

Радиоэкология в общеобразовательной школе

В рамках внедрения инновационных образовательных программ предложен лабораторный практикум по методам и средствам радиационной безопасности в средних учебных заведениях. Представлен разработанный в НГТУ учебный лабораторный комплекс «РАДОН», который можно использовать в старших классах общеобразовательных школ и лицеев для выполнения радиационных измерений с использованием естественных источников излучения (без применения специальных радиоактивных источников).

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лабораторный практикум, радиоэкология, радиоактивное излучение, радиационная безопасность, бета-излучение, гамма-излучение, радиометр, инновационные образовательные программы

Описание натуральных экспериментов и оборудования для организации лабораторного практикума.
11 класс

А.А. БАСОВ,
проф. А.А. РАДИОНОВ,
Г.М. СОКОЛОВА
sokolovagm@gmail.com,
А.Н. ЯШИНА
alla.nic.yashina@gmail.com,
Институт ядерной энергетики и
технической физики (ИЯЭиТФ)
НГТУ им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород

В условиях растущего применения источников ионизирующего излучения в промышленности, энергетике, медицине, сельском хозяйстве и широкого обсуждения в средствах массовой информации последствий радиационных аварий требуется повышение информированности всех слоёв населения о современном состоянии ядерной энергетики, уровне её безопасности, радиационной обстановке. Появилась необходимость повышения уровня знаний населения, особенно среди подрастающего поколения, в области радиоэкологии – науки, изучающей особенности существования живых организмов при наличии естественных радионуклидов или техногенного загрязнения. В ведущих вузах, входящих в ядерный учебный консорциум страны, учебные процессы по ядерной физике, ядерной энергетике, методам и средствам измерения и защиты от ионизирующих излучений находятся на достаточно высоком современном уровне. Однако в общеобразовательных учебных заведениях, особенно в средней школе, обучение в данном направлении практически отсутствует. Этот пробел можно ликвидировать введением в старших классах средней школы курса радиоэкологии. Постановление правительства РФ от 14 февраля 2006 г. № 89 «О методах государственной поддержки образовательных учреждений, внедряющих инновационные образовательные программы» [1] делает возможным материально-техническое обеспечение данного мероприятия за счёт средств федерального бюджета [2]. Введение в

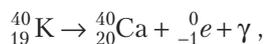
средней школе курса радиоэкологии приведёт к расширению образования [3], увеличению притока талантливой молодёжи на физические факультеты вузов, а следовательно и к последующему пополнению высококвалифицированными кадрами предприятий Госкорпорации «Росатом».

Изучение курса «Радиоэкология» в средней школе сопряжено с определёнными трудностями, так как при изложении материала учителя будут вынуждены ограничиться теоретическими основами. Демонстрационный эксперимент, который способствовал бы лучшему усвоению учебного материала, в настоящее время не может проводиться по соображениям радиационной безопасности, так как школы не могут иметь лабораторных источников радиоактивных излучений.

Для решения этой задачи в Институте ядерной энергетики и технической физики НГТУ им. Р.Е. Алексеева был создан учебный лабораторный комплекс, предназначенный для измерения энергетических характеристик излучения, – радиометр «РАДОН» с использованием естественных источников излучения. Подобные источники на основе калия (например, удобрение KCl, являющееся источником β - и γ -излучений), помимо их полной радиационной безопасности [4], имеют огромное преимущество перед промышленными: нет необходимости вести соответствующую документацию для Санэпидемстанции и Проматомнадзора [5]. Использование естественных источников даёт возможность выполнять радиационные измерения в общеобразовательных школах и лицеях без разрешительных документов.

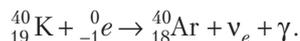
Радионуклиды подразделяют на естественные и искусственные, между которыми нет принципиального различия. К естественным относятся радиоактивные семейства урана и тория, а также калий. Природный калий состоит из трёх изотопов: стабильных калия-39 и калия-41 и радиоактивного калия-40. Доля радиоактивного изотопа составляет $\delta = 1,2 \cdot 10^{-4}$, период полураспада – порядка возраста Земли.

Калий-40 в 89% случаев испытывает β -распад, превращаясь в стабильный кальций:



Удельная β -радиоактивность природного калия – около 30 частиц/(с · г). Электроны распада имеют максимальную энергию $E_{\text{max}} = 1,33$ МэВ.

В 11% случаев происходит электронный захват, с переходом калия-40 в основное нерадиоактивное состояние, образованием ядра аргона в возбуждённом состоянии и испусканием γ -кванта с энергией 1,46 МэВ:



На 100 распадов испускается в среднем 89 электронов и 11 γ -квантов. Распады первого типа регистрируют по испускаемым электронам, а распады второго типа – по γ -излучению.

Содержание калия в земной коре составляет 2,5%. Наиболее важные минералы – это сильвин KCl, сильвинит (K, Na) Cl. За счёт радиоактивного распада калия Земля получает заметное количество внутреннего тепла. Соли калия – доступный и безопасный источник слабой радиоактивности для лабораторных работ. Из соединений калия (KCl, KI и других) можно изготовить радиационно-безопасные источники β -, γ -, ($\beta + \gamma$)-излучений.

Масса источника выбирается из условия превышения скорости счёта источник + фон над скоростью счёта от фона примерно в 2–4 раза. В 1 кг соединения содержится 0,524 кг калия. Зная удельную β -активность хлористого калия и его количество в 1 кг хлорида калия, определили его удельную активность: $3,87 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг = 8,6 част./(мин · кг).

В разработанном в ИЯЭИТФ НГТУ им. Р.Е. Алексеева практикуме по радиологии используется модульная конструкция на основе простых технических средств, которая позволяет провести 6 базовых лабораторных работ:

1. Статистические законы в ядерной физике. Знакомство со статистическими законами Пуассона и Гаусса, которые широко применяются в различных областях знаний.

2. Счётчик Гейгера–Мюллера. Изучение счётных характеристик газонаполненного счётчика.

3. β -излучение. Изучение взаимодействия электронов с веществом, эффектов рассеяния и поглощения. Знакомство с методами определения энергии электронов.

4. γ -излучение. Определение энергии γ -излучения методом поглощения (методом фильтров). Изучение взаимодействия γ -квантов с веществом, методы регистрации γ -квантов.

5. Исследование содержания продуктов β -распада радона в воздухе. Изучение кривых распада дочерних продуктов радона.

6. Радиоактивность материалов, продуктов питания. Определение загрязнённости продуктов питания радиоактивными веществами. Исследование радиоактивности материалов (в том числе строительных).

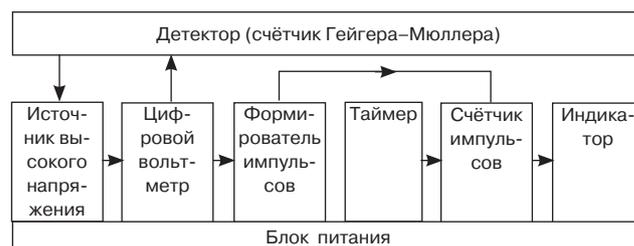
Практикум имеет большой методический потенциал. Полученные экспериментальные данные можно использовать для обучающих расчётно-графических работ.

Авторы не стремились миниатюризировать радиометр, считая, что основы методов усваиваются при работе на простейших приборах лучше, чем на программируемых автоматических установках – малонаглядных, дорогих, труднодоступных начинающему для понимания. Для удобства работы радиометр исполнен в настольном варианте.

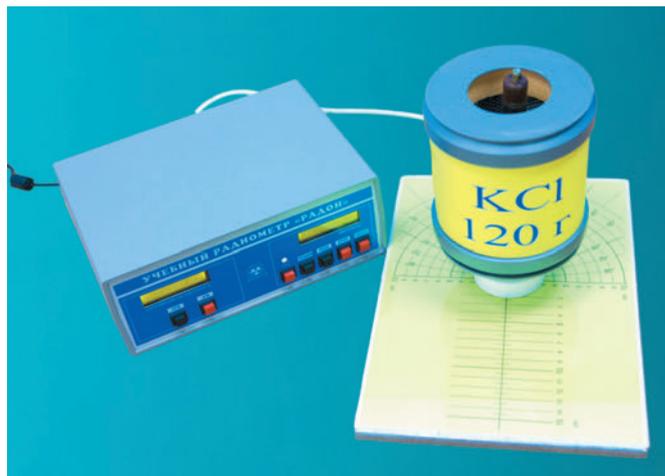
Таким образом (без применения специальных радиоактивных источников), используя: • излучение естественных источников соли калия-40 (KCl) • излучение продуктов распада радона (Rn-222) в воздухе • космическое излучение, то есть естественный радиоактивный фон, – можно познавать окружающий нас «радиоактивный» мир.

Техническое описание учебного лабораторного комплекса по радиоэкологии «Радон». Учебный лабораторный комплекс «Радон» (далее – радиометр) позволяет определять активность образцов по их β - и γ -излучениям, измеряя плотность потока частиц. В состав радиометра входят: • источник β - и γ -излучений на основе естественного радиоактивного вещества – хлорида калия (KCl) • блок детектирования на основе выносного счётчика Гейгера–Мюллера СТС-6 (может быть использован счётчик другого типа) • электронный блок, формирующий необходимое для работы счётчика высокое регулируемое стабилизированное напряжение. В состав блока также входят таймер, счётчик импульсов, блоки индикации напряжений, числа импульсов, режима работы, разграфлённая металлическая площадка для установки счётчика Гейгера–Мюллера на магнитной подставке.

Ниже представлены блок-схема радиометра «Радон», а на с. 23 – его передняя и задняя панели с органами управления и индикации и общий вид установки.



Для увеличения чувствительности лабораторного комплекса источник выполнен в виде полого цилиндра из хлористого калия, а детектор (счётчик Гейгера–Мюллера) расположен в центре оси цилиндра. Исследуемые поглотители β - и γ -излучений (ци-



Передняя и задняя панели учебного радиометра и общий вид прибора

линдров разной толщины) вставляются между детектором и источником.

При проведении практических занятий с помощью учебного радиометра «РАДОН» можно провести обучение навыкам самостоятельного измерения природного радиационного фона и присутствия радона в помещениях, поиска источников радиоактивного излучения в окружающей среде, материалах, пищевых продуктах, обучение способам защиты от радиационного излучения и другие работы. Например:

- изучение принципов радиационной защиты расстоянием (закон R^2), временем и биологической защитой из различных материалов
- определение уровней радиации (в том числе радона) в различных местах
- определение активности различных сред и продуктов (картофеля, грибов, ягод), хозяйственных и строительных материалов (калийных удобрений и строительных смесей).

Литература

1. Постановление правительства РФ от 14.02.2006 г. № 89 «О методах государственной поддержки образовательных учреждений, внедряющих инновационные образовательные программы» // Российская газета. Вып. № 4003, 22.02.2006 г.
2. Распоряжение правительства РФ от 19.02.2007 г. № 484-р «Концепция ФЦП «Обеспечение ядерной и радиационной безопасности на 2008 г. и на период до 2015 г.»» URL: admtyumen.ru/files/Сору%20of%20Приложение%206.doc
3. Поленов Б.В., Нестеров В.П. Цели и пути улучшения знаний учащихся общеобразовательных учреждений по радиоэкологии. // Аппаратура и новости радиационных измерений. 2013. № 2 (74).
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 4234-77, Калий хлористый. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1977.
5. Нормы радиационной безопасности. НРБ-99/2009 от 02.07.1999 г. СанПин 2.6.1.2523-09. URL: www3.fumc.ru/rules/31265.html



Анатолий Аркадьевич Басов – окончил Горьковский политех, к. т. н., доцент кафедры физики, педагогический стаж более 30 лет. Ведёт курс атомной и ядерной физики, активно организует научную деятельность студентов и школьников, занимается мониторингом радиационного состояния объектов окружающей среды. Награждён Грамотой РОСАТОМА. У него двое детей и двое внуков. Хобби – рыбалка.



Александр Алексеевич Радионов – окончил Горьковский политех, д. ф.-м. н., профессор, заведующий кафедрой физики. Почётный работник Высшей школы. Научные интересы лежат в области прикладной электродинамики. Под его руководством защищено 5 кандидатских диссертаций. Имеет двоих детей и семерых внуков. Любит охоту и собак.



Галина Марковна Соколова – окончила Горьковский Госуниверситет, старший преподаватель кафедры физики, стаж более 30 лет. В рамках довузовской подготовки школьников ведёт элективные курсы в базовых школах НГТУ. Имеет сына и внука. Увлекается садоводством, любит путешествовать.



Алла Николаевна Яшина – окончила Горьковский Госуниверситет, к. ф.-м. н., доцент кафедры физики, имеет многолетний опыт работы со студентами, постоянно работает в базовых школах города. Награждена Почётной грамотой Минвуза. Любит читать и путешествовать. Имеет сына и двух внуков.

Умение правильно формулировать цель своей деятельности – основа её успешности



Обоснована необходимость формировать у школьников умение формулировать цель своей деятельности. Это умение, к сожалению, редко встречается и учителей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: формулирование цели деятельности

С.В. АНОФРИКОВА
asvmosk@ya.ru, г. Москва,
Е.А. КОВАЛЁВА
МБОУ СОШ № 14, г. Калуга

Одним из основных умений (ключевых компетенций) человека является умение формулировать цель своей деятельности.

В формулировке цели любой человеческой деятельности должны быть указаны: а) конечный продукт; б) свойства конечного продукта; в) глагол, выражающий активность субъекта, направленную на создание указанного конечного продукта с указанными свойствами. Только в этом случае цель задаёт образец конечного продукта деятельности.

Опора на это правило для людей, профессии которых связаны с созданием материальных конечных продуктов, является естественной. Чтобы токарь выточил требуемую деталь из заданного материала, ему должны быть заданы форма детали, её размеры, качество обработки поверхности и прочее. Иначе он действовать не сможет. Если вам заказали изготовить амперметр, то вы обязательно будете выяснять, каков должен быть предел измерения прибора, его чувствительность, класс точности и другие свойства.

Но есть профессии, в которых при формулировании целей не пользуются этим правилом. Одной из них является профессия «учитель»: как правило (см., например, сценарии уроков в интернете), в формулировках целей уроков учителя не указывают *конечный продукт* своей деятельности и его *свойства*, а называют *активность* учителя, направленную на предмет деятельности: рассмотреть... (случай); развивать... (воображение, мыш-

ление); вырабатывать... (навыки); воспитывать... (отношение); активизировать... (деятельность); применять... (знания); продолжить... (рассказ); познакомить... (с теорией); повторить... (тему) и тому подобное.

Неумение правильно (то есть *в соответствии с правилом*) формулировать цели своей деятельности приводит к тому, что учителя не обращают никакого внимания на это умение и не считают нужным специально обучать ему своих учеников. В результате многие ученики, не сформулировав цель своей деятельности, начинают выполнять задания, не осознавая, какой конечный продукт и с какими свойствами требуется получить. Это может быть одной из причин неудачного выполнения контрольных заданий.

Следует отметить, что самопроизвольно данное умение не формируется, несмотря на то, что в быту при выполнении многих действий все этим правилом пользуются. Например, вы варите суп, и его наполнение вы осуществляете в соответствии с определёнными свойствами, которые находятся у вас «в голове», они вами мыслятся, но не указываются в явном виде. Аналогично: идёте покупать футболку, но ведь не любая вас устроит, а отвечающая определённым вашим требованиям: размер, цвет, надписи, вырез горловины, длина как самой футболки, так и рукавов, волокно и так далее. Эти требования тоже находятся у вас «в голове». Это является естественным, само собой разумеющимся и потому не осознаётся, что, выполняя те или иные действия, вы формулируете цель в соответствии с каким-то правилом.

Может быть и не стоило бы говорить о необходимости формулирования цели деятельности в соответствии с приведённым выше правилом, но есть одно «НО»: только цель, задающая образец конечного продукта, «как закон, определяет способ и характер действий»¹. Иными словами, только цель, в которой указан конечный продукт и его свойства, позволяет выстроить логически обоснованную си-

Печатается в сокращении. Полный текст, включая сценарии нескольких уроков, проведённых с целью обучения правильной формулировке цели своей деятельности, 7 кл., а также практические материалы, иллюстрирующие изложенный в статье подход к процессу преподавания, даны в ЭП. В основу статьи положены работы слушателей дистанционного курса Анофриковой С.В. «Методика формирования ключевых компетенций на уроках физики» 16-002 Педагогического университета «Первое сентября». – Ред.

¹Маркс К. Капитал. Критика политической экономии, Т. 1. М.: Изд-во полит. лит-ры, 1973, с. 189.

стему действий по созданию этого конечного продукта. Вот почему каждому учителю необходимо обратить самое серьезное внимание на формирование данного умения у своих учеников.

Рассмотрим методику формирования данного умения (в дальнейшем – *деятельности*). Первый урок, посвящённый обучению учащихся формулированию цели своей деятельности, не должен быть связан с какой-либо физической темой. Именно поэтому он может быть проведён в любой параллели, в любом месте и в любое время. Чем раньше, тем лучше.

Поскольку умение – это деятельность, следует учесть, что научиться деятельности человек может только одним единственным способом: многократно выполняя её. Отсюда задача учителя – организовать многократное формулирование учащимися целей деятельности.

Есть психологические закономерности, которые обязательно нужно учитывать, если учитель хочет, чтобы его ученики овладели той или иной деятельностью:

Человеком осознаётся только то, что составляет цель его деятельности. Цель только тогда побуждает человека к деятельности, когда она порождена его личной потребностью. Цель, сформулированная по потребности, является сознательной целью.

Любая человеческая деятельность выполняется в три этапа: ориентировочный, исполнительный и контрольный. Самым важным является ориентировочный этап: «Ориентировочная часть является управляющей инстанцией и в основном именно от неё зависит качество исполнения (действия – наше добавление)². На этом этапе человек составляет программу (систему) действий по достижению поставленной цели.

Формулирование цели деятельности – действие умственное. Следовательно, оно должно формироваться в соответствии с психологической теорией планомерного формирования умственных действий³. Суть этой теории состоит в следующем.

1. Каждое умственное действие представляет собой действие практическое, «пересаженное в голову» и преобразованное в ней.

2. Процесс формирования умственного действия состоит из четырёх этапов: 1) материаль-

ного (с материальными предметами) или материализованного (с материальными изображениями предметов), выполняемого вручную (практическое действие); 2) внешнеречевого, выполняемого в громкой или письменной речи без непосредственной опоры на предметы; 3) этапа внешней речи «про себя», или внутренней речи (мысленного проговаривания способа выполнения действия); 4) умственного, выполняемого «в уме» быстро и правильно.

Организация учебного процесса с учётом сказанного выше предполагает обязательной следующую структуру урока: • создание ситуации, в которой у учащихся возникнет потребность в выполнении деятельности • побуждение учащихся к формулированию цели деятельности, в которой указывается конечный продукт, удовлетворяющий потребность • побуждение учащихся к составлению программы (системы) действий по достижению поставленной цели • побуждение учащихся к многократному исполнению этой программы в различных ситуациях • побуждение учащихся к контролю соответствия свойств полученного конечного продукта потребностям.

Обратите внимание на слово «побуждение»: оно подчёркивает роль учителя на уроке – роль организатора деятельности учащихся, а не источника информации, как мы привыкли. В ЭП приведён урок, построенный в соответствии с этими психологическими закономерностями. Сценарий: I. Мотивационный этап⁴. II. Побуждение учащихся к формулированию правила формулирования цели. III. Побуждение учащихся к составлению порядка действий по правильному формулированию цели деятельности. IV. Побуждение учащихся к многократному исполнению этой деятельности. V. Побуждение учащихся к контролю свойств полученного результата, то есть к контролю правильности формулирования целей деятельности в предложенных ситуациях (в ЭП каждый этап урока рассмотрен подробно).

Нетрудно заметить, что обучение формулированию целей деятельности позволяет изменить не только учащихся, но и самого учителя: он не только задумывается над формулировкой заданий для учащихся, но и сам формулирует цели своей деятельности так, что все его действия на уроке становятся логически обоснованными (см. приведённый урок). Обучение школьников формулированию целей своей деятельности продолжается на всех последующих уроках.

²Гальперин П.Я. О методе поэтапного формирования умственных действий. В кн.: Теории учения. Хрестоматия. Ч. 1. Отечественные теории учения. / Под ред. Н.Ф. Талызиной, И.А. Володарской. М.: РИЦ «Помощь», 1996, с. 68.

³Автор этой теории – советский психолог П.Я. Гальперин. См.: • Гальперин П.Я. Введение в психологию: Учеб. пособие для вузов. М.: Книжный дом «Университет», 1999 • Теории учения. Хрестоматия. Ч. 1. Отечественные теории учения / Под ред. Н.Ф. Талызиной, И.А. Володарской. М.: РИЦ «Помощь», 1996 • Талызина Н.Ф. Педагогическая психология: Учебник для студ. сред. пед. учеб. заведений / 2-е изд., стереотип. М.: ИЦ «Академия», 1998.

⁴Цель деятельности учителя на этом этапе – создать ситуацию, в которой учащиеся осознают, что любая деятельность должна начинаться с формулирования цели. Осознание происходит не через слова учителя, а через собственную деятельность учащихся.

Пропедевтика элементов физики на уроках математики при формировании УУД



Описаны две практические работы физического содержания для уроков математики в 5–6-м классах. Работы выполняются в группах и способствуют активному формированию УУД.

Практические занятия, 5–6-й классы

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: младший подросток, УУД, практические задания, строение молекул, точка Ферма-Торричелли, мыльные пузыри, устойчивое равновесие

Г.А. АДЖЕМЯН
adzhemyan@i.home-edu.ru,
ГБОУ ЦО Технологии обучения,
МПГУ, г. Москва

Эффективность учебной деятельности учащихся 5–6-го классов во многом зависит от степени их познавательной активности на уроках. Возникает необходимость разработки заданий, которые активизировали бы процесс формирования универсальных учебных действий (УУД). Например, на уроках математики учащимся можно предложить практические задания с физическим содержанием, формируя тем самым умение действовать в соответствии с поставленной целью. Такие задания позволяют систематизировать, углублять и конкретизировать теоретические знания; формировать способность и готовность использовать теоретические знания на практике; развивать абстрактное и логическое мышление, интеллектуальные умения; формировать УУД в совместной познавательной деятельности.

Практические работы выполняются под руководством учителя. Форма организации – групповая, командами по 2–4 человека. Прежде чем школьники приступят к самостоятельной деятельности, учителю необходимо провести инструктаж, рассказав о цели работы и порядке её выполнения, предъявив таблицы, иллюстрации, чертежи, выводы (с формулировкой), контрольные вопросы, задания.

Проверка выполнения заданий организуется сначала внутри групп самими учащимися, затем из всех групповых работ отбираются 2–3 лучшие, которые их авторы зачитывают либо демонстрируют на интерактивной доске. После проведения подробного анализа выполненной работы, сравнения и обсуждения полученных результатов, анализа типичных ошибок, учитель совместно с учениками оценивает выступающих. Окончательная оценка за работу, как и её физическая «грамотность», определяется учителем в конце урока. Приведём пример практической работы с

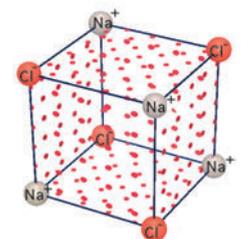
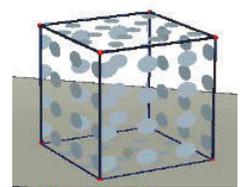
физическим содержанием, предлагаемой учащимся 6-го класса при изучении темы «Куб и прямоугольный параллелепипед», которая должна помочь лучше понять тему «Строение вещества», а также «увидеть» структуру молекулы.

Особое место занимает изготовление физических моделей по готовым чертежам и на компьютере, и вручную.

Практическая работа «В гостях у гексаэдра». Молекулы некоторых веществ имеют форму *гексаэдра* (куба). В качестве примера рассмотрим модель молекулы поваренной соли (NaCl) – это шестигранник, в вершинах которого находятся ионы натрия (Na^+) и хлора (Cl^-).

Цель задания: показать связь гексаэдра со строением молекул (ознакомиться с гексаэдром и его элементами).

1. Посмотрите внимательно на изображение гексаэдра. Сосчитайте число его граней, вершин и рёбер, результаты занесите в таблицу. Правильно ли вы сосчитали? Проверьте с помощью теоремы Эйлера: **число граней + число вершин – число рёбер = 2**.



Название многогранника	Форма граней (нарисуйте)	Число граней	Число вершин	Число рёбер	Проверка (по теореме Эйлера)

2–8. (Вводятся понятия *видимых и невидимых граней, видимых и невидимых рёбер, рассчитываются количество граней, рёбер и вершин и их сочетаний, поясняется построение развёртки гексаэдра. Подробнее см. ЭП. – Ред.*)

Печатается в сокращении. Полный текст см. в ЭП. – Ред.

Практическая работа «Точка Ферма в мыльных пузырях». Особый интерес представляют межпредметные проектные работы, раскрывающие связи геометрии и физики. Например, исследование «Замечательные точки треугольника» в динамической компьютерной среде «Живая математика», 6-й класс. Учащиеся обнаруживают интересный факт: если выбрать внутри треугольника произвольную точку, то, можно передвигать её так, чтобы сумма расстояний от этой точки до вершин треугольника уменьшалась. Была выдвинута гипотеза, что существует точка, сумма расстояний от которой до вершин треугольника минимальна. Выяснилось, что этим вопросом интересовались учёные ещё с XVII в., и название этой точки связано с именами сразу трёх выдающихся учёных.

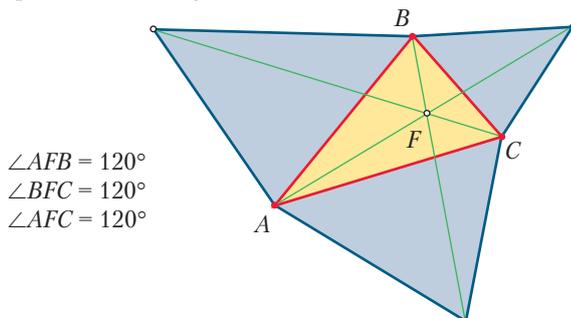
Впервые о ней сказал французский математик *Пьер Ферма* в задаче о местоположении в треугольнике ABC такой точки F , чтобы сумма $FA + FB + FC$ её расстояний до вершин была минимальной.

Швейцарский геометр *Якоб Штейнер* рассматривал ту же проблему в несколько более общем виде: он пытался найти кратчайшую сеть дорог, соединяющих три пункта.

Точку треугольника, положение которой удовлетворяет этим условиям, построил итальянский учёный *Эванджелиста Торричелли*, изобретатель, кстати, ртутного барометра.

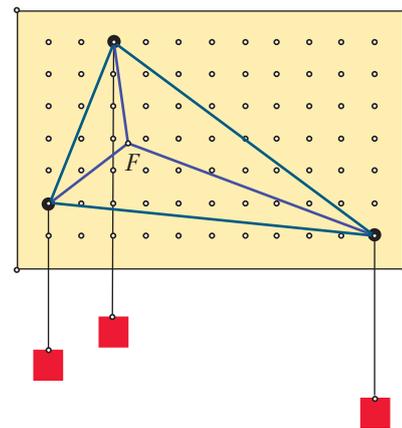
Определение. Точкой Ферма называется такая точка треугольника, сумма расстояний от которой до вершин треугольника является минимальной.

Одним из интересных свойств точки Ферма является такое: каждая сторона треугольника из точки Ферма видна под углом 120° :



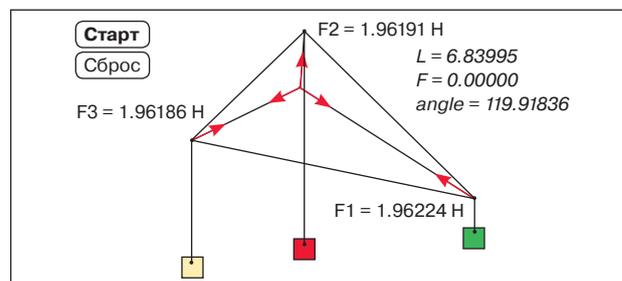
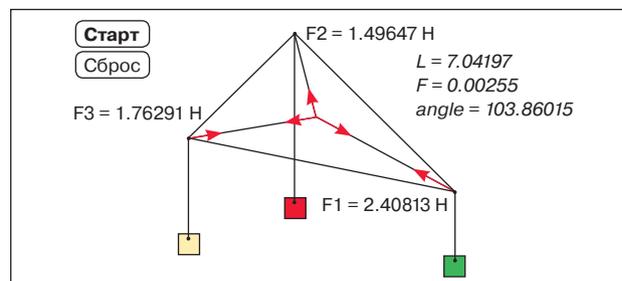
Самое интересное – в работе удалось увидеть, какое применение этот интересный факт находит в физике. А факт заключается в следующем: если на тело действуют три одинаковые силы и эти силы уравновешивают друг друга, то углы между линиями, вдоль которых действуют эти силы, составляют 120° . Этот факт был использован для построения модели, которая позволяла практическим путём найти точку Ферма для любого треугольника. На доске решёт-

кой отверстий закреплены штыри с подшипниками так, что их можно свободно переставлять в любое отверстие. Эти штыри являются вершинами треугольника. Сам треугольник выполнен из резинового шнура, так что его вид можно легко изменять. Через каждый подшипник перекинута нить с грузом (масса каждого 100 г).



Нити взяты специальные, нерастяжимые. Свободные концы нитей связаны в один узел. Когда грузы отпускают, нити натягиваются, и узел устанавливается в некоторой т. F , такой что угол между каждой парой нитей составляет 120° . Таким образом, каждая сторона треугольника из точки F видна под углом 120° – а этим свойством обладает точка Ферма. В этом мы можем убедиться, если наложим на нашу модель диск из оргстекла с начерченными на нём лучами, исходящими из одной точки и образующими между собой углы в 120° . После совмещения лучей с нитями фломастером можно отметить на модели местоположение точки Ферма для данного треугольника.

Виртуальный эксперимент ученики проводили в компьютерной среде «Живая физика»: меняя параметры модели, они могли следить за изменениями величин сил и углов между линиями, вдоль которых действуют эти силы.

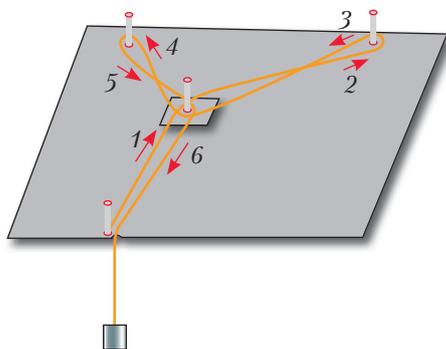


Настольная модель точки Ферма–Торричелли.

Для обнаружения точки Ферма–Торричелли мы создали и физическую модель. Практическое её значение в том, что каждый ученик на уроке мог самостоятельно обнаружить местоположение этой замечательной точки.

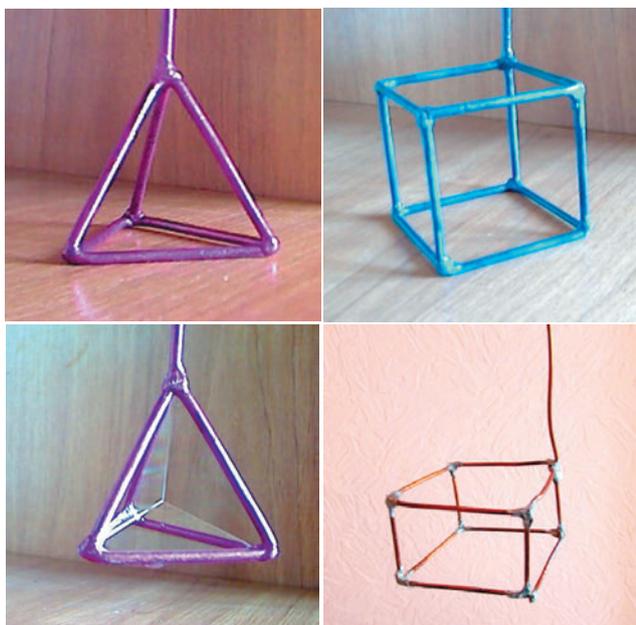
Точка Торричелли – точка треугольника, из которой все стороны видны под углом в 120° . Существует только в треугольниках с углами меньшими 120° , при этом, она единственна и, значит, совпадает с точкой Ферма. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Точка Ферма](https://ru.wikipedia.org/wiki/Точка_Ферма)

В нашей физической модели мы использовали только один груз. Чтобы уменьшить трение в шарнирах и шарниров



о стол, мы взяли достаточно скользкие лески и очень гладкий экран (с решёткой отверстий). Эту модель можно использовать на уроке математики, организовав игру-соревнование «Кто ниже опустит гиру».

Очень интересно наблюдать за точкой Ферма в мыльных пузырях, где плёнки стремятся сократиться до наименьших возможных размеров. Этим, кстати, и объясняется шарообразная форма мыльных пузырей [1]. Для проведения эксперимента нужно



изготовить из хорошо гнущейся проволоки модели правильных тетраэдра, куба, других многогранников. Модель окунаем в мыльный раствор и, осторожно вынимая её, наблюдаем за передвижением мыльных плёнок. Самый простой способ приготовления мыльного раствора – развести в холодной воде моющее средство «Fairy» в пропорции 1 : 10. Температура раствора имеет значение – из холодного раствора получаются более стойкие плёнки.

Плёнки стремятся иметь наименьшую площадь из-за действия сил поверхностного натяжения и стремления к минимуму поверхностной энергии. Следовательно, по принципу Ферма, каждый угол между рёбрами в положении устойчивого равновесия равен 120° . Чётко видна точка, где пересекаются продолжения всех сил натяжения. Буквально поражаешься красотой и изяществом картины. Попробуйте и вы построить аналогичные модели и понаблюдать за удивительными явлениями.

Главное методическое достоинство описанных занятий в том, что на смену пассивному усвоению знаний приходит их активный поиск во взаимодействии с учителем и товарищами [2]. Любое взаимодействие, по определению, генерирует информацию. При выполнении практических заданий в группе даже учащиеся, не способные к полному усвоению предлагаемых математических фактов, достаточно уверенно чувствуют себя, приводят собственные примеры, измеряют, работают с чертежами. Согласовывая выполнение заданий между собой, обсуждая, они имеют возможность трансформировать решения, сопровождать их новыми надписями, чертежами и тому подобное [3]. Всё происходящее является отличной предпосылкой для формирования и развития всех составляющих универсальных учебных действий.

Литература

1. Гегузин Я.Е. Пузыри. // Библиотечка «Квант», 1985, вып. 46.
2. Границкая А.С. Научить думать и действовать: Адаптивная система обучения в школе: Кн. для учителя. М.: Просвещение, 1991. 172 с.
3. Иванова Е.Г. Методика обучения в сотрудничестве на начальном этапе средней общеобразовательной школы: Автореф. дис. канд. пед. наук. М., 2003.



Гаяна Ашотовна Аджемян – учитель математики и физики высшей квалификационной категории, окончила МГПИ им. В.И. Ленина в 1987 г., педагогический стаж 25 лет. Соросовский учитель, победитель всероссийского конкурса в рамках ПНПО «Лучшие учителя России», лауреат Президентской премии и ВВЦ, победитель конкурса «Грант Москвы». Сейчас преподаёт физику в ЦО и учится в аспирантуре МПГУ. Педагогическое кредо: «Чтобы иметь право учить, надо постоянно учиться самому». Выпускники успешно поступают в престижные вузы. Семья: сын (управляющий в ресторане), дочь (врач-офтальмолог), внучка-первоклассница и внук (2,5 года). Хобби: цветоводство, садоводство, ландшафтный дизайн и самосовершенствование в педагогике.

2015 год

**Новая эра сотрудничества в образовании –
новые горизонты для учителей России**

**«Просвещение»
и «Первое сентября» –
стратегические партнеры**

Два крупнейших издательства – учебного книгоиздания
и учебной периодики – объединяют усилия для разработки
и продвижения электронных учебников второго поколения.

Апробация учебников – на сайте «Просвещения» и в рамках
общероссийского проекта «Школа цифрового века».

Участвуйте!

prosv.ru

digital.1september.ru

Звёздное небо в январе

Описано звёздное небо, даны звёздные карты в зените, южной и северной частях горизонта, фазы Луны, планеты, метеорные потоки. Приведена картина «Плеяды» И. Веддера (Музей искусств Метрополитен), а также астрофотография спутников Юпитера.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: астрономия, звёздное небо, звёздные карты, Плеяды, спутники Юпитера

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

Начало января, как и конец декабря, характеризуется самыми длинными ночами. Чистый холодный воздух, красивое звёздное небо, раннее наступление темноты делают январь одним из самых удобных месяцев для проведения простейших вечерних наблюдений невооружённым глазом. Телескопические наблюдения, даже простейшие, осложняет холод. В середине января продолжительность дня по сравнению с декабрем увеличивается почти на час. Солнце в первых числах восходит в Москве около 9^ч, а заходит около 16^ч, в конце месяца соответственно – около 8^ч и 17^ч. Сумерки, которые на широте Москвы длятся около 50 мин, удлиняют продолжительность светлого времени суток почти на 1 ч 40 мин. Солнце до 20 января медленно, со скоростью около 1° в сутки, перемещается в восточном направлении по созвездию Стрельца, а затем до конца месяца – по созвездию Козерога. Эти южные созвездия никогда не поднимаются высоко над горизонтом, поэтому неудивительно, что Солнце на широте Москвы в этом месяце не поднимается выше 15°, а за Полярным кругом едва приподнимается над горизонтом. Что касается знаков зодиака, то до 20 января Солнце движется по знаку Козерога, а затем по знаку Водолея. Итак, 1 января 2015 г. (в 2 457 023-й юлианский день) Солнце восходит в 9^ч 01^м, полдень наступает в 12^ч 33^м, а заходит в 16^ч 06^м. Продолжительность дня 7 ч 5 мин, а ночи 16 ч 55 мин. 31 января – 2 457 053-й юлианский день. Восход, полдень и заход Солнца происходят соответственно в 8^ч 28^м, 12^ч 48^м и 16^ч 59^м по московскому времени, а продолжительность дня и ночи 9^ч 31^м и 14^ч 29^м.

Выйдем на улицу в 19^ч, встанем лицом на юг и посмотрим на область вблизи зенита, прямо над головой. Здесь расположены несколько хорошо известных созвездий: Персей, Цефей, Кассиопея и Андромеда. Цепочка звёзд Андромеды как раз указывает на звезду Мирфак (α Персея). Под Мирфаком, ближе к Андромеде, расположена известная с древнейших времён затменно-переменная звезда Алголь (β Персея), блеск которой меняется от 2,1^м до 3,2^м в течение всего трёх суток.

Прямо над головой, почти в точке зенита расположена η Персея. Если присмотреться, то рядом с этой звездой можно увидеть два известных рассеянных скопления звёзд χ и h Персея, соответственно 4^м и 4,5^м, содержащие примерно по 300 звёзд

Звёздные карты и описания звёздного неба даются примерно на 20^ч 15 января в Москве.

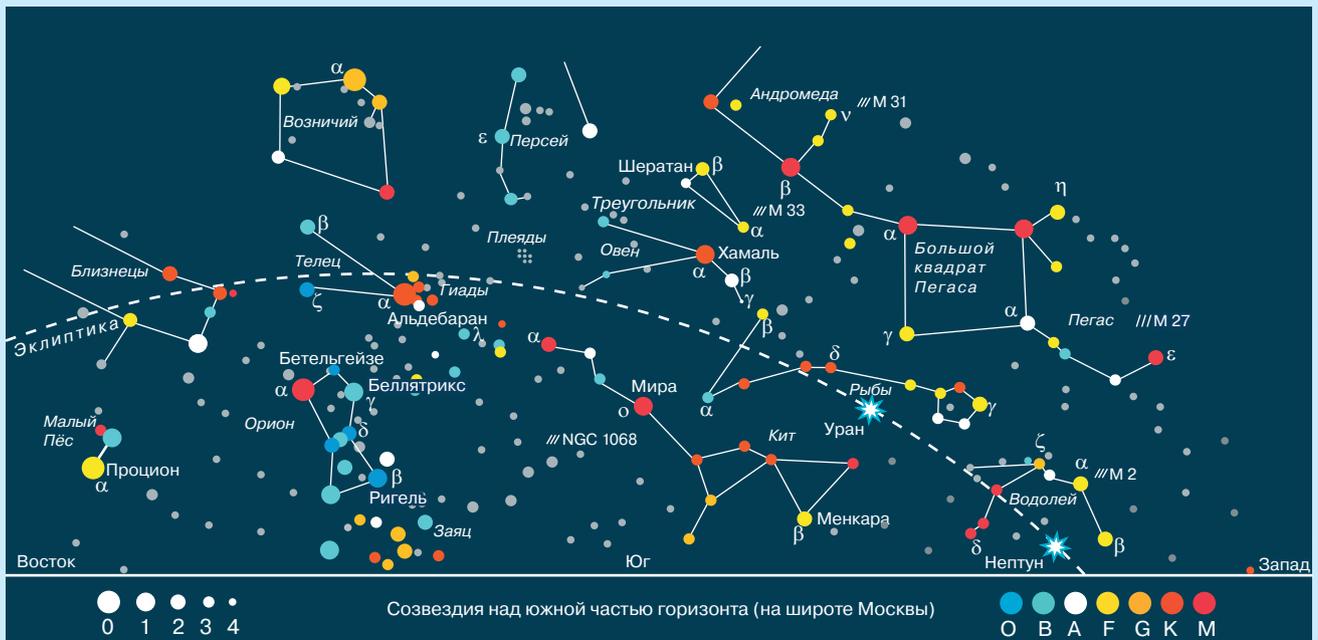


Илайхью Веддер (Elihu Vedder) / Плеяды.
Музей искусств Метрополитен, США

каждое. Под Персеем заметна компактная звёздная группа Плеяды – рассеянное скопление из семи молодых и горячих звёзд. Интересно, что появление Плеяд в ноябре у древних народов ознаменовывалось празднествами в честь умерших; обычай сохранился и по сей день как праздник Всех святых (в США он перешёл в *Halloween*). Более того, древние египтяне называли ноябрь Атар-аие или Атор – месяц Плеяд, такое же название было у халдеев и евреев. В наше время полинезийцы одну половину года называют Матарии-и-ниа (*Плеяды вверху*), а другую – Матарии-и-раро (*Плеяды внизу*). Праздник Плеяд празднуют аборигены Австралии, жители Перу и Мексики. В Египте боковые грани одной из пирамид, соседствующей с гигантской пирамидой Хеопса, ориентированы в направлении главных точек горизонта. Как считают учёные, первоначально она предназначалась для астрономической обсерватории. В ней имеются две внутренние наклонные галереи, проникающие через всю толщу. Одна из этих галерей направлена в точности на Северный полюс мира, другая выходит на юг под таким углом к горизонту, что начало нового гражданского года считалось от момента, когда из неё были видны Плеяды во время верхней кульминации в полночь. Следует отметить, что в пору строительства этих пирамид в Северном полюсе мира находилась не Полярная звезда, а звезда Тубан (α Дракона).

Согласно древней мифологии, Плеяды – дочери царя Атласа (Атланта). Шесть из них можно увидеть на небе невооружённым глазом: Альциона (2,8^м), Электра (3,6^м), Майя (3,8^м), Тайгета (4,2^м), Астеропа (5,8^м), – ещё одна, Целена (6,5^м), глазом не видна. Их родители – отец Атлас (3,6^м) и мать Плейона (5,2^м) – расположены среди дочерей рядом друг с другом.

Интересную информацию о Плеядах можно найти у великого поэта древности Овидия [1]: «Плеяд всего считается семь, но

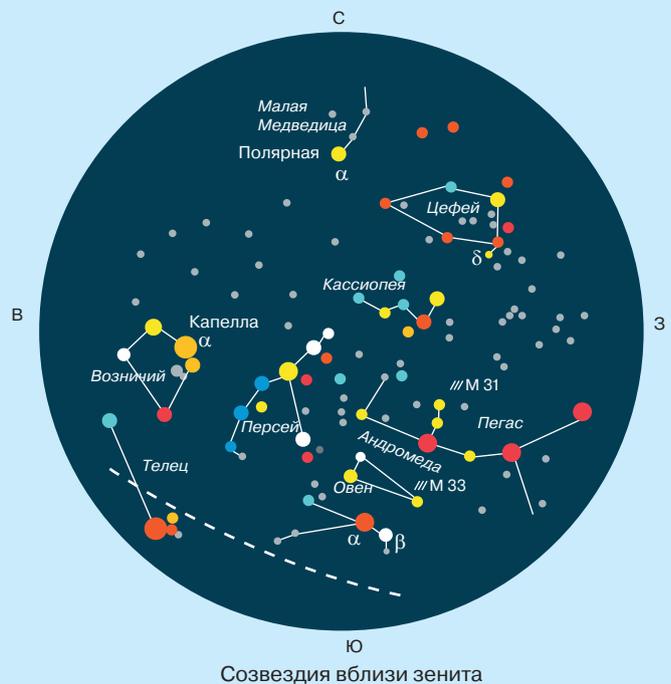


видно бывает обыкновенно только шесть». Как же Овидий объясняет это? «Если седьмая не видна, то это без сомнения потому, что только шесть из них знали поцелуи богов. Стеропа (Астеропа) удостоилась того, что её ложе посещено было Марсом; Альциона и прекрасная Целена принимали на своем ложе Нептуна; Майя, Электра и Тайгета по очереди побывали в объятиях Юпитера. Седьмая же, Меропа, сделалась женою простого смертного Сизифа: вот почему она постоянно краснеет и прячется от стыда». Значения звёздных величин Плеяд по этому тексту не совпадают с наблюдаемыми. Чтобы как-то объяснить это несогласие, Овидий добавляет: «После всего сказанного невидимой могла бы быть и Электра, которая не в состоянии была вынести зрелища пожара Трои и закрыла своё лицо рукою». Что касается названия Плеяд, то здесь можно привести несколько версий. Тридцать веков назад мореплаватели поджидали пору весеннего появления Плеяд на востоке, чтобы пуститься в путь. По этой причине ряд учёных заключает, что слово *Плеяды* происходит от глагола *плеин* – плавать на корабле. Но вернее всего, название происходит от греческого *πλειάς* (плейас) – множество, которое характеризует Плеяды просто как скопление звёзд на небольшом участке неба.

К востоку от точки зенита видна яркая звезда Капелла – ярчайшая в созвездии Возничего. На северо-востоке, вдали от яркого света города, можно различить незаметное созвездие Жирафа, содержащее звёзды слабее 4^м.

К северо-западу от зенита бросается в глаза пятиугольное созвездие Цефея. Знаменитая пульсирующая переменная звезда δ Цефея (цефеида) меняет свой блеск в пределах 3,6^м–4,3^м за 5,4 суток. Это самая южная звезда в пятиугольнике. Ярчайшая звезда в этом созвездии Альдерамин имеет блеск 2,6^м.

На юго-запад от зенита вытянулась цепочка звёзд Андромеды. Аламак (γ Андромеды) – красивейшая двойная звезда, состоящая из звёзд 2,3^м и 5,1^м, разделённых расстоянием 10". В небольшой телескоп можно различить их цвет – оранжевый у одной и изумрудно-зелёный у другой. В более сильный телескоп последняя, в свою очередь, разделяется на две звезды, одна из которых сияет голубым сапфиром, другая – зелёным изумрудом.



Звезда Мирак (β Андромеды) находится западнее. От неё вверх тянутся две не очень яркие звезды, около верхней, ν Андромеды, можно различить туманное пятнышко 4,8^м – знаменитую туманность Андромеды (М 31) – гигантскую спиральную галактику. Под γ и β Андромеды различимо слабое созвездие, по форме напоминающее вытянутый треугольник, – это созвездие Треугольника. Самая интересная достопримечательность в этом созвездии – спиральная галактика М 33 Водоворот, хорошо заметная уже в небольшой бинокль. Она расположена почти посередине между α Треугольника и β Андромеды. Так что в этом месяце мы имеем возможность наблюдать две внегалактические туманности – М 33 и М 31.

Под Андромедой и Треугольником в верхней кульминации (то есть на небесном меридиане) находится созвездие Овна. Хорошо заметны расположенные рядом две его ярчайшие звезды – Хамаль (2,23^м) и Шератан (2,72^м) – α и β , красного и белого цвета соответственно. Хамаль в переводе с арабского

Продолжение см. на с. 34

У нас в гостях журнал «Квантик»

СНЕЖИНКИ НАУЧНАЯ
ФОТОГРАФИЯ

А. БЕРДНИКОВ
beerdoss@mail.ru,
Центр педагогического
мастерства, г. Москва



См. также № 5–11/2014

Интересные «новогодние» фотографии можно увидеть на сайте Сельскохозяйственного исследовательского центра Белтсвилла (BARC)*. Для научных и практических целей сотрудники этого центра изучают... снежинки! И вот как они это делают.

Снежинки помещают на медные пластинки и на долю секунды погружают в жидкий азот. Он быстро остужает их до $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$ и примораживает к пластинкам. Теперь благодаря высокой прочности примороженных кристаллов снежинки могут храниться хоть целый год и их можно даже перевозить на самолёте. Затем на снежинки напыляют тончайший слой платины (металл немного дороже золота) – для того чтобы по платине, как по проводам, со снежинок утёк лишний электрический заряд. Только после этого их сможет «рассмотреть» электронный микроскоп, с помощью которого и были сделаны приведённые фотографии.

Перед взором электронного микроскопа снежинки предстают в непривычном для нас виде: они выглядят чёрно-белыми и непрозрачными. Зато электронный микроскоп даёт на порядки большее увеличение по сравнению с оптическим и имеет бóльшую глубину резкости. А главное, он деликатнее обращается с таким нежным материалом, как снежинки. Оптические микроскопы гораздо грубее. Одна только подсветка, необходимая для того, чтобы разглядеть снежинку, способна её испортить – например, подплавить.

А теперь – несколько интересных фотографий. На некоторых из них показан масштабный отрезок

(мм – миллиметр, мкм – микрометр, тысячная доля миллиметра). Для начала сравним как выглядит лёд через оптический (а) и электронный (б) микроскопы.

«Правильные» снежинки мы привыкли представлять себе такими, как на фото (в). Ну, в крайнем случае, как на фото (г). Однако они могут быть подтаявшими или вообще представлять собой бесформенный мокрый комок (фото д). Глубоко под снежным покровом около самой земли иногда бывает очень рыхлый снег, состоящий из крупных аккумулятивных ледяных кристаллов. Если не видели – беда – см. фото (е):

Иногда снежные кристаллы бывают совсем причудливой формы – в виде колонн (фото ж). Поросль на колонне на фото (з) – изморозь. Иногда капли влаги в атмосфере, не застывая, переохлаждаются ниже $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. И лишь соприкоснувшись с твёрдой поверхностью, быстро к ней примораживаются. Ещё один пример изморози показан на фото (и).

Ну и под конец покажем на примере снежинки увеличительную мощь электронного микроскопа: каждая следующая картинка показывает фрагмент предыдущей (фото к).

Для заинтересовавшихся приводим ещё одну интересную ссылку: <http://www.its.caltech.edu/~atomic/snowcrystals/movies/movies.htm>. Можно посмотреть несколько роликов, показывающих процесс роста снежинки с течением времени.

Приятного просмотра и с наступающим Новым годом!



*<http://www.anri.barc.usda.gov/emusnow/default.htm>



По материалам журнала «Квантик» № 12/2013



ЧИТАЙТЕ «КВАНТИК» –

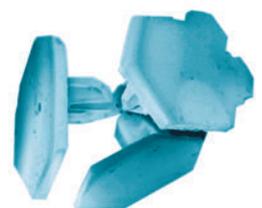
ежемесячный иллюстрированный журнал для школьников 4–8 классов – и вы узнаете много интересного об окружающем мире!

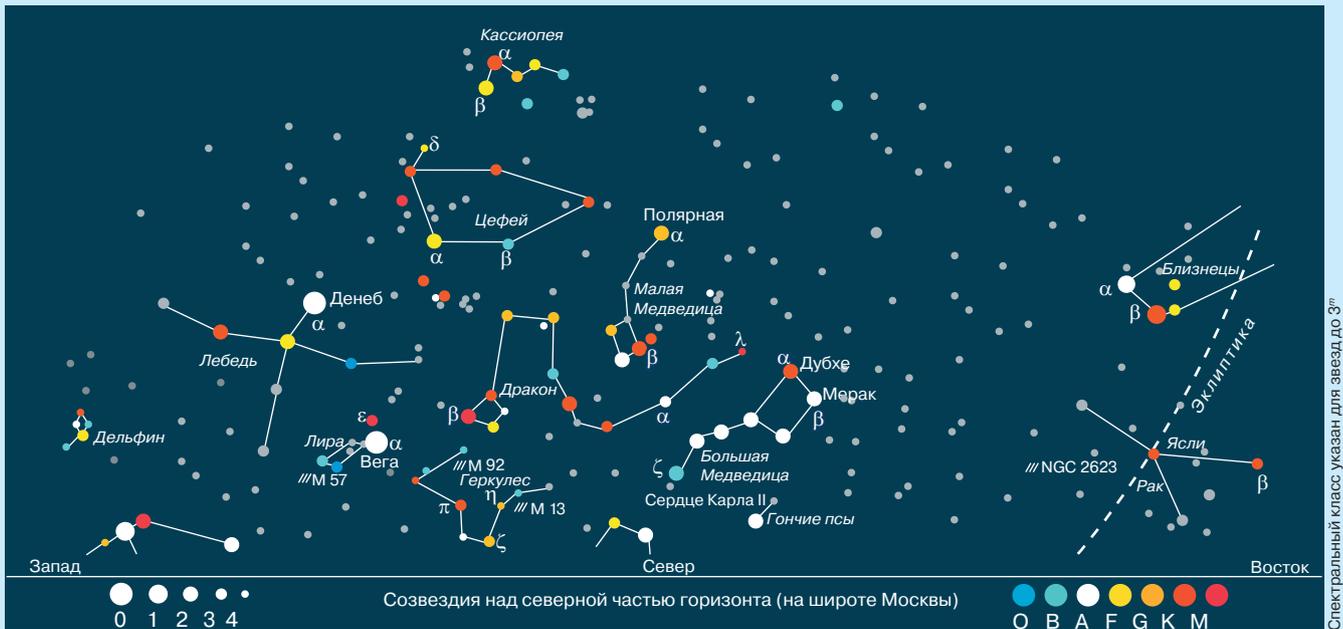
Подписной индекс по каталогу Роспечати 84252.

Сайты: <http://kvantik.com>;
<http://kvantik12.livejournal.com>



http://emu.arsusda.gov/snowsite/color_images/magas/2.jpg





Продолжение. Начало см. на с. 30

языка означает взрослый баран. Непосредственно под звездой Хамаль находится двойная звезда γ Овна, очень удобная для наблюдений в небольшой телескоп.

Ещё южнее, почти над точкой юга, расположена неправильная пульсирующая переменная звезда Мира (о Кита). Её блеск меняется от 2,0^м до 10,1^м в течение почти 332 суток, так что она делается то ярче Мекабы (иногда её называю Менкар) и Дифты (α и β Кита), то вообще исчезает. В минимуме блеска её едва заметишь в школьный телескоп, зато вблизи максимума блеска она хорошо заметна невооружённым глазом.

К западу от Андромеды заметен Большой Квадрат Пегаса, в левом верхнем углу которого расположена звезда Альферац (2,15^м) – α Андромеды, название которой в переводе с арабского означает *пупок лошади*. Остальные звёзды – Меркаб (α), Шат (β) и γ – принадлежат Пегасу.

Правее Овна и Кита находится созвездие Рыб. Непосредственно под Пегасом расположен почти правильный пятиугольник из пяти слабых звёзд представляющих голову одной из рыбин. Под ней, чуть восточнее, расположена точка весеннего равноденствия Υ – точка пересечения эклиптики с небесным экватором, в которой Солнце бывает в день весеннего равноденствия. Эта точка является основной при построении небесных координат и определении времени.

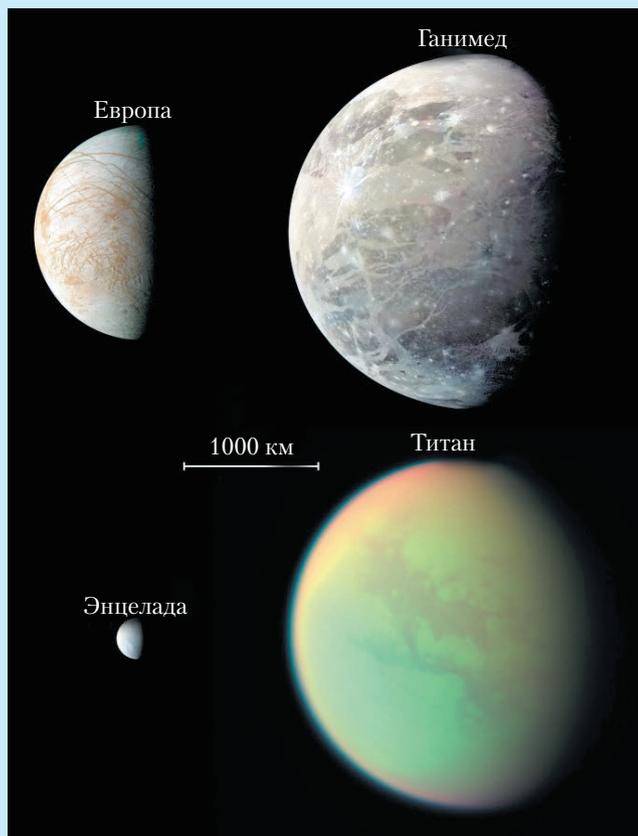
Восточнее и южнее Тельца поднимается гигантская фигура мифического охотника Ориона. Яркая звезда красного цвета Бетельгейзе (α) – звезда-сверхгигант, раздувшаяся в конце своей жизни до размеров, сравнимых с расстоянием от Солнца до Юпитера, хорошо заметна на фоне других звёзд.

Внизу расположена звезда белого цвета Ригель (β), под стать ему блистает голубоватая звезда Беллятрикс (γ). Три сравнительно яркие звезды, вытянувшиеся наклонной цепочкой между Бетельгейзе и Ригелем, – пояс Ориона. Под ним в хорошую погоду можно различить слабое свечение – Туманность Ориона (M 42). Продолжая на юг линию пояса Ориона, мы увидим низко на юго-востоке восходящий Сириус (α Боль-

шого Пса). Севернее Ориона и восточнее Тельца хорошо заметны Кастор (α) и Поллукс (β) – две расположенные рядом ярчайшие звезды созвездия Близнецов. Под ними, почти на востоке, сияет Процион – α Малого Пса.

Встав лицом на север, мы, в первую очередь, обратим внимание на семь звёзд К о в ш а Большой Медведицы, по ней находим Полярную звезду (α Малой Медведицы) и само созвездие Малой Медведицы. В данное время «хвост» Большой Медведицы указывает на точку севера. Западнее, низко над горизонтом, виден «крест» созвездия Лебедя с Денебом (α), а под ним – Вега, ярчайшая звезда в созвездии Лиры. Между Вегой и Полярной звездой можно различить «голову» Дракона, тело которого, извиваясь, окаймляет с северной стороны Малую Медведицу. На северо-востоке восходит созвездие Льва, где сейчас находится Юпитер. Планета-гигант Сатурн появится только под утро.

На представленном рисунке в одинаковом масштабе показаны фотографии двух спутников Юпитера (Европы и Ганимеда) и Сатурна (Титана и Энцелада). Они сейчас вызывают особый интерес не только у астрономов, но и астробиологов, занимающихся поиском жизни во Вселенной. Это связано с тем, что их исследования с помощью межпланетных космических станций и зондов привели учёных к идее, что не только планеты, но и спутники планет могут обладать условиями, благоприятными для жизни. Так, космический аппарат Галилео, исследовавший спутник Юпитера Европу, открыл на нём под толщей ледяной поверхности жидкий океан, покрывающий всю поверхность. Лёд и вода на Европе имеют общую толщину от 80 до 170 км. Так что если всю воду на Европе собрать в шар, то его радиус составит почти 877 км – чуть меньше радиуса самого спутника. Что касается Ганимеда, то и на нём под толщей льда также были обнаружены целые моря жидкой воды. Когда космический аппарат Кассини подлетел к Сатурну и стал исследовать его спутники, то на Энцеладе он увидел множество гейзеров. Если учесть, что на поверхности спутника царит космический холод с температурой –200 °С, то это указывает, что подо льдом на большой глубине имеется жидкий океан с комфортной для жизни температурой. На спутник Сатурна Титан был запущен зонд, кото-



Четыре спутника Юпитера и Сатурна, в недрах которых под огромной толщей льда в океанах возможна жизнь

рый не только заснял поверхность, но и исследовал химический состав довольно плотной атмосферы. И здесь были обнаружены метан и другие углеводородные химические соединения, возможно, связанные с биологическими процессами на её поверхности или в глубинах морей. Эти открытия заставляют астрономов расширить круг экзопланет (планет вне Солнечной системы), пригодных для жизни (то есть находящихся в зоне жизни вблизи родной звезды), до их спутников, находящихся вне зоны жизни. Так, например, зона жизни в Солнечной системе простирается от Венеры до Марса. Но с учётом возможности существования жизни на спутниках планет-гигантов эта зона, как мы видим, существенно расширилась.

ПЛАНЕТЫ

Меркурий (блеск около 0^m) движется по созвездиям Стрельца и Козерога, меняя прямое движение на попятное после 20 января. Виден около часа после захода Солнца в лучах вечерней зари.

Венера (-4^m) в начале месяца движется рядом с Меркурием, в дальнейшем удаляется от него к востоку, хорошо видна в течение 1,5 ч в лучах вечерней зари.

Фазы Луны	Дата	5	9	13	17	20	23	27	31
Фаза									
	Фаза	Последняя четверть	Новолуние		Первая четверть		Полнолуние		



Струи мельчайших частиц льда, вырывающиеся из трещин на южном полюсе Энцелада на много километров (вверху – астрофото, внизу – рисунок художника)

Марс (1^m) движется по созвездиям Козерога и Водолея, он виден низко над горизонтом в течение часа после захода Солнца.

Юпитер (-3^m) движется по созвездию Льва, меняя прямое движение на попятное после стояния 8 декабря, виден после 22^ч всю ночь до утра. Так как угловой диаметр Юпитера составит 43", то уже в небольшой телескоп можно различить детали на его поверхности и изучить движение его четырёх галилеевых спутников.

Сатурн ($0,5^m$) движется по созвездию Весов, его можно наблюдать почти 3 ч перед восходом Солнца, угловой диаметр почти 15", так что уже в небольшой телескоп можно будет любоваться кольцом вокруг планеты.

Уран ($5,7^m$) движется по созвездию Рыб, его можно наблюдать вечером вплоть до полуночи.

Нептун ($7,9^m$) движется по созвездию Водолея, его можно попытаться найти в вечерние часы в небольшой телескоп с помощью карты звёздного неба [2].

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Наиболее заметен метеорный поток **Квадрантиды**, период активности которых приходится на 27 декабря–7 января с максимумом активности 3 января (до 35 мет./ч). Радиант находится в созвездии Дракона, поэтому в вечерние часы находится низко над горизонтом и только под утро поднимается. Метеоры этого потока лучше наблюдать после полуночи.

Литература

1. Чаругин В.М. Астрономические вечера. В сб. «Я иду на урок астрономии: Звёздное небо: 11 класс! Кн. для учителя. М.: Изд-во «Первое сентября», 2001.

Чем была Рождественская звезда?

Приведены версии, чем могла быть звезда, которую, по преданию, видели волхвы?

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: Рождественская звезда, рождество, рождение Иисуса Христа

В.Ф. КАРТАШОВ
kartash44@yandex.ru,
ЧИПС, г. Челябинск

На фреске «Поклонение волхвов» неизвестного художника в соборе Святого Марка в Милане (Италия) изображена Вифлеемская, или Рождественская звезда, светившая в небе во время рождения Иисуса Христа. До сих пор идут споры о том, что это было за необычное светило, заметное невооружённым глазом, – планета, комета, сверхновая или что-то сверхъестественное?

А каким был блеск светила, который видели волхвы? Блеск светил, то есть объективное ощущение светового потока, попадающего в глаз человека, астрономы измеряют в звёздных величина (обозначается буквой m). Самые яркие светила неба – это объекты первой звёздной величины (1^m). А самые слабые, едва замечаемые человеком, отнесены к звёздам 6-й величины (6^m). Поскольку это светило бросалось в глаза, то его звёздная величина была либо нулевой, либо даже отрицательной! В небе немного объектов, звёздные величины которых отрицательны: это Солнце, Луна, Венера, Юпитер, Сатурн, Марс. Но иногда на небе появляются кометы или новые звёзды.

Проблему усложняют неуверенность в дате рождения Христа, а также устаревшая за 20 прошедших столетий терминология описаний астрономических событий во время появления светила – любой небесный объект, достаточно яркий, назывался в те времена «звездой»: метеоры – «падающие» звёзды; кометы – «волосатые» звёзды; сверхновые – «новые» звёзды; планеты – «блуждающие» звёзды.

В Библии ничего не говорится о календарной дате Рождества, но в ней упоминаются исторические персонажи и события. Например, там описывается правление короля Ирода. Историческая наука говорит, что Ирод, возможно, умер между 4 и 1 гг. до н. э. Волхвы посещали Ирода непосредственно перед тем, как он умер, и, возможно, перед рождением Христа.

Сомнительно, что Иисус был рождён в конце декабря. В Евангелии от Луки говорится: «И были в той стране пастухи, внимательно наблюдающие в поле их место расположения ночью», значит, наиболее вероятный сезон – весна, когда пастухи в Иудее принимали новорождённых ягнят.

В древние времена 25 декабря начинались римские праздники – сатурналии: украшались дома, улицы и здания; люди обменивались подарками, каждый был в приподнятом настроении. Когда римский император Константин официально принял христианство в IV в. н. э., дата 25 декабря закрепилась за Рождеством.

Современная хронология, в которой годы нашей эры пронумерованы от рождества Христова, была задумана римским монахом Дионисием около 523 г. К сожалению, Дионисий сделал две существенных ошибки в своих вычислениях. Первая заключалась в том, что он посчитал, что 1-й год нашей эры следует сразу за 1-м годом до нашей эры, проигнорировав нулевой год между ними, требуемый правилами математики. Но тогда в Европе нуль не принимался за число, поэтому год, который мы теперь обозначаем как 3-й г. до н. э., на самом деле 2-й. Во-вторых, Дионисий принял инструкцию Клементя из Александрии, гласившую, что Иисус был рождён в 28-м году правления римского императора Цезаря. Но Дионисий не учёл, что первые четыре года правления Цезаря назывались именем Октавиана (пока римский Сенат не объявил его «Августом»). Так что добавилась ошибка ещё в четыре года. А когда ошибку поняли, современная хронология прижилась, и внести в неё изменения было уже нельзя.

Что касается времени появления звезды, то большинство астрономов и специалистов по изучению Библии полагают, что оно произошло между 7-м и 2-м годами до н. э. Именно этот промежуток времени следует исследовать, чтобы определить, происходило ли что-то необычное в небе, что могло привлечь внимание волхвов.

Изменился ли вид звёздного неба за 2000 лет? На протяжении практически всей жизни человеку трудно заметить изменения положения звёзд в небе. Существенных изменений, конечно, не происходит – вид созвездий остаётся таким же, но по-



Поклонение волхвов. Фреска собора св. Марка, Милан, Италия. Неизвестный художник

ложения звёзд не постоянно. И причин здесь две. Первая: звёзды перемещаются на фоне более далеких звёзд; вторая – прецессия земной оси. Сейчас северный полюс мира находится около Полярной звезды, а раньше он был около α Дракона. Но как бы ни изменялось небо, какая-то стабильная звезда существенно изменить свой блеск не могла!

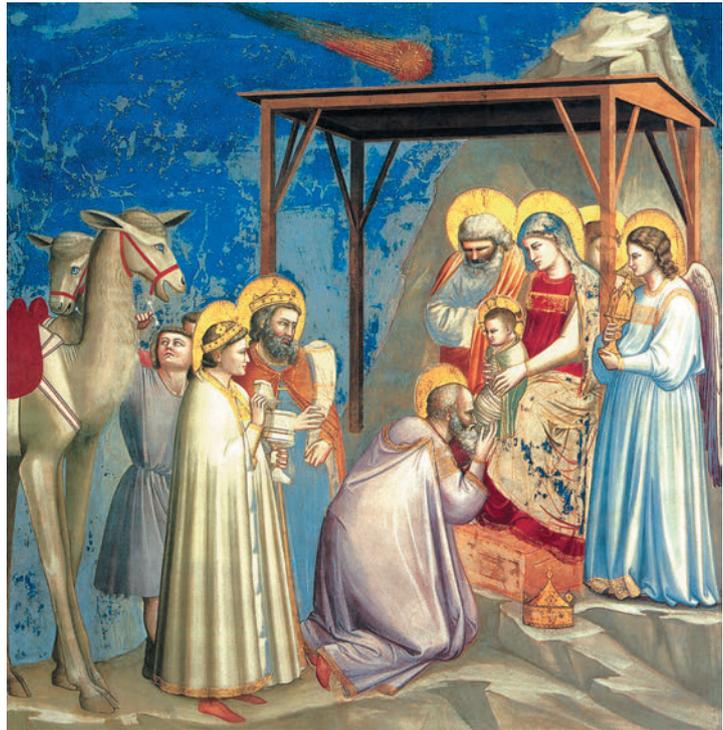
Было выдвинуто четыре теории объяснения явления Рождественской звезды с астрономической точки зрения [1, 2]:

– **Необычно яркий метеор**, движущийся в направлении к горизонту – но такой объект может быть виден в течение нескольких секунд, что явно недостаточно для того, чтобы волхвы могли пройти половину пути с Востока до небольшого города Вифлеем.

– **Яркая комета** (см. картину Джотто) – однако нелегко представить, что комета с яркой, подобной звезде головой и далеко простирающимся хвостом указывала бы направление, подобно какому-то космическому «пальцу», следуя которому волхвы смогли бы прийти в Вифлеем. Известная комета Галлея появлялась на небе в течение августа и сентября 12 года до н. э., о появлении других комет пока не найдено письменных свидетельств. Кометы рассматривались как предвестники зла типа наводнений, голода, смерти, но не рождения королей и монархов. Например, дата смерти римского генерала Агриппы была установлена по дате появления кометы Галлея в 12 г. до н. э.

– **Вспышка новой или сверхновой звезды** (см. гравюру Г. Доре), но ни один из подобных объектов не был зафиксирован в то время. Наиболее яркие новые вспыхивают неожиданно, их появление привлекает внимание. Через несколько дней или недель блеск светила постепенно уменьшается до полного исчезновения. От новых звёзд, в отличие от сверхновых, практически не остаётся никаких следов. Появляются они раз в 25–30 лет. Например, Тихо Браге обнаружил новую звезду и наблюдал её даже днём с начала ноября 1572 г. И сейчас они изредка вспыхивают среди звёзд, например, в 1975 г. новая появилась недалеко от яркой звезды Денеб в созвездии Лебедя.

Более захватывающим явлением, но намного более редким, являются сверхновые звёзды, которые взрываются внезапно, сбрасывая большую часть вещества в космическое пространство и выделяя за короткое время невероятное количество энергии, эквивалентное светимости целой галактики. В максимуме вспышки



Джотто ди Бондоне. Поклонение волхвов. Фреска капеллы Скровеньи. Падуя (Италия), 1305–1313 гг.



Комета PanSTARRS (C/2011 L4), которую легко принять за звезду. Фото П.-М. Хеден, Тенндален, Швеция



Г. Доре. Звезда указывает путь мудрецам, 1866 г. Гравюра на дереве



Тихо Браге наблюдает звезду, внезапно появившуюся в 1571 году [4]

сверхновой даже появляются тени. В нашей Галактике Млечный Путь в течение последней тысячи лет наблюдались четыре яркие сверхновые – в 1006, 1054, 1572 и 1604 гг.

Однако следует отметить, что нет никаких определённых записей о вспышке яркой новой звезды на небе в предполагаемое историческое время. Одна новая, согласно китайским записям, появлялась на границе созвездий Козерога и Водолея весной 5 г. н. э., но была не сильно заметной.

– **Сближение двух или трёх ярких планет.** Вероятность, что волхвы могли перепутать знакомые им планеты со звёздами, кажется малой, но между 7-м и 2-м гг. до н. э. имело место исключительно близкие соединения из трёх или более планет. Так, 29 мая, 30 сентября и 5 декабря 7 г. до н. э. Юпитер трижды проходил в одном градусе к северу от Сатурна (для сравнения, угловой размер полной Луны $0,5^\circ$, а кулака на вытянутой руке $\sim 10^\circ$). А вечером 25 февраля 6 г. до н. э. произошло соединение Марса, Юпитера и Сатурна в созвездии Рыб. Фактически, в течение восьми месяцев, которые могли потребоваться на 800 километровый путь от Вавилона до Иудеи, Юпитер и Сатурн оставались в пределах 3° друг от друга (с конца апреля 7 г. до н. э. до начала января 6 г. до н. э.).

Но самая правдоподобная для данной ситуации конфигурация – планетная группировка Венеры и Юпитера. Единственная из известных записей о звезде дана в Евангелии от Матфея, из которой следует, что в небе наблюдалось не одно, а два явления Рождественской звезды. Первое – накануне прибытия волхвов в Вифлеем, а второе – в конце их длинного путешествия. Звезда-сигнал могла располагаться в созвездии Льва (а оно в астрологии древнего Израиля играло большую роль). Очень близкое соединение Венеры и Юпитера было видно на территории Ближнего Востока 12 августа 3 г. до н. э. на восточном небе на рассвете – с $3^h 45^m$ до $5^h 20^m$.

Когда планеты впервые появились над восточной частью горизонта, они были разделены угловым расстоянием $12'$, что равно примерно $2/5$ видимого диаметра Луны. Для сравнения: звёзды Мицар и Алькор в «ручке» Большой Медведицы разделены дугой также в $12'$ и видны раздельно лишь при хорошем зрении. Планеты, которые на небе так близки, очень впечатляют, если они не сильно различаются блеском. Кстати, в Евангелии от Матфея говорится, что волхвы заявили на встрече с царём Иродом: «ибо мы видели звезду Его на востоке и пришли поклониться Ему» [<http://www.patriarchia.ru/bible/mf/2/>]. До сих пор не ясно, видели они звезду в восточной части неба или на востоке. Факты говорят, что 12 августа 3 г. н. э. соединение Венеры и Юпитера произошло в восточной части неба, после чего и началось путешествие волхвов на восток в Вифлеем.



Сближение Юпитера и Венеры. 08.11.2004, Бурса (Турция)

В это же время имели место несколько дополнительных соединений планет, что во все времена имело большую важность для астрологов. Так, на протяжении всего июня 2 г. до н. э., когда Юпитер и звёзды созвездия Льва начали исчезать на западе после вечерних сумерек, в той же области неба показалась Венера. Волхвы, конечно, определённо должны были принять во внимание, что вечером 17 июня 2 г. до н. э. Юпитер и Венера казались ещё ближе друг к другу, нежели в предыдущий август. По мере того как высота планет медленно уменьшалась, то есть они приближались к горизонту, угловое расстояние между ними становилось всё меньше. Наконец, в $20^h 30^m$ местного времени они находились в пределах $0,6'$ друг от друга, появившись на высоте 15° выше западного горизонта. Волхвам должно было казаться, что две самые яркие планеты объединились в одно светило и пылали над Иудеей, подобно маяку.

Описанные выше соединения планет (их даты и моменты, более подробные, чем приводимые обычно, взяты из материалов [3]) – это то, что астрономия может сообщить нам, но наблюдал ли их кто-нибудь на самом деле, и стало ли одно из них сигналом для исторического паломничества волхвов, не ясно до сих пор.

И не была ли Вифлеемская звезда действительно «чудесной звездой», которая появилась только один раз за всю хронологию человечества? Возможно, это тайна, которую современная наука не может пока раскрыть.

Литература

1. Вифлеемская звезда. Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вифлеемская_звезда#.
2. Звезда волхвов. Православная энциклопедия. URL: <http://www.pravenc.ru/text/182735.html>
3. Joe Rao. Was the Star of Bethlehem a Star, Comet... or Miracle? URL: <http://www.space.com/14036-christmas-star-bethlehem-comet-planet-theories.html>
4. Фламарион К. Популярная астрономия. М.–Л.: Детгиз, 1939.

«ЕГЭ» по-американски

94. Пожарная машина с командой и цистерной воды подъезжает к мосту, который может и не выдержать её веса. Командир решает, что несколько человек должны залезть в цистерну, чтобы её вес стал немного меньше. Как вы думаете, он прав? Поясните ответ.

Ответ. Это плохая идея. Даже если люди будут плавать в цистерне, на мост будет действовать суммарный вес машины, команды, воды и цистерны.

Мальчик. Когда люди залезут в воду, её уровень в цистерне, а следовательно и сила давления на дно повысятся. Так что находятся люди снаружи цистерны или внутри неё, их вес действует на мост.

Девочка. Поставьте на весы сосуд с водой – зафиксируйте вес. Опустите в воду яблоко – вес увеличится как раз на вес яблока, независимо от того, плавает оно или нет.

Paul G. Hewitt. Next-Time Question.NTQ_LIQUID_3QA, 2000

Next-Time Question



A fire truck carrying a load of firefighters and a large tank of water is about to cross a bridge that may not support the load. The chief suggests that some of the people aboard get into the tank so the load will be less.

Is this a good idea or a poor idea? Explain your answer.

Answers:

This is a poor idea because the weight of the load doesn't change when people float in the water tank. The load the bridge supports will still be the weight of the truck + people + tank + water.

The weights of the floating people are communicated to the bottom of the tank by the extra depth of water that results. So whether inside or outside the tank, their weights contribute to the load.

Weigh a pan of water on a scale. Put an apple in the water and the scale reading increases by the weight of the apple – whether or not the apple floats.

ARBOR SCIENTIFIC

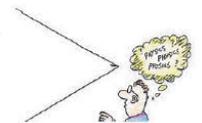
© 2000 Paul G. Hewitt

95. Сверхзвуковой самолёт создал коническую ударную волну (см. рисунок). Оцените скорость самолёта.

Ответ. Скорость самолёта, как видно из рисунка, равна удвоенной скорости звука. Каждый участок фронта волны является суперпозицией расширяющихся элементарных сферических волн, порождаемых самолётом в процессе полёта (его траектория обозначена пунктиром). Центр любой такой сферы (на рисунке это окружность) обозначает точку, где самолёт был в момент, когда он породил сферическую звуковую волну. Сравнивая расстояния, пройденные за один и тот же промежуток времени звуком и самолётом, можем найти соотношение их скоростей. В нашем случае это 2 : 1.

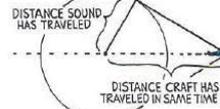
Next-Time Question

A conical shock wave is generated by a supersonic aircraft as shown. Estimate the speed of the aircraft.



Answer:

Twice the speed of sound, as can be seen by the angle of the shock wave. Each segment of the wave is a superposition of expanding spheres that were generated by the aircraft as it traveled along the dashed line. The center of any sample sphere (circle, as seen in two dimensions on the page) shows where the aircraft was when the sphere was first produced. By comparing the distance the sound has traveled to the distance the aircraft has traveled in the same time, we have the speed of the aircraft compared to the speed of sound. In this case, the aircraft has traveled twice as far as sound has traveled in the same time, so it moves at twice the speed of sound.



ARBOR SCIENTIFIC

© 2005 Paul G. Hewitt

Paul G. Hewitt. Next-Time Question. NTQ_VWS_2QA

Next-Time Question

Helium has the special property that its internal energy is directly proportional to its absolute temperature. Consider a flask of helium with a temperature of 2°C. If it is heated until it has twice the internal energy, what will its temperature be?



Answer: 277°C

Its temperature will be 277°C, and most certainly not 4°C! At twice the internal energy, the gas will have twice the absolute temperature. Its initial absolute temperature is 273 K + 2 K = 275 K. Twice this is 550 K. Expressed in Celsius, 550°C - 273°C = 277°C.

Consider a stick that is 273 + 2 = 275 units long. This is like a thermometer that extends from absolute zero (-273°C) to 2°C. Can you see that a stick twice as long is 2(275) units long?

Or temperature-wise, 550 K? Subtract the 273 part and you have 277 units - likewise for the twice-as-hot helium.



ARBOR SCIENTIFIC

© 2000 Paul G. Hewitt

96. Гелий обладает особым свойством – его внутренняя энергия прямо пропорциональна его абсолютной температуре. Пусть температура гелия в сосуде равна 2 °С. Какая температура будет у этого гелия, если его нагрели так, что его внутренняя энергия увеличилась ровно вдвое?

Ответ. 277 °С, а вовсе не 4 °С! Если внутренняя энергия газа увеличилась вдвое, то вдвое увеличилась и его абсолютная температура. Исходная температура была 273 К + 2 К = 275 К. Удвоенная температура равна 550 К, то есть 550 °С - 273 °С = 277 °С. Можно провести аналогию с длиной линейки, на которой отмечены 0 К (-273 °С) и 0 °С.

Paul G. Hewitt. Next-Time Question. NTQ_THERMO_1QA

Н.Д. КОЗЛОВА (пер. с англ.)

Инженерная олимпиада школьников

Представлены задачи отборочного тура второй инженерной олимпиады школьников, проведённой силами пяти ведущих российских вузов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абитуриенту, инженерная олимпиада НИЯУ МИФИ, СПбГЭТУ «ЛЭТИ», НИУ СГАУ, МГУПС (МИИТ), НГТУ, динамика, электростатика, электродинамика, МКТ, термодинамика



Е.Б. ВЕСНА
ebvesna@mephi.ru,
С.Е. МУРАВЬЁВ
semuraviev@mail.ru,
В.И. СКРЫТНЫЙ
viskrytnyj@mephi.ru,
НИЯУ МИФИ, г. Москва

Важнейшей задачей, стоящей сегодня перед всей образовательной системой страны, является привлечение школьников к выбору инженерных образовательных траекторий, а в более общем плане – пробуждение интереса молодёжи к науке и технике. Сегодня физику как один из предметов для сдачи ЕГЭ выбирают не более 25% выпускников 11-го класса. А это показатель карьерных предпочтений: «гуманитарии», «юристы» и «экономисты», как правило, не сдают ЕГЭ по физике. Государственные рычаги (административные и экономические), которые позволили Советскому Союзу в кратчайшие сроки сделать значительный рывок в технологическом развитии, приведший к созданию ядерного щита нашей Родины, в настоящее время практически отсутствуют. На смену поколению создателей техники пришло поколение «пользователей»: молодёжь «гаджетного» поколения зачастую не может даже заменить лампочку или батарейку.

Что же нужно, чтобы «повернуть» школьников к науке и технике? Много. Конечно, главное –

это общественная значимость, востребованность и экономическая состоятельность профессии учёного и инженера. Но не только. Нужна система качественной подготовки школьников по предметам естественнонаучного и математического циклов и мотивации школьников к выбору инженерных и технических направлений обучения. Нужно повышать уровень школьного образования, пропагандировать среди молодёжи достижения науки и техники, квалифицированно рассказывать о перспективах современных наукоёмких технологий. Важно также заинтересовать школьников наукой и техникой, продемонстрировав им возможности тех знаний, которые они получают в школе, показать, как математика, физика, химия «работают» в современной технике и могут быть использованы в их будущей профессии. И здесь, на наш взгляд, могут помочь специализированные олимпиады школьников.

Понимая это, ректоры пяти крупнейших технических университетов – Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ», Самарского государственного аэрокосмического университета, Московского государственного университета путей сообщения МИИТ, Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева – решили проводить инженерные олимпиады школь-



15 декабря 2013 г. Инженерная олимпиада школьников, НИЯУ МИФИ

ников. Отметим, что вузы-организаторы олимпиады представляют регионы с развитой наукой и промышленностью – «инженерную ось России». Первая инженерная олимпиада прошла в 2012/2013 (см. «Физику» № 11/2013), а в 2013/2014 уч. г. инженерную олимпиаду включили в перечень олимпиад школьников как предметную олимпиаду по физике, что позволило её победителям и призёрам получить значительные льготы при поступлении в вузы в 2014 г.

Главное отличие инженерной олимпиады от «обычных» предметных олимпиад школьников заключается в заданиях. С одной стороны, это олимпиада теоретическая – школьники, как и обычно, решают задачи по физике. Но задачи эти необычные. Все они связаны с «работой» физики в современной технике, в жизни человеческой цивилизации, одним словом, вокруг и повсюду. В каждой задаче нужно на основе законов физики понять, как работает то или иное устройство, рассчитать его параметры, предложить методы его улучшения или модернизации. Ряд задач представляют собой задачи-оценки – ведь современный инженер должен уметь «на пальцах» оценивать ту или иную проблему и выполнять прикидочный расчёт. Конечно, задание не выходит за рамки школьной программы и посильно для школьников с хорошей базовой подготовкой.

Очный отборочный тур 2-й Инженерной олимпиады школьников состоялся 15 декабря 2013 г. Он прошёл одновременно на площадках всех вузов-организаторов, а также на региональных площадках: в Белгороде в Белгородском ГТУ им. В.Г. Шухова, в Димитровграде в ДИТИ НИЯУ МИФИ, в г. Лисий Нос Ленинградской области на базе Центра работы с одарёнными школьниками и в Арзамасе на базе филиала НГТУ им. Р.Е. Алексеева. В очном отборочном туре приняли участие 540 школьников из 10-го и 11-го классов. Для жителей других регионов отборочный тур Инженерной олимпиады школьников был организован в дистанционном формате.

Школьникам предлагали шесть задач. В первой задаче надо было рассмотреть теплоотдачу нагревателя

утюга и оценить температуру утюга при различных режимах включения нагревателя; во второй – рассмотреть способы измерения теплоёмкостей газа при постоянном давлении и объёме, в третьей – понять принцип работы прокатного стана и количественно оценить его эффективность, в четвёртой – рассмотреть удивительное устройство – шарнир Липкина–Посселье, позволяющее преобразовать вращательное движение в прямолинейное движение без направляющих, в пятой – оценить мощность передне- и заднеприводного автомобиля, роль силы трения в работе машины, в шестой – рассмотреть падение искусственного спутника на Землю при небольшом уменьшении его скорости по сравнению с первой космической. Как видим, все задачи были практико-ориентированными, причём при решении каждой из них нужно было не «просто поговорить», а сделать расчёт, оценку, рассмотреть модель того или иного прибора.

По отзывам участников очного отборочного тура задание Инженерной олимпиады школьников было сложным, необычным и... интересным. Последнее нам, организаторам олимпиады, было особенно приятно слышать, ведь именно это и было главной целью проведения нашей инженерной олимпиады!

Задания очного отборочного тура

1. Если терморегулятор утюга поставить в положение «капрон», его нагреватель периодически включается на 10 с и выключается на 40 с. Поверхность утюга при этом нагревается до 100 °С (и слабо меняется при включении-выключении нагревателя из-за инерционности теплопередачи). Если терморегулятор поставить в положение «хлопок», то нагреватель будет включаться на 20 с и выключаться на 30 с. Определите установившуюся температуру поверхности утюга в этом режиме. Считать, что теплоотдача пропорциональна разности темпе-



15 декабря 2013 г., Инженерная олимпиада школьников, г. Лисий Нос, Центр работы с одарёнными школьниками



15 декабря 2013 г., Инженерная олимпиада школьников, НИЯУ МИФИ

ратур поверхности утюга и окружающего воздуха. Температура в комнате 20 °С.

Решение. Пусть мощность нагревателя утюга P . Тогда, поскольку теплоотдача пропорциональна разности температур, для положения регулятора «капрон» справедливо следующее соотношение энергетического баланса:

$$P \cdot 10 \text{ с} = k \cdot (100 \text{ °С} - 20 \text{ °С}) \cdot 50 \text{ с} = k \cdot 4000 \text{ град} \cdot \text{с},$$

где k – коэффициент пропорциональности между мощностью теплопотерь и разностью температур утюга и окружающей среды. Отсюда находим

$$\frac{P}{k} = 400 \text{ (град)}. \quad (1)$$

Для положения «хлопок» уравнение теплового баланса имеет вид:

$$P \cdot 20 \text{ с} = k \cdot (t \text{ °С} - 20 \text{ °С}) \cdot 50 \text{ с}.$$

где t – искомая температура утюга. Подставляя сюда соотношение мощности нагревателя и теплопотерь (1), получим $t = 180 \text{ °С}$.

2. Для измерения отношения теплоёмкостей газа при постоянном давлении c_p и постоянном объёме c_v провели такой эксперимент. Газу, имеющему начальные объём и давление соответственно V_0 и p_0 , сообщили некоторое количество теплоты, поддерживая постоянным его давление. При этом его объём вырос до значения $2V_0$. Затем газ вернули в начальное состояние и сообщили ему то же количество теплоты, но в процессе при постоянном объёме, при этом его давление выросло до значения p_1 . Найдите отношение теплоёмкостей c_p/c_v .

Решение. Из закона Клапейрона–Менделеева имеем:
– для процесса при постоянном давлении:

$$Q = c_p \Delta T_1 = c_p \frac{p_0 \Delta V}{\nu R} = c_p \frac{p_0 V_0}{\nu R}; \quad (2)$$

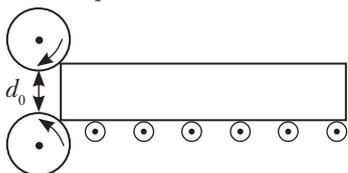
– для процесса при постоянном объёме:

$$Q = c_v \Delta T_2 = \frac{c_v \Delta p V_0}{\nu R} = \frac{c_v (p_1 - p_0) V_0}{\nu R}. \quad (3)$$

Деля формулы (2) и (3) друг на друга, получим:

$$\frac{c_p}{c_v} = \frac{p_1 - p_0}{p_0}.$$

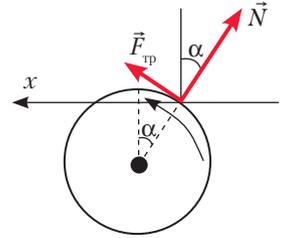
3. На прокатном стане заготовка, двигаясь по направляющим, подаётся к валкам, которые втягивают её.



При каком минимальном коэффициенте трения валки будут втягивать заготовку, если радиус валков R , расстояние между

ними d_0 , толщина заготовки d (причём $d > d_0$). Заготовку не подталкивают. Благодаря каким силам происходит «прокатывание» заготовки между валками прокатного стана?

Решение. В момент касания валков на заготовку действуют: силы нормальной реакции и силы трения со стороны валков (силой тяжести, действующей на заготовку, пренебрегаем по сравнению с этими силами). Заготовка будет протягиваться между валками, если проекция действующей на неё силы трения на ось x будет больше проекции на эту ось силы реакции (см. рисунок):



$$F_{\text{тр}} \cos \alpha \geq N \sin \alpha \Rightarrow \mu \geq \operatorname{tg} \alpha$$

(где α – угол между направлениями на точку касания валка и заготовки и на центр второго валка).

Очевидно, что $\frac{d - d_0}{2} = R(1 - \cos \alpha)$.

Выразив косинус через тангенс:

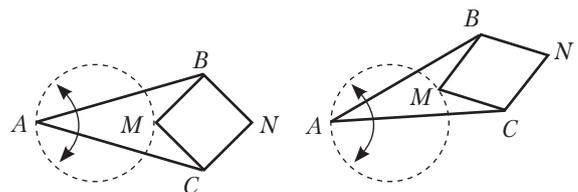
$$\cos \alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}},$$

найдем значения коэффициента трения, при которых заготовка втягивается в пространство между валками:

$$\mu \geq \sqrt{\frac{1}{\left(1 - \frac{d - d_0}{2R}\right)^2} - 1}.$$

Начав втягиваться, заготовка деформируется валками, что приводит к росту силы нормальной реакции, но поскольку одновременно растёт и сила трения, заготовка продолжает втягиваться.

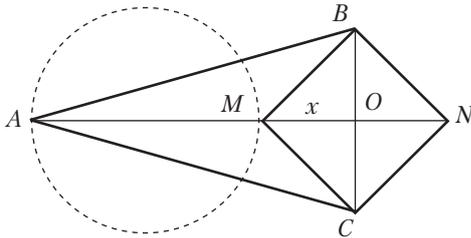
4. Для преобразования одного типа движения в другое (например, вращательного в колебательное, движение по прямой или S -образное) во многих инженерных системах используют разнообразные шарнирные соединения и механизмы. Рассмотрите шарнирный механизм, изображённый на рисунке. Две направляющие одинаковой длины AB и AC скреплены между собой в т. A . К концам направляющих прикреплен ромб $BMCN$; соединения всех звеньев механизма шарнирные. Механизм совершает вращение вокруг т. A , при этом точка M движется по окружно-



сти (поэтому ромб $BMCN$ при вращениях механизма «сжимается»). По какой линии будет двигаться точка N ? Ответ обоснуйте.

Решение. Рассмотренный в задаче шарнирный механизм был предложен Л. Липкиным, учеником выдающегося российского математика П.Л. Чебышёва, и французом Ш. Посселье и называется сейчас *механизмом Липкина–Посселье* (или *прямолом Липкина*). Этот механизм позволяет преобразовать вращательное движение в движение по прямой, причём точное и без использования каких-либо направляющих, как в кривошипно-шатунном механизме. Механизм Липкина–Посселье сыграл важную роль в исследовании свойств шарнирных передач, однако в технике особых применений не нашёл, поскольку ко времени его открытия были созданы хорошие смазочные материалы, позволяющие делать такое преобразование движения с использованием направляющих, как в кривошипно-шатунном механизме.

Докажем, что точка N движется по прямой. Пусть радиус окружности, по которой движется точка M , равен R , $AB = AC = L$, $MB = MC = l$.

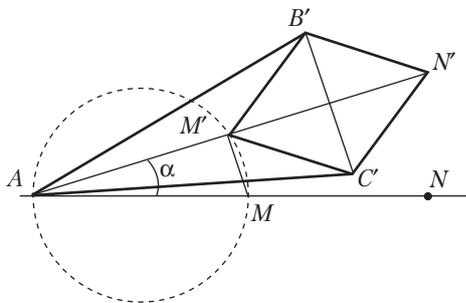


Найдём расстояние AN . Если $MO = x$, то $L^2 - (2R + x)^2 = l^2 - x^2 \Rightarrow AB^2 - AO^2 = MB^2 - MO^2$.

Отсюда находим $x = \frac{L^2 - l^2}{4R} - R$.

Поэтому

$$AN = 2R + 2x = \frac{L^2 - l^2}{2R}. \quad (4)$$



Когда конструкция из шарнирно соединённых стержней повернётся относительно точки A на угол α (см. рисунок), но так, что точка M , двигаясь по пунктирной окружности, займёт положение M' (см. рисунок), то с помощью аналогичных формул можно найти длину отрезка $AN' = \frac{L^2 - l^2}{AM'}$.

Но поскольку угол $AM'M$ – прямой (опирается на диаметр), то $AM' = 2R \cos \alpha$, и следовательно:

$$AN' = \frac{L^2 - l^2}{2R \cos \alpha}.$$

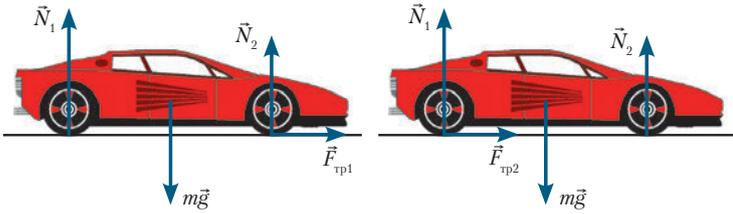
Отсюда следует, что точка N' шарнирного механизма будет проецироваться в такую точку на прямой AN , которая лежит на расстоянии

$$AN' \cos \alpha = \frac{L^2 - l^2}{2R} \quad (5)$$

от точки A , то есть в точку N , как это следует из сравнения (4) и (5). Таким образом, точка N' шарнирного механизма будет двигаться по прямой, перпендикулярной отрезку AN и проходящей через точку N . Другими словами, при вращении всей конструкции её точка N движется по прямой. Отметим: чтобы заставить точку M двигаться по окружности, в технических реализациях шарнира её соединяют жёстким стержнем с центром окружности, которая показана на рисунке в условии задачи пунктиром. Чтобы не загромождать рисунки, мы этот стержень не показали.

5. Как направлена сила трения, действующая на ведущие колеса автомобиля, при: а) разгоне; б) торможении; в) повороте? Равна ли эта сила своему максимальному значению μN (μ – коэффициент трения, N – сила нормальной реакции полотна дороги)? Если равна, то в каких ситуациях? А в каких ситуациях нет? Хорошо это или плохо, если сила трения достигает своего максимального значения? Почему? Какой автомобиль – передне- или заднеприводный может развивать на дороге большую мощность при одинаковой мощности мотора и почему? Считать, что масса автомобиля распределена равномерно, и его центр тяжести находится посередине.

Решение. Когда ведущие колеса не «пробуксовывают», нижняя точка колеса не скользит по дороге и потому сила трения может не достигать своего максимального значения μN и может быть направлена по-разному. Если автомобиль едет с постоянной скоростью v , колёса вращаются с угловой скоростью v/R (R – радиус колеса) и есть только небольшое трение качения. Если водитель увеличивает угловую скорость вращения колёс, колесо в точке касания дороги «хочет» проскользнуть относительно дороги назад, и возникает сила трения, направленная вперёд и разгоняющая автомобиль (или, другими словами, автомобиль разгоняется, отталкиваясь от шероховатостей дороги). Если водитель тормозит вращение колёс, они «хотят» проскользнуть в нижней точке вперёд относительно дороги, возникает сила трения, направленная назад. При повороте, благодаря повороту передних колёс возникает сила трения, направленная в сторону поворота. Если водитель нажимает на педаль газа или тормоза не очень сильно, про-



скальзывания не возникает – сила трения не равна максимальному значению.

Чтобы сила трения достигла максимального значения, в точках касания колёс и дороги должно возникнуть проскальзывание. Это бывает при пробуксовке колёс или «заносе», когда автомобиль из-за резкого торможения или поворота начинает скользить по дороге. Такая ситуация крайне опасна, поскольку не позволяет управлять автомобилем. Для управления нужно иметь возможность менять силу трения – именно она позволяет делать манёвры на дороге. Более того, при скольжении автомобиля по дороге любая неровность или боковой наклон дороги могут привести к перевороту автомобиля – ведь сила трения направлена назад и равна максимальному значению, и в нашем распоряжении нет силы, способной удержать автомобиль. Поэтому, чтобы управлять автомобилем, нужно иметь «резерв» силы трения, которая должна быть, следовательно, меньше своего максимального значения. Отметим, что любой водитель интуитивно чувствует опасность ситуации с максимальной силой трения и старается не допускать её возникновения.

Очевидно, что мощность, которую может развивать автомобиль на дороге, зависит не только от его двигателя, но и от того, как автомобиль «использует» силу трения. Действительно, в отсутствие силы трения автомобиль стоял бы на месте (с вращающимися колёсами) независимо от мощности двигателя (вращающего эти колеса). Докажем, что заднеприводные автомобили мощнее переднеприводных при одинаковой мощности мотора, и оценим отношение мощностей, которые может развивать двигатель, разгоняя машину (при условии, что мощность самого двигателя может быть очень большой).

Разгоняет автомобиль сила трения, действующая на ведущие колеса, а она не может превышать значения μN (N – сила нормальной реакции). Поэтому чем больше сила реакции, тем больших значений может достигнуть разгоняющая сила трения (а нажатие на педаль газа в ситуации, когда сила трения достигла максимума, приведёт только к проскальзыванию и к заносу, но не к увеличению мощности, которую развивает двигатель). Найдём силы реакции для задних и передних колёс машины. Силы, действующие на машину при разгоне, показаны на рисунках (на правом – для заднеприводной, на левом – для переднеприводной). На машину действуют: сила тяжести, силы реакции и сила трения. Поскольку ма-

шина движется поступательно, сумма моментов всех сил относительно её центра тяжести равна нулю*.

Поэтому, если центр тяжести машины находится точно по её середине, расстояние между задними и передними колёсами l , а высота центра тяжести над дорогой h , условие равенства нулю суммы моментов относительно центра тяжести даёт (при условии, что машина движется, развивая максимальную мощность на максимуме силы трения):

– для переднеприводной машины:

$$N_1 \frac{l}{2} = N_2 \frac{l}{2} + F_{\text{тр}1} h = N_2 \frac{l}{2} + \mu N_2 h; \quad (6)$$

– для заднеприводной машины:

$$N_1 \frac{l}{2} = N_2 \frac{l}{2} + F_{\text{тр}2} h = N_2 \frac{l}{2} + \mu N_1 h, \quad (7)$$

где μ – коэффициент трения. Учитывая, что и в том, и в другом случае $N_1 + N_2 = mg$, из (6) найдём силу нормальной реакции для передних колёс в случае переднеприводного автомобиля:

$$N_2^{(\text{пп})} = \frac{mgl/2}{l + \mu h} \quad (8)$$

и из (7) силу нормальной реакции задних колёс в случае заднеприводного автомобиля:

$$N_1^{(\text{зп})} = \frac{mgl/2}{l - \mu h}, \quad (9)$$

где индексами (пп) и (зп) обозначены соответственно передний и задний привод. Отсюда находим отношение сил трения, разгоняющих передне- и заднеприводную машину и, следовательно, отношение мощностей, которые может развивать на дороге их двигатель при одной и той же скорости:

$$\frac{P^{(\text{пп})}}{P^{(\text{зп})}} \approx \frac{l - \mu h}{l + \mu h}. \quad (10)$$

Для значений $l = 3$ м, $h = 0,5$ м, $\mu = 0,5$ имеем из (10):

$$\frac{P^{(\text{пп})}}{P^{(\text{зп})}} \approx 0,85.$$

6. Чтобы уничтожить искусственный спутник Земли, движущийся с выключенным двигателем по круговой орбите на высоте 100 км, величину его скорости быстро уменьшают на 1%. Пренебрегая силой сопротивления воздуха, оцените, какое расстояние пролетит спутник от точки, в которой его скорость

*Это утверждение несколько выходит за рамки школьного курса физики, в котором рассматривается динамика точечных тел. Но рассматриваемый вывод от участников и не требовался, достаточно было привести качественные соображения, основанные, в том числе, и на данных собственных наблюдений – при разгоне автомобиля «приседают» на задние колёса, при торможении – на передние.

уменьшилась, до точки падения на поверхность Земли. Считать $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Решение. Если бы скорость спутника равнялась первой космической скорости, то, согласно второму закону Ньютона,

$$\frac{mv^2}{R} = G \frac{mM}{R^2},$$

и спутник двигался бы по окружности. Когда скорость спутника становится меньше первой космической, спутник начинает совершать два движения: по радиусу к центру Земли с ускорением

$$a = \frac{GM}{R^2} - \frac{(0,99v)^2}{R} \approx \approx 2 \cdot 10^{-2} \frac{GM}{R^2} = 2 \cdot 10^{-2} g,$$

которое практически постоянно из-за небольшого изменения радиуса орбиты, и по касательной к радиусу (орбитальное) практически с той же – первой космической скоростью (здесь g – ускорение свободного падения). Поэтому время падения спутника можно оценить как (конечно, при отсутствии сопротивления воздуха):

$$t = \sqrt{\frac{2h}{2 \cdot 10^{-2} g}} = 10^3 \text{ с.}$$

Для оценки пройденного спутником расстояния нужно его орбитальную скорость (первую космическую) умножить на время падения. Получим

$$s = vt = 8 \text{ км/с} \cdot 10^3 \text{ с} \sim 8000 \text{ км.}$$

Окружность Земли составляет около 40 000 км, так что спутник пролетит приблизительно пятую часть окружности.

Фото автора

Задания заключительного очного тура см. в № 1/2015



В книге «Земля: Метеориты, вулканы, землетрясения» (изд-во «Век 2», 2014) рассказывается о внутреннем строении Земли и методах его изучения; о современной геологической теории – тектонике литосферных плит; о наиболее опасных геологических явлениях – землетрясениях и извержениях вулканов и о возможности их предсказания; а также о падениях на Землю метеоритов. Опубликовано при поддержке Фонда некоммерческих программ Дмитрия Зимина «Династия» и включено в Библиотеку фонда.

Короновский Николай Владимирович – Заслуженный профессор МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий кафедрой динамической геологии геологического факультета МГУ, доктор геолого-минералогических наук. Заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ и Почётный разведчик недр РФ. Специалист в области региональной геологии, геодинамики и магматизма. Автор 16 учебников, ряда монографий и научно-популярных книг, более 300 статей. Лауреат Ломоносовской премии за педагогическую работу.



В книге «Гравитация: От хрустальных сфер до кротовых нор» (изд-во «Век 2», 2013) рассказывается о развитии представлений о тяготении за всю историю науки. В описании современного состояния гравитационной теории основное внимание уделено общей теории относительности, но рассказано и о других теориях. Обсуждаются формирование и строение чёрных дыр, генерация и перспективы детектирования гравитационных волн, эволюция Вселенной, начиная с Большого взрыва и заканчивая современной эпохой и возможными сценариями будущего. Представлены варианты развития гравитационной науки, как теоретические, так и наблюдательные. Книга включена в библиотеку Фонда «Династия», призёр премии «Просветитель-2013».

Петров Александр Николаевич – доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник ГАИШ МГУ. Область научных интересов – гравитационная физика, законы сохранения в метрических теориях, космология.



В книге «Почему небо тёмное» (изд-во «Век 2», 2013) рассказывается о том, как на протяжении нескольких столетий учёные пытались выяснить, почему ночью темно. Оказывается, этот вопрос связан с самым общим устройством нашей Вселенной – с тем, конечна она во времени и в пространстве или бесконечна, расширяется ли она на самом деле и из чего состоит. Подробно обсуждаются основные наблюдательные факты, лежащие в основе современной космологии, и история их открытия. Для всех, кто интересуется астрономией и космологией – от старшеклассников до специалистов в других областях науки. Книга включена в библиотеку Фонда «Династия», призёр премии «Просветитель» 2012 г.

Решетников Владимир Петрович – доктор физико-математических наук, профессор математико-механического факультета СПбГУ. Область научных интересов – внегалактическая астрономия, наблюдательная космология.

Плехановская олимпиада школьников по физике-2014

Представлены задания заочного и очного туров Плехановской олимпиады школьников по физике, проводившейся с октября 2013 г. по март 2014 г. для учащихся 10-х и 11-х классов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: решение задач, абитуриенту, олимпиада; РЭУ им. Г.В. Плеханова

В.С. ВЕРЕТИН
illavvsse@mail.ru,
П.А. ПОЛЯКОВ
polyakovpa@mail.ru,
С.М. ЧЕРНОВСКИЙ
chernovskiy51@mail.ru,
Российский экономический
университет им. Г.В. Плеханова
г. Москва

Целью физической части Плехановской олимпиады является выявление и развитие способностей учащихся в области естественных наук, формирование мотивации к инженерным профессиям, содействия в профессиональной ориентации, в продолжении образования по соответствующим специальностям в Российском экономическом университете. В связи с этим по сложности задачи рассчитаны в том числе и на учащихся неспециализированных школ. Во время проведения очного тура для участников организуются мастер-классы, деловые игры, экскурсии по университету и музею университета. Победителям олимпиады по физике (а также по информатике, математике, обществознанию) при поступлении в Университет к баллам ЕГЭ по соответствующему предмету добавляется 3 балла, а призёрам – 2 балла.

Задача 1. Маневровый тепловоз подал стоящий вагон на погрузку, переместив его вдоль прямой на некоторое расстояние. Известно, что первую половину пути он двигался равноускоренно с ускорением a_1 . Следующую четверть пути двигался также равноускоренно с ускорением a_2 . С каким ускорением должен двигаться вагон на оставшейся четверти пути?

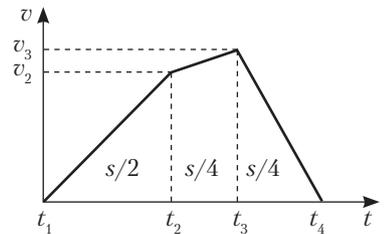
Решение

Если на пути s тело движется с постоянным ускорением a (v_n – скорость в начале пути, v_k – в конце), то $v_k^2 - v_n^2 = 2as$ (*). Действительно, для рассматриваемого движения:

$$\begin{cases} v_k = v_n + at; \\ s = v_n t + \frac{at^2}{2}. \end{cases}$$

Исключая из этой системы уравнений t , получаем соотношение (*).

В нашей задаче весь путь вагона делится на три участка, на каждом из которых вагон движется с постоянным ускорением.



На рисунке представлен график изменения скорости.

На трёх последовательных участках движения справедливы соотношения:

$$v_2^2 - v_1^2 = 2a_1 \cdot \frac{1}{2}s;$$

$$v_3^2 - v_2^2 = 2a_2 \cdot \frac{1}{4}s;$$

$$v_4^2 - v_3^2 = 2a_3 \cdot \frac{1}{4}s,$$

где v_1 и v_2 – скорости вагона в начале и конце первого участка пути (длиной $s/2$), v_2 и v_3 – в начале и конце второго участка пути (длиной $s/4$), v_3 и v_4 – третьего участка пути (длиной $s/4$), a_3 – ускорение на третьем участке пути, s – длина всего пути. Складывая левые и правые части приведённых равенств, получим

$$v_4^2 - v_1^2 = 2 \left(\frac{a_1}{2} + \frac{a_2}{4} + \frac{a_3}{4} \right) s = 0,$$

так как скорости v_1 и v_4 в начале и конце всего пути равны нулю.

В результате получаем $a_3 = -2a_1 - a_2$.

Ответ. $a_3 = -2a_1 - a_2$.

Задача 2. Учебник физики лежит на наклонной поверхности парты с углом наклона $\alpha = 60^\circ$ относительно горизонтальной поверхности. Обложка учебника имеет размеры $a \times b = 25 \times 20$ см, масса учебника $m = 400$ г. Какое давление оказывает учебник на поверхность парты? Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с². Ответ приведите в паскалях, округлив до целых.

Решение

$$p = \frac{m \cdot g}{a \cdot b} \cos \alpha = 40 \text{ (Па)}.$$

Ответ. 40 Па.

Задача 3. Воздухоплаватель заметил, что воздушный шар опускается вниз с постоянной скоростью. После того как он сбросил балласт массой $m = 30$ кг, шар стал равномерно подниматься вверх с той же скоростью. Определите силу сопротивления, действующую на шар, считая силу Архимеда неизменной. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с². Ответ приведите в ньютонах, округлив до целых.

Решение

Пусть M – масса воздушного шара до сбрасывания балласта, \vec{F}_A – сила Архимеда, \vec{F}_c – сила сопротивления воздуха.

При движении шара вниз: $Mg = F_A + F_c$.

При движении шара вверх: $(M - m)g + F_c = F_A$.

Решая эти уравнения совместно, получаем

$$F_c = \frac{mg}{2} = 150 \text{ (Н)}.$$

Ответ. 150 Н.

Задача 4. За какое минимальное время, двигаясь равномерно, самолёт может пролететь расстояние $L = 4000$ км, если он имеет запас горючего, суммарная теплота сгорания которого $Q = 2 \cdot 10^{10}$ Дж. Сила сопротивления воздуха пропорциональна квадрату скорости v с коэффициентом сопротивления $\mu = 0,05$ Дж · с²/м³. Коэффициент полезного действия двигателя 40%. Ответ приведите в часах, округлив до десятых.

Решение

При равномерном движении работа силы сопротивления равна работе силы тяги двигателя. *Минимальное время* означает, что самолёт движется на максимальной скорости, то есть горючее вырабатывается полностью. Можно записать:

$$\mu v^2 L = 0,4 Q, \quad t = \frac{L}{v},$$

где $v = \sqrt{\frac{0,4Q}{\mu L}}$.

В результате получим

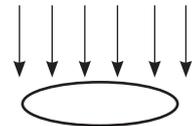
$$t = \frac{L \sqrt{\mu \cdot L}}{\sqrt{0,4Q}} = 20\,000 \text{ (с)} = 5,6 \text{ ч.}$$

Ответ. 5,6 ч.

Задача 5. В безветренную погоду капли дождя падают вертикально. Двое прохожих имеют одинаковые зонты. Первый прохожий стоит на месте, а второй в это время со скоростью v спускается по лестнице, имеющей наклон к горизонту β градусов. Считая зонты плоскими кругами площади S , определите, какой из зонтов намокнет меньше за одинаковое время.

Решение

На поверхности зонтов в единицу времени падает число капель дождя, пропорциональное нормальной составляющей вектора относительной скорости капель и зонта. На покоящийся зонт в единицу времени падает $N_1 = nSu$ капель, где u – скорость капель, а на движущийся зонт – $N_2 = nS(u - v \cdot \sin\beta)$ капель.



Человек, идущий по лестнице, перемещается по вертикали вниз со скоростью $v \cdot \sin\beta$, поэтому капли дождя на него падают «медленнее». Таким образом, на зонт прохожего, спускающегося по лестнице, упадёт меньше капель.

Задача 6. Насколько температура воды у основания плотины высотой $h = 245$ м (Саяно-Шушенская ГЭС) больше чем у вершины плотины? Ответ приведите в градусах, округлив до десятых. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с². Теплоёмкость воды $c = 4,2$ кДж/(кг · К). Считать, что вся механическая энергия переходит во внутреннюю.

Решение

$$\Delta T = \frac{gh}{c} = 0,6 \text{ (К)}.$$

Ответ. На 0,6 К.

Задача 7. Один грамм жидкого азота поместили в герметичный достаточно большой целлофановый пакет. До какого объёма раздуется пакет, когда азот нагреется до нормальной температуры при нормальном атмосферном давлении?

Решение

Известно, что 1 моль газообразного вещества при нормальных условиях занимает объём 22,4 л. Один грамм азота N_2 составляет $1/28$ моля азота и, следовательно, занимает объём $22,4/28 = 0,8$ (л).

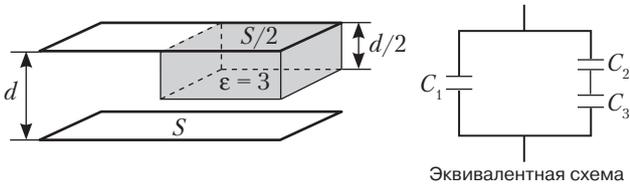
Ответ. 0,8 л.

Задача 8. Между пластинами плоского конденсатора параллельно им поместили диэлектрическую пластинку с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 3$. Толщина диэлектрической пластинки в два раза меньше расстояния между пластинами конденсатора, а её площадь в два раза меньше площади пластин конденсатора. Во сколько раз увеличится ёмкость конденсатора? Ответ представьте в виде точного десятичного числа.

Решение

Исходный конденсатор имеет ёмкость C_0 (расстояние между пластинами d , площадь пластин S , $\epsilon = 1$).

После помещения между пластинами диэлектрика получается система, показанная на рисунке.



На этом же рисунке изображена эквивалентная схема, где:

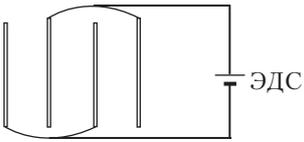
- $C_1 = C_0/2$ (расстояние между пластинами d , площадь пластин $- S/2, \epsilon = 1$).
- $C_2 = 3C_0$ (расстояние между пластинами $d/2$, площадь пластин $- S/2, \epsilon = 3$).
- $C_3 = C_0$ (расстояние между пластинами $d/2$, площадь пластин $- S/2, \epsilon = 1$).

Общая ёмкость системы:

$$C = \frac{C_0}{2} + \frac{3C_0 \cdot C_0}{3C_0 + C_0} = 1,25C_0.$$

Ответ. Ёмкость увеличится в 1,25 раза.

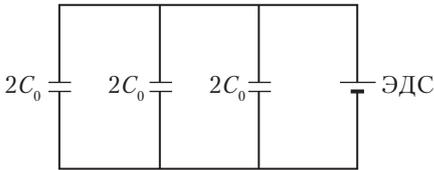
Задача 9. Одну из пластин плоского конденсатора с электроёмкостью C_0 поместили посередине точно такого же конденсатора. Обе пластины каждого конденсатора соединили с одноимёнными полюсами источника ЭДС, как показано на рисунке. Определить электроёмкость результирующей батареи конденсаторов.



Решение

Данная схема соединений пластин конденсаторов эквивалентна трём параллельно соединённым конденсаторам с расстоянием между пластинами, в два

раза меньшим расстояния между пластинами исходных конденсаторов ёмкостью C_0 . Соответственно, ёмкость каждого из этих



конденсаторов равна $2C_0$. Эквивалентная схема показана на рисунке.

Ёмкость результирующей батареи $C = 6C_0$ (параллельное соединение конденсаторов).

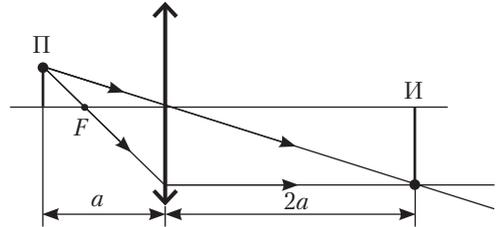
Ответ. $C = 6C_0$.

Задача 10. Изображение предмета, находящегося на главной оптической оси тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием F , находится по другую сторону от плоскости линзы на расстоянии в два раза большем, чем расстояние от предмета до линзы. Вплотную к этой линзе поместили другую тонкую рассеивающую линзу

с фокусным расстоянием $2F$. Определить расстояние от данной оптической системы до изображения предмета.

Решение

Расстояние от собирающей линзы до предмета (П) равно a , расстояние до изображения (И) равно $2a$ (см. рисунок).



Согласно формуле тонкой линзы, $\frac{1}{a} + \frac{1}{2a} = \frac{1}{F}$.

Отсюда $a = \frac{3}{2}F$. (В формуле линзы расстояние до

предмета отсчитывается от передней поверхности линзы, а до изображения – от задней поверхности линзы.)

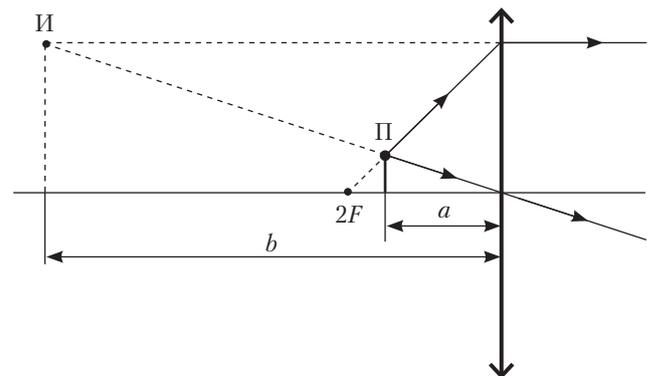
Оптическая сила системы двух линз равна алгебраической сумме оптических сил каждой линзы, поэтому фокусное расстояние системы F_c определяем из соотношения:

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{2F} = \frac{1}{F_c}.$$

Получаем $F_c = 2F$, значит предмет будет находиться между системой линз и её фокусом, см. рисунок. Из формулы линзы:

$$\frac{2}{3F} + \frac{1}{b} = \frac{1}{2F}$$

определяем расстояние до изображения предмета: $b = -6F$. Знак « $-$ » означает, что изображение мнимое.



Ответ. $b = -6F$.

Физические основы нанотехнологий



На доступном для учеников старших классов средней (полной) общеобразовательной школы уровне изложены основные достижения нанотехнологий в медицине, приведены наиболее яркие примеры использования наноматериалов и наночастиц в диагностике, терапии, фармацевтике и других отраслях медицины (биомаркеры, биовекторы, наночипы)

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: нанотехнологии, наномедицина, геновая инженерия, биомаркеры, визуализация, биовекторы, наночипы

Н.В. ЛАТУХИНА

natalat@yandex.ru,

к. т. н. (ГОУ ВПО СамГУ,
г. Самара)

Лекция 8. Наномедицина и нанобиотехнологии

8.1 Направления использования наноматериалов и методов нанотехнологий в медицине. Освоение нанометрового диапазона учёными и технологами вызывает пристальный интерес исследователей, работающих в области медицины. Ведь именно в этом диапазоне размеров находятся крупные органические молекулы (ДНК, РНК, белки), поэтому владение «наноинструментами» даёт возможность манипулировать такими молекулами, работать внутри клеток, проводя их ремонт, заменяя неправильные гены на правильные (рис. 8.1, слайд 1) [1, 2]. Можно стимулировать или, наоборот, замедлять рост клетки и даже разрушать отдельную клетку в случае необходимости, не повредив соседние. Такие методы уже перешагнули границы научных лабораторий, образовав целую «геновую инженерию». При этом возможно использовать не только органические материалы, но и применять наноразмерные системы и устройства электроники в живых организмах. Так

возникла и успешно развивается новая отрасль медицины – наномедицина. В общее понятие наномедицины включают применение достижений нанотехнологий для диагностики, профилактики и лечения болезней и травм.

Развитие наномедицины тесно связано не только с развитием нанотехнологий как таковых, но и с революционными достижениями наук о жизни – геномики, изучающей строение и функции генов, и протеомики, изучающей строение и функции белков. Именно их успехи позволили учёным приблизиться к пониманию молекулярных основ болезней, а достижения нанотехнологий позволили инженерам создать инструменты для излечения. Наномедицина в первую очередь развивается там, где данные геномики и протеомики сочетаются с возможностью создавать наноматериалы. Можно сказать, что применение в начале XXI в. нанотехнологического подхода к решению медицинских проблем качественным образом изменило медицинскую науку. Именно с нанотехнологиями сейчас связывают вековую мечту человечества найти средство избавления от всех недугов. Во всяком случае, помочь сделать человечеству гигантский шаг к этой цели они могут.

О значении наномедицины свидетельствует поступательный рост публикаций на эту тему в международных научных журналах (рис. 8.2, слайд 2) [3, 4]. В течение первых 10 лет нашего века количество научных публикаций по наномедицине в мире увеличилось в 4 раза. Число патентных заявок на изобретения растёт даже более стремительно, что указывает на увеличивающуюся коммерциализацию данной сферы. Уже в 2004 г. мировой оборот наномедицинских препаратов оценивался экспертами в 6 млрд долларов, их разработкой и производством занимались более 200 компаний. Десятки препаратов сейчас уже разрешены к медицин-

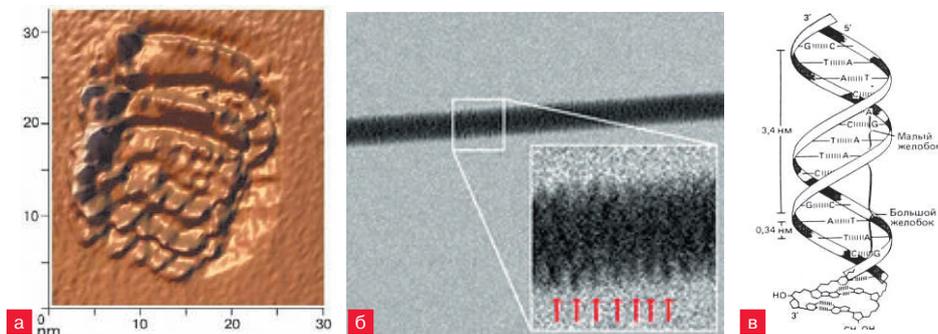


Рис. 8.1. Изображения *Parvo*-вируса (а), полученное с помощью сканирующего зондового микроскопа [1], молекулы ДНК (б), полученное с помощью просвечивающего электронного микроскопа [2] и спиральная размерная схема молекулы ДНК (в)

Лекции 1–7 см. в № 2–7_8, 10, 11/2014. Печатается в сокращении. Презентацию и полный текст с контрольными тестовыми заданиями к каждому подразделу, а также задачи с решениями и задачи для самостоятельного решения с ответами см. в ЭП. – Ред.

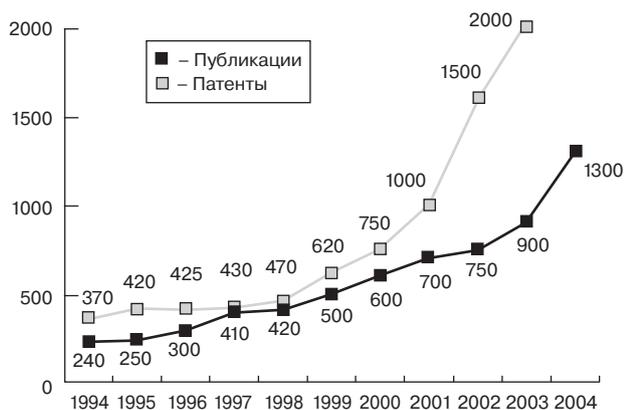


Рис. 8.2. Рост числа публикаций и патентов по наномедицинской тематике [3, 4]

скому применению, сотни находятся на разных стадиях разработки.

В настоящее время показана возможность использования достижений нанотехнологий практически во всех отраслях медицины: диагностике, терапии, хирургии (слайд 3), а также фармакологии. Наиболее развиты пять основных направлений: • адресная доставка лекарственных и других медикаментозных веществ • новые методы и средства лечения на нанометровом уровне • диагностика *in vivo* (внутри живого организма) • диагностика *in vitro* (в пробирке, то есть в контролируемом окружении вне живого организма) • медицинские имплантаты [5]. Более половины фармацевтических компаний-производителей, которые активно работают в области наномедицины, используют нанотехнологии для разработки систем доставки активных лекарственных веществ к органам и тканям-мишеням с целью уменьшения неблагоприятных побочных эффектов лекарственных средств. (Одной из ведущих областей применения таких систем является онкология.) Нанопрепараты весьма эффективно справляются с этой задачей, что и обеспечило успех на рынке: в 2008 г. их оборот составлял 5 млрд долл.

Значительно ниже доля предприятий, производящих на нанотехнологической основе имплантаты (19%) и средства для диагностики *in vitro* (17%). Наиболее сложными проблемами – разработкой методов и средств лечения на основе принципиально новых терапевтических концепций – занимаются лишь 3% компаний. Тем не менее эти направления развиваются очень динамично, так как именно с их развитием связаны ожидания наиболее революционных изменений в медицине [5].

8.2. Нанотехнологии для диагностики. В диагностике нанопродукты и методы используются для высокочувствительного определения биомаркеров (ДНК, белки, метаболиты), для визуализации физиологических и патологических процессов в организме, для мультиплексного анализа (рис. 8.3, слайды 3, 4) [6]. Окончательная цель – обеспечить как можно раньше идентификацию болезни за счёт усовершенствования визуализации и анализа биоматериала с высоким, не хуже 10^{-6} м, разрешением. Для этого используются люминесцентные и магнитные наночастицы и нанокристаллы, нанопровода и нанотрубки, из которых конструируют рычаги нановесов, позволяющих взвесить даже отдельную молекулу. Применяются наноматрицы, состоящие из множества разнообразных наночастиц, целые чипы-лаборатории, благодаря которым можно быстро и с высокой точностью провести мультиплексный анализ, то есть обнаружить присутствие сразу нескольких интересующих компонентов.

За несколько десятилетий решающим инструментом в постановке диагноза болезни стала визуализация скрытых объектов и процессов (слайд 5) [6]. Увидеть скрытые поверхностными тканями очаги поражения, повреждённые органы медикам помогают не только ставшие уже обыденными рентгеновские методы, но и магниторезонансная томография (МРТ), использующая явление ядерного магнитно-

Нанотехнологический продукт	Область применения	Характеристики
Наночастицы золота	Определение ДНК	Быстрый тест с простым оптическим считыванием
Наночастицы кремния	Определение ДНК	Микрочиповый «сендвич»-анализ ДНК
Сканометрический метод с использованием наночастиц золота в качестве зондов	Определение ДНК	100-кратное повышение чувствительности по сравнению со стандартными методами
Биоштрихкодвое усиление сигнала с помощью многофункциональных наночастиц	Определение ДНК и белков	Золотые наночастицы и магнитные микрочастицы обеспечивают очень высокую чувствительность при связывании мишеней
Золотые нанораквины	Определение белков	Антитела конъюгируются с поверхностью нанораквин
Нанотрубки и нанопровода	Определение ДНК и белков	Нанотрубки и нанопровода покрываются соответствующими антителами
Нанорычаги	Определение генов, РНК, белков, бактерий, вирусов	Высокочувствительные сенсоры массы, могут быть дериватизированы биологическими молекулами
Наноматрицы	Определение ДНК и белков	Огромный потенциал для мультиплексного анализа и создания универсальных биочипов

Рис. 8.3. Функции и характеристики некоторых нанотехнологических продуктов для диагностики [6]

го резонанса (ЯМР). Метод ЯМР основан на изменении электромагнитного отклика ядер атомов водорода на возбуждение их определённой комбинацией электромагнитных волн в сильном постоянном магнитном поле. Любые органические вещества, из которых состоят ткани живого организма, насыщены водородом, а электромагнитный отклик зависит от окружения атомов водорода. Обработывая сигналы с помощью компьютера, можно получить картину внутренних органов с явным различием изображений больных и здоровых тканей (рис. 8.4, слайд 6). Нанотехнология обещает создать для МРТ сверхчувствительные инструменты для диагностики *in vitro* и *in vivo* [5, 6].

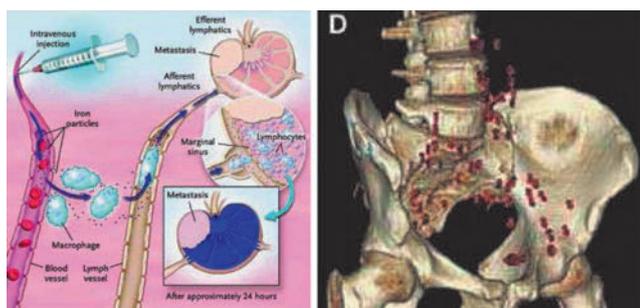


Рис. 8.4. Схема выявления метастаз раковой опухоли предстательной железы с помощью магнитных наночастиц: окружающая больные ткани, они чётко выявляют на компьютерном изображении её месторасположение [6]

Диагностику, основанную на передаче визуальной информации о молекулярных структурах, можно назвать *молекулярной визиографией*. Используется тот же принцип, что и при традиционных радиографии, эхографии, УЗИ, но с иным контрастным веществом и со специальными медицинскими приборами и системами обработки данных.

В контрастное вещество для молекулярной диагностики входят наночастицы, соединённые с визуализирующими компонентами и определёнными антителами либо с какими-нибудь другими молекулами, способными отыскать цель. Когда такое вещество вводится в кровеносное русло, его поисковые компоненты взаимодействуют с целевыми структу-

рами на поверхности больной клетки по принципу «ключ-замок», и визуализирующие компоненты попадают в больные ткани. После этого остаётся считать визуализированную информацию. Использование флуоресцентных полупроводниковых квантовых точек в составе контрастного вещества позволяет получить изображение сразу в видимом свете (рис. 8.5, слайд 7). Нанокристаллы «квантовые точки» дают возможность изучать процессы в клетке на уровне отдельной молекулы, что значительно улучшает качество постановки диагноза и лечение раковых образований. Кроме раковых метастаз, они позволяют увидеть, например, и сеть мелких кровеносных сосудов, что очень важно для наблюдения и лечения такого заболевания как сахарный диабет [6].

Нанотехнологии способствовали ренессансу биосенсорики, то есть диагностики *in vitro*: наночастицы используются как высокочувствительные маркеры биологических молекул. Например, сенсор системы *Cantilever* состоит из искусственных микробалок длиной до двух сотен микрон и толщиной от нанометров до микрон, покрытых слоем молекул ДНК или протеинов. При их взаимодействии с целевыми биомолекулами в пробе балка отклоняется, что улавливает лазерный детектор. По величине отклонения можно оценить количество биомолекул в пробе [7, 8].

Использование наноразмерных элементов в биосенсорах позволяет значительно повысить их чувствительность и уменьшить габариты аппаратуры. Например, система *Quicklab (Siemens Corp. Technology)* предназначена для экспресс-диагностики инфекционных заболеваний, заражения крови, воспаления лёгких и многих других болезней [8].

8.3. Наноматериалы в терапии. В области терапии более всего наноматериалы и нанотехнологии применяются для адресной доставки препаратов и создания имплантатов в регенеративной медицине [7]. Доставляя лекарство точно к месту болезни, наночастицы увеличивают эффективность лечения и минимизируют побочные эффекты. Обычно лекарствен-

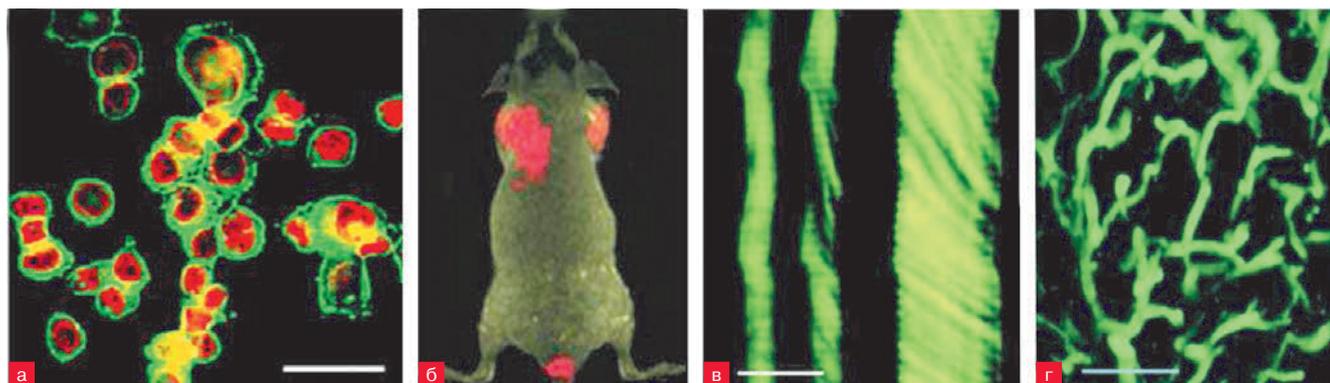


Рис. 8.5. Визуализация с помощью флуоресцентных квантовых точек маркеров (а), метастаз раковой опухоли (б) и мелких кровеносных сосудов (в, г) [6]

ная субстанция после адсорбции распределяется по тканям организма довольно равномерно. В частности, противоопухолевые препараты подавляют деление не только патологически изменённых клеток, но и активно делящихся здоровых. Путём капсулирования лекарственных молекул с помощью наночастиц и их конъюгирования (объединения с наночастицами) удаётся предотвратить нежелательные взаимодействия лекарства с биологическими молекулами и увеличить их селективную абсорбцию клетками опухоли. Многие трансформированные (раковые) клетки имеют на своей поверхности специфические рецепторы. Это можно использовать для доставки лекарств к опухолевым клеткам, предварительно конъюгируя (адаптируя, приспособливая) антитела к этим рецепторам с наночастицами. Например, учёные из университета Райса (*Rice University*, США) создали наноконкомплекс для диагностики и лечения раковых опухолей мягких тканей. Комплекс включает наноболочку из золота, к которой были добавлены магнитные частицы оксида железа, встроенные в тонкий слой диоксида кремния, за которым следовал слой флуоресцентных молекул и слой адресных антител. Всю конструкцию покрывал слой полиэтиленгликоля, сделавший её биосовместимой. Для адресной доставки наночастиц в опухоль было использовано антитело, узнающее поверхностные рецепторы раковых клеток (рис. 8.6, слайд 8) [9].

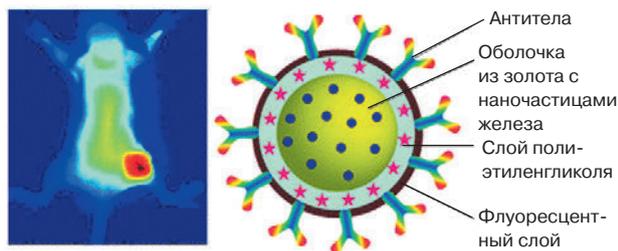


Рис. 8.6. Терапия раковой опухоли с помощью наноконкомплекса: в ИК-лучах опухоль высвечивается красным (а); схема мультимодального наноконкомплекса (б) [9]

Наночастицы используются для адресной доставки не только лекарств, но и генного материала. Эти методы составляют основу генной терапии – лечения болезней путём введения ДНК и РНК специфических генов в клетки организма. Подобно лекарственным наноконкомплексам создаются комплексы ДНК или РНК с наночастицами (рис. 8.7, слайд 8) [9]. Наночастицы служат контейнерами для доставки генного материала внутрь клетки. Для контролируемой дозированной доставки лекарственных препаратов или генетического материала используются наносферы и нанокапсулы из полимерных материалов. Исходным веществом для них могут служить различные естественные или биоинертные синтетические полимеры, например, полисахариды, полимолочная кислота, полилактиды, полиакрилаты, акрилполимеры и тому подобные. Наносферы представляют со-

бой сплошные полимерные матрицы, на которых распределяется активное вещество. Нанокапсулы состоят из полимерной оболочки, охватывающей наполненную жидкостью полость. Эти виды наночастиц различаются по высвобождению активного лекарственного вещества: из наносфер высвобождение происходит по нарастающей, а из нанокапсул – постоянно в течение длительного времени.

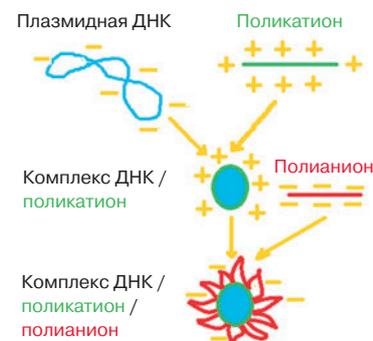


Рис. 8.7. Схема создания комплекса ДНК с наночастицами [9]

Наночастицы также могут использоваться для стимуляции роста новых клеток и врождённых механизмов регенерации. Например, был разработан и успешно опробован наноконкомплекс, содержащий кольцевую ДНК и специальный белок VEGF (англ. *Vascular endothelial growth factor*, фактор роста эндотелия сосудов). Этот белок вырабатывается клетками для стимулирования образования эмбриональной сосудистой системы. Его присутствие запускает целый каскад процессов, стимулирующих образование и разрастание системы сосудов. Клинически доказано, что введение лекарственных препаратов на основе таких комплексов значительно уменьшает область поражения сердечной мышцы при инфаркте, способствует разрастанию сети кровеносных капиллярных сосудов при лечении трофических язв (рис. 8.8, слайд 9).

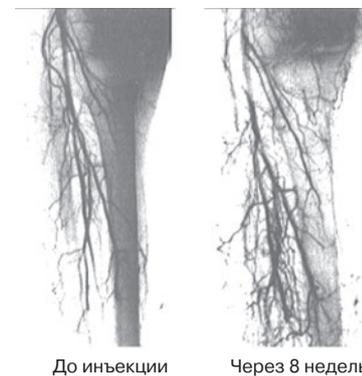


Рис. 8.8. Сосудистая терапия с использованием транспортных частиц: образование новых кровеносных сосудов после инъекции препарата к ДНК с VEGF165 [9]

8.4. Универсальный биоматериал. Одним из универсальных наноматериалов биомедицинского направления является пористый кремний, который представляет собой систему нанокристаллов различных размеров и формы (рис. 8.9, слайд 10). К настоящему времени сформировалось несколько основных направлений использования пористых материалов в медицинских приложениях [11]: • биосенсоры (датчики) • секционированные «хранилища» для крупных органических молекул, таких как молекулы вирусов или ДНК • подложки для роста биологических тканей • фильтры для трансплантированных или имплантированных органов • транспортные частицы (биовекторы) для регулируемой и адрес-

ной доставки медикаментозных или иных веществ в кровь или плазму • средства борьбы с онкологическими заболеваниями.

Наличие развитой химически активной поверхности позволяет эффективно использовать пористый кремний в качестве чувствительного элемента биосенсоров. Принцип действия таких сенсоров основан на влиянии внешних молекул на электронное состояние поверхности. В случае пористого кремния за счёт высокой удельной площади поверхности это влияние очень велико, так что сенсоры обладают высокой чувствительностью.

Химическая активность поверхности пористого кремния обеспечивает хорошую адгезию к ней различных биологических молекул, что позволяет использовать его как подложку для роста биотканей. Экспериментально показана возможность роста на поверхности пористого кремния самых разнообразных биологических тканей – от кожной и костной до ткани мозга [12].

Наночастицы пористого кремния могут выполнять роль биосорбента. Благодаря своим химическим свойствам кремний создаёт электрически заряженные коллоидные системы. Они обладают свойством «приклеивать» на себя вирусы, болезнетворные микроорганизмы, несвойственные человеку, и выводить их из организма. В то же время нормальная микрофлора, например, такие типичные обитатели кишечника, как молочнокислая и кишечная палочки, не обладают свойством слипаться с коллоидными системами кремния и остаются в кишечнике. Избирательная «склеивающая» способность коллоидных систем кремния оказывается уникальной: вредные микроорганизмы приклеиваются к ним и выводятся из организма, а нужные – остаются. Также приклеивается и выводится ненужный организму осевший на стенках сосудов холестерин. Искусственно сконструированная клетка-респироцит сможет заменить недостающие в крови эритроциты – она умеет переносить и кислород, и углекислый газ. При этом взвеси респироцитов понадобится в сотни раз меньше, чем препаратов донорской крови или кровезаменителей.

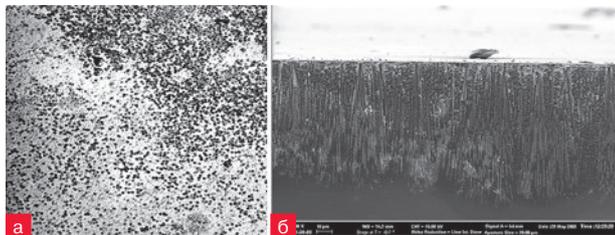


Рис. 8.9. Поверхность (а) и поперечный зеркальный скол (б) кремниевой пластины с пористым слоем. Изображения в просвечивающем и растровом электронном микроскопах соответственно [10]

Фотолюминесценция наноразмерных частиц пористого кремния может использоваться в терапии онкологических заболеваний для фотосенсибилизации активного кислорода. Наночастицы пористого кремния, насыщенные подходящим веществом, окружают раковые клетки, а после облучения происходит их фотолюминесценция, приводящая к генерации в окрестностях опухоли активного кислорода, поражающего опухоль.

Пористая фольга, изготовленная из пористого кремния, может найти применение в трансплантологии: она служит микрофильтром для имплантированных органов, пропуская молекулы питательных веществ и препятствуя прохождению антител, что облегчает адаптируемость имплантата. Микрокапсулы с нанопорами смогут доставить в организм диабетика клетки поджелудочной железы животного и вовремя выделять инсулин, при этом оставаясь невидимыми для иммунной системы человека.

В зависимости от величины пористости пористый кремний может быть не только биоактивным, но и биорезорбируемым (рассасываемым в тканях организма), что позволяет использовать его как транспорт для целенаправленной доставки медикаментозных и других веществ в нужную точку организма. Контейнер (капсула) из пористого кремния насыщается необходимым веществом, например, лекарством. Попадая в кровеносную систему организма, пористая капсула постепенно растворяется, высвобождая в организм микродозы лекарства, при этом продукты растворения самой капсулы не являются токсичными и постепенно выводятся из организма. Показана возможность использования пористого кремния, насыщенного гидроксиапатитом, как материала для восстановления костной ткани (слайды 11, 12). С его помощью осуществляется доставка наночастиц гидроксиапатита (ГАП) – минеральной фазы кости (как источника кальция) к поражённым участкам кости при заболеваниях опорно-двигательного аппарата, связанных с нарушениями метаболизма костной ткани (остеопороз) или травмах. При остеопорозе происходит разрушение костной ткани из-за обеднения её кальцием. ГАП может быть эффективным источником кальция, однако он практически нерастворим в физиологических жидкостях, поэтому доставка его к нужному участку через кровеносную систему затруднена. Использование водорастворимого нанокompозита из пористого кремния с ГАП решает эту проблему.

Нанокompозит пористого кремния с ГАП показал себя как успешный материал для костного имплантата. Для сращивания костей при сложных переломах требуется длительное лечение, много-

численные операции и продолжительный период восстановления функций поврежденной конечности. При травмах, полученных во время военных действий, все эти проблемы встречаются чаще и выражены сильнее, чем у мирных граждан. По данным Минобороны США, около 30% боевых травм включают повреждения костей. Возможно, поэтому конкурс на разработку принципиально нового материала для лечения переломов костей объявило именно агентство *DARPA*. Программа под названием *Fracture Putty* («Шпаклёвка для переломов») предполагает создание биоразлагаемого материала на основе пористого кремния, который при нанесении на область перелома сможет восстановить несущие свойства кости уже через несколько дней [12].

Кремниевые наночипы (электронные схемы) могут быть элементом нейронной сети организма, или интерфейсом между ней и каким-либо органом чувств, или служить чувствительным элементом искусственного органа. Об успешных испытаниях электронной сетчатки глаза на основе кремниевой фоточувствительной матрицы сообщалось в 2004 г. [12]. Это микросхема диаметром 2 мм и толщиной 0,025 мм, содержащая приблизительно три с половиной тысячи микроскопических фотодиодов, то есть на каждом квадратном миллиметре поверхности – более 1500. Каждый диод снабжён собственным стимулирующим электродом. Фотодиоды преобразуют свет в электрические импульсы, выводящиеся на стимулирующие электроды и возбуждающие зрительные нервные окончания. Для создания такой матрицы может быть использована технология пористого кремния (*слайд 14*). Пористый кремний создаётся на поверхности с заранее созданным специальным микрорельефом – четырёхгранными пирамидками со стороны основания от 2 до 10 мкм. При электролитическом травлении на стыках пирамидок образуются щелевидные поры, изолируя пирамидки друг от друга. Если создать в каждой пирамидке фотодиод, можно получить таким образом фотодиодную матрицу с плотностью элементов 10 000 мм², значит, чёткость изображения в такой сетчатке будет высокой [12].

Заключение. Учёные всего земного шара ищут способы заставить наночастицы улучшать человеческое здоровье. Сегодня заложен фундамент применения нанотехнологий практически во всех областях медицины. Остаются некоторые вопросы, связанные с их возможным токсическим воздействием на организм человека, поскольку экспериментальных данных о том, как наночастицы будут встраиваться в биохимические процессы в

человеческом теле, о непреднамеренных и неблагоприятных эффектах, связанных с этим, собрано ещё недостаточно. Однако эта временная нехватка знаний не тормозит развитие наномедицины, уже достигнутые ей успехи и проявленные преимущества по сравнению с традиционными методами очевидны. Материалы и методы наномедицины всё уверенней переходят из стадии лабораторных исследований в область практического применения.

Литература

1. Фотогалерея Parvo вирус <http://popnano.ru/gallery/index.php?task=view&id=450&ctg=6>
2. F. Gentile et al. Direct Imaging of DNA Fibers: The Visage of Double Helix. *Nano Lett.* 2012, 12 (12), p.6453–6458. <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/nl3039162>
3. Анализ распределения публикаций российских специалистов в области нанонауки и нанотехнологии по БД SCOPUS 01.05.2013. <http://www.benran.ru/magazin/inaros/seminar/2010/18.doc>
4. VDI Technologiezentrum, 2005; European Patent Office, 2005.
5. <http://www.remedium.ru/analytics/review/articles//Ремедиум.2008.№9>.
6. Ткачук В.А. Применение нанотехнологий в медицине. Лекции «Современные проблемы нанотехнологий», 2009, НОЦ по нанотехнологиям МГУ. <http://nano.msu.ru/education/courses/basics2009#actual>.
7. Сенсоры на основе кантилеверов. Академия биосенсоров. http://www.biosensoracademy.com/rus/readarticle.php?article_id=4
8. <http://healthcare.siemens.ru/info/5116/Press/768/21634.html>
9. Мультимодальные наноконплексы – перспективное средство для диагностики и лечения раковых опухолей мягких тканей. *Life Sciences Today*. <http://www.lifesciencetoday.ru/index.php/nanotechnologii-v-medicine-ibibologii/247-multimodal-nanocomplexes-as-promising-means-of-diagnostics-and-treatment-of-soft-tissue-cancer-tumors>
10. Латухина Н.В. и др. Фоточувствительная матрица на основе пористого микрокристаллического кремния // *Вестник СГУ. Естественнонаучная сер.* 2011. № 5 (86). С. 115–121.
11. J. Salonen, V.P. Lento. Fabrication and chemical surface modification of mesoporous silicon for biomedical application // *Chem. Eng. J.* 2008. V. 137. P. 162–172.
12. A.Y. Chow et al. The Artificial Silicon Retina Microchip for the Treatment of Vision Loss From Retinitis Pigmentosa // *Arch.Ophthalmol/* 2004. V. 122(4). P. 460–469.

(Блок 6. Механические явления); 11, 12 (Блок 7. Электрические явления). // Как разработать пропедевтический курс по физике. 5–6 кл., 72 ч. № 11.

Богданов К.Ю. kbogdanov1@yandex.ru, г. Москва. Наука и религия. № 4 (см. также ЭП) // Этюды о науке. № 5_6 (см. также ЭП) // Музей Архимеда в Сиракузах. № 7_8 (см. также ЭП). // Музей Бургаве (*Boerhaave*) в Лейдене. № 9.

Бражников М.А. birze@inbox.ru (ИХФ РАН, МПГУ, г. Москва). Становление методики обучения физике в России на рубеже XIX и XX вв. как науки. Элективный курс для студентов, будущих учителей физики, обучающихся по направлению «Педагогическое образование». № 7_8 (ЭП).

Ганат С.А. SAGanat@mephi.ru (НИЯУ МИФИ, г. Москва). Сетевая школа НИЯУ МИФИ – помощь вуза школе. № 1.

Генденштейн Л.Э. genden@list.ru (ИСМО РАО, г. Москва), *Кошкина А.В.* angko@yandex.ru (МБОУ СОШ № 37, г. Архангельск). Новый УМК по физике для старшей школы – базовый и углублённый уровни. № 9.

Ивашкина Д.А. ivashkina.diana@gmail.com (МАОУ лицей г. Троицка, Московская обл.). Эксперимент как метапредметная деятельность: реализация ФГОС на примере курса физики (о дистанционном курсе 16-014 ПУПС). № 1 (см. также ЭП).

Зиятдинов Ш.Г. shamilzg@gmail.com (ГОУ ВПО Бирский филиал БГУ, г. Бирск, Респ. Башкортостан). Физическая экология. Авторская программа элективного курса (36 ч: 18 ч лекций и 18 ч семинара. № 11 (ЭП).

Клименко А. marwars_91@mail.ru (студент ВятГГУ, г. Киров). Моделирование опыта Резерфорда по рассеянию α -частиц. Научный рук. *Бутырский Г.А.* germanbutyrskij@yandex.ru, к. т. н., доцент. № 2 (ЭП).

Ковалева С.Я. svekova@mail.ru. Курс интенсивной (годовой) подготовки к ЕГЭ. (Продолжение, см. № 7–12/2013; № 1, 2, 10/2014 (ЭП).

Кузьмичёва Т.Ю. tyuk2001@mail.ru (МБОУ лицей, г. Бор, Нижегородская обл.). Физика планеты Земля (элементарные основы): элективный курс. № 11.

Латухина Н.В. natalat@yandex.ru, к. т. н. (ГОУ ВПО СамГУ, г. Самара). Физические основы нанотехнологий. Курс лекций (см. также ЭП): № 2–8, 11, 12.

Чопорова Ж.В. zh.choporova@gmail.com (ГБОУ лицей № 1575, г. Москва). Музей «Огни Москвы»: открытие музейной светотехнической лаборатории. № 1 (см. также ЭП) // Междисциплинарные подходы к формированию элементарных исследовательских умений в рамках курса «Введение в нанотехнологии». № 5_6 (см. также ЭП).

3. Ученические проекты

Арлянов Н. arliarova67@mail.ru (9 кл., МОУ Верх-Уймонская СОШ, с. Верх-Уймон, Усть-Коксинский р-н, Респ. Алтай). Эффект муара и установка для лабораторных измерений деформации при изгибе. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. математики и информатики *М.С. Бугаев* bugaeza@inbox.ru (пенсионер, г. Челябинск). № 2 (см. также ЭП).

Гасанов Э. gasanov1996@inbox.ru (11 кл., МБОУ лицей г. Лобня, Московская обл.). Изучение гироскопических явлений и воссоздание эффекта Джанибекова в земных условиях. Научно-исследовательский ученический проект. Рук. доцент *К.В. Парфёнов* parfenov@physics.msu.ru (к. ф.-м. н., физфак МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва). № 5_6 (см. также ЭП).

Денисова И.Э. irina.e.denisova@gmail.com (АСОШ № 3, г. Андреаполь, Тверская обл.). Физика в игрушках. Ученический проект *Настя Мороко* и *Ирины Вандышевой*, 8 кл. № 9 (ЭП).

Дмитриев Ф. (ГБОУ лицей № 1575, г. Москва). Изучение коллоидных растворов. Рук. уч. физики *Ж.В. Чопорова* zh.choporova@gmail.com. № 5_6 (ЭП).

Захарова О. olusik3D@yandex.ru (10 кл., МБОУ СОШ «Школа будущего», г. Калининград). Эффективность мероприятий по защите от шумового загрязнения на Втором эстакадном мосту г. Калининграда. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. экологии *А.В. Голубицкий*. № 2 (см. также ЭП).

Ильинская Д. ilirita@yandex.ru, *Готовцев Владислав* vladgotovcev@mail.ru (ГБОУ СОШ № 546, г. Москва). Определение прочности полиэтиленовых пакетов. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. физики *Ю.В. Казакова* kazakova546@mail.ru, к. п. н. № 2 (см. также ЭП).

Кабир С. tk14799@gmail.com, *Соснова Е.* lizavetasosnova@gmail.com (8 кл., НОУ ЦО «Новое образование», г. Москва). Универсальный прибор гидростатического типа для измерения массы тел, плотности жидкостей и твёрдых тел. Ученический исследовательско-конструкторский проект. Рук. проф. *В.П. Наливайко* vprnvp@gmail.com, к. ф.-м. н. (МТУСИ, НОУ ЦО «Новое образование»). № 2 (см. также ЭП).

Китай А.Ю. kitaialla@mail.ru (педагогический колледж № 4, г. Москва). Определение качества автомобильного бензина оптическим методом. Ученический исследовательский проект, исп.: *А. Абашина, К. Новикова, В. Старостина, Т. Байгуттуева*. № 11.

Коровянская Анастасия Nasti96@bk.ru (11 кл., МОУ гимназия № 5, г. Юбилейный, Московская обл.). Ультразвуковая форсунка. Ученический исследовательско-конструкторский проект. Рук.

проф. *В.В. Лебедев* Lebedev_v_2010@mail.ru, д. т. н. (МГСУ, г. Москва), рук. школьного технического кружка. № 5_6 (см. также ЭП).

Кузнецова А. ann_kuz@inbox.ru, *Орехов Данила* tylys96@yandex.ru (9 кл., ГБОУ лицей № 1511 при НИЯУ МИФИ, г. Москва). Чистое небо. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. физики *Ф.В. Григорьев* fedor.grigoriev@gmail.com, к. х. н. (ГБОУ лицей № 1511, НИЯУ МИФИ, НИВЦ МГУ, им. М.В. Ломоносова, г. Москва). № 2 (см. также ЭП).

Литвинова А.Е. litvinovaalla@yandex.ru (МКОУ Мишутинская СОШ, п. Мишутино, Сергиев-Посадский р-н, Московская обл.). Научно-исследовательская работа как средство приобщения учащихся к научно-техническим проблемам. № 5_6 (ЭП).

Малаховская С. (7 кл., МБОУ лицей № 3, г. Сургут, ХМАО-Югра, Тюменская обл.). Замечательный конус, или Удивительный чум. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. математики *Т.М. Тананькина* <http://lic3.admsurgut.ru>. № 2 (см. также ЭП).

Островных А. nenci_key@mail.ru, *Мосейчук Антон* (11 кл., МБОУ СОШ № 6, г. Троицк, Челябинская обл.). Мониторинг состояния атмосферы и экологической обстановки посёлка ГРЭС. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. физики *Н.В. Калининская* tfizik6@mail.ru. № 2 (см. также ЭП).

Петрусёв А. science-alex@mail.ru (11 кл., МБОУ Лицей при НИ ТПУ, г. Томск). Эффективный способ увеличения мощности солнечных установок. Ученический исследовательско-конструкторский проект. Рук. проф. *А.В. Юрченко* npp@mail.ru, д. т. н. (НИ ТПУ, г. Томск). № 2 (см. также ЭП).

Провоторов Павел highv.lab@gmail.com (9 кл., МОУ СОШ № 82 им. Ф.И. Дубовицкого, г. Черноголовка, Ногинский р-н, Московская обл.). Исследование и применение факельного разряда. Спектроскопия. Формирование наноструктур. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. физики, заведующий лабораторией *Н.В. Классен* klassen@issp.ac.ru (ИФТТ РАН, г. Черноголовка). № 5_6 (см. также ЭП).

Пронина М. mashapronina2010@mail.ru (10 кл.), *Прохоров Владимир* prokarav71@ Rambler.ru (11 кл.), *Шекунов Вл.* 9livees@mail.ru (11 кл.) (ГУ ВПО «Белорусско-Российский университет», г. Могилёв, Респ. Беларусь). Проект организации связи, транспорта и энергообеспечения лунных баз. Ученический исследовательский проект. Ученический исследовательско-конструкторский проект. Рук. учителя физики *С.В. Гусев* lab302@mail.ru, *А.Э. Плетнёв* a-pletnev@mail.ru, *А.Г. Сугакевич* sugakevich@mail.ru. № 2 (см. также ЭП).

Пузыревский В. wellcomevalery@mail.ru (АНО Образовательный центр «Участие», г. Санкт-Петербург). Деловая игра «Журналист» в проекте «Школьная лига РОСНАНО». Примеры ученических проектов: • Кухня завода Vaulux (лицей № 2, г. Альметьевск) • Наука и технология с приставкой «нано» (лицей № 10, г. Белгород) • Высокие технологии... Выстоять несмотря ни на что! (лицей № 40 при УлГУ, г. Ульяновск) • Нановзлом (гимн. № 1543, г. Москва) • АВ ОВО (МОУ Октябрьский сельский лицей, п. Октябрьский, Чердаклинский р-н, Ульяновская обл.) • ОАО ПензТяжПромАрматура: Мы работаем для людей, совершенствуя себя! (гимн. № 44, г. Пенза) • NANOMIRS (гимн. № 13, г. Пенза) • От алхимии к нанотехнологии (сборная школ). № 5_6 (ЭП).

Саранцева С. sofasar@yandex.ru, *Бибенина Ольга* bibenina1998@mail.ru (10 кл., МОУ лицей № 8 «Олимпия», г. Волгоград). Проблема учёта автомобильного топлива на автозаправках. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. физики *Э.В. Марчук* edik251282@yandex.ru, к. ф.-м. н. № 2 (см. также ЭП).

Уманская С. umanskaya.svetlana96@mail.ru (11 кл., МОУ лицей № 22, г. Воскресенск, Московская обл.). Настройка спутниковой антенны. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. математики *Т.В. Порхунова* ptv_work@list.ru № 2 (см. также ЭП).

Умрюхин Е. (ГБОУ лицей № 1575, г. Москва). Изменение размеров малых тел. Рук. уч. физики *Ж.В. Чопорова* zh.choporova@gmail.com. № 5_6 (ЭП).

Успенская О.В. olgaborisoglebsk@gmail.com (МБОУ БГО СОШ № 5, г. Борисоглебск, Воронежская обл.). Полёт на Марс. Ученический проект *Захара Валяева* (10 кл.). № 4 (ЭП).

Фомин В. fomin.vsevolod96@yandex.ru (11 кл., МБОУ лицей № 40, НОУ Нижегородского научного центра РАН «Школа юного исследователя», г. Нижний Новгород). Система для спекл-контрастной визуализации кровеносных сосудов. Ученический научно-исследовательский проект. Рук. *П.А. Шилягин*, к. ф.-м. н., н. с. ИПФ РАН, г. Нижний Новгород. № 10.

Фролов Е. (ГБОУ лицей № 1575, г. Москва). Исследование явления смачивания. Рук. уч. физики *Ж.В. Чопорова* zh.choporova@gmail.com. № 5_6 (ЭП).

Чулков К. stivts3@mail.ru (11 кл., НОУДОД Школа информатики «ВЕКТОР++», г. Саров, Нижегородская обл.). Визуальное управление движущимся объектом. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. информатики и математики *И.В. Столяров* (МБОУ лицей № 3), преподаватель технологии программирования и робототехники *И.В. Уточников* admin@vector-plus-plus.ru (НОУДОД Школа ин-

форматики «ВЕКТОР++», г. Саров). № 5_6 (см. также ЭП).

Юрченко В. wsonormalno@yandex.ru (7 кл., НОУ гимназия «Школа бизнеса», г. Сочи). Возникновение резонанса при поперечных колебаниях конструкций сложной формы. Ученический исследовательский проект. Рук. уч. физики *С.А. Кирия sakirija@yandex.ru*, к. п. н. № 2 (см. также ЭП).

4. Дидактические и методические материалы, педагогические поиски и находки

Анофрикова С.В. asvmosk@ya.ru (г. Москва), *Ковалёва Е.А.* (МБОУ СОШ № 14, г. Калуга). Умение правильно формулировать цель своей деятельности – основа её успешности. № 12 (см. также ЭП).

Дымников А. Форма на языке VBA: методы определения расстояний в астрономии (3 курс, ПГСГА, рук. *В.Ю. Анисимов*). № 2 (ЭП).

Ивашкина Д.А. ivashkina.diana@gmail.com. Эксперимент как метапредметная деятельность: реализация ФГОС на примере курса физики. № 1 (см. также ЭП).

Игнатьева Д.А. littledasha92@mai.ru (РГПУ им. А.И. Герцена, г. Санкт-Петербург). Исследование типовых затруднений учащихся при выполнении тестовых заданий по физике. № 3.

Кулешова Е.А. evgenia20.03.91@mail.ru (студ. Красноярского ГПУ им. В.П. Астафьева). Тьюторское сопровождение одарённых учащихся в процессе обучения физике. Научный рук. проф. *В.И. Тесленко teslenko@kspu.ru*, д. п. н., зав. кафедрой ТиМОФ. № 2 (ЭП).

Курочкин А. tgm06@rambler.ru (4 курс, Институт физики и технологии, Уральский ГПУ, г. Екатеринбург). Компьютерная программа для обработки статистических данных педагогических исследований. № 2 (ЭП).

Наливайко В.П. nvprnvp@gmail.com (МТУСИ, МБОУ лицей № 1550, НОУ ЦО «Новое образование», г. Москва). НОУ «Игры разума». Интерактивная презентация. № 2 (ЭП).

Новикова О.А. nowickowaolia@yandex.ru (МБОУ Щеколдинаская ООШ, дер. Щеколдино, Зубцовский р-н, Тверская обл.). Опыт работы по технологии В.М. Монахова. Планирование учебного процесса для 7-го, 8-го и 9-го классов. № 7_8 (см. также ЭП).

Паюсова А. tgofla@yandex.ru (3 курс, Институт физики и технологии, Уральский ГПУ, г. Екатеринбург). Реализация межпредметных связей физики с иностранным языком при проведении внеклассных мероприятий в школе. Научный рук. *О.Г. Надеева*, к. п. н., доцент кафедры ТиМОФТ и МД. № 2 (ЭП).

Позолотина М. mprozolotina@mail.ru (студ. ВятГГУ, г. Киров), *Сорокин А.П.* ant.p.s@yandex.ru

(ЦДООШ, г. Киров). Расширение практики использования нестандартных задач по физике с применением цифровых образовательных ресурсов. № 2 (ЭП).

Резниченко М.И. mis1567@yandex.ru (МБОУ СШ № 16, г. Ачинск, Красноярский кр.). Система обучения работе с физическим текстом. № 11 (см. также ЭП).

Соловьёва В.А. uchitelka_01@mail.ru (МОУ БСОШ № 15, п. Быково, Раменский р-н, Московская обл.). Сетевые он-лайн-уроки с использованием цифровых лабораторий для учащихся с ограниченными возможностями здоровья. № 1 (см. также ЭП).

Радченко Т.И. fizika-tehnika@rambler.ru (МОУ СОШ № 26, г. Владикавказ, Республика Северная Осетия-Алания). Физика для школьников (ЭП). № 1–9.

Суханькова Е.П. elena517@mail.ru (МОУ СОШ № 12 им. Героя Советского Союза И.Н. Машкарин, г. Орёл). Методика применения интерактивных средств обучения (ИСО) в преподавании физики. № 5_6 (ЭП).

Холина С.А. svetaholina@mail.ru (МГОУ СОШ № 933, г. Москва.) Физика – развивающаяся наука. № 7_8 (ЭП).

5. Тесты, задачи, диктанты. Методы решения задач

Афанасьева Е.С. afanasyeva70@mail.ru (МОУ лицей № 6, г. Воскресенск, Московская обл.). Задачи по теме «Физика электричества» в стихах. № 4 (ЭП).

Богданов К.Ю. kbogdanov1@yandex.ru, г. Москва. Определи свой нано-*IQ*. № 3 (см. также ЭП).

Бондаров М.Н. mihail_bondarov@mail.ru (ГБОУ лицей № 1501, г. Москва). Использование графиков скорости при решении задач на равноускоренное движение. № 7_8 (см. также ЭП).

Бражников М.А. birze@inbox.ru. «...На звание техника путей сообщения...» (см. также ЭП): № 1 (Паровозы), 3 (Старинные мосты, рельсы и балки).

Буханов В.М., Вишнякова Е.А., Грачёв А.В., Зотеев А.В., проф. *Козлов С.Н., Лукашева Е.В., Невзоров А.Н., Нетребко Н.В., Никитин С.Ю., Погожев В.А.,* проф. *Поляков П.А., Полякова М.С., Скланкин А.А., Чесноков С.С.* sergeychesnokov@mail.ru, *Чистякова Н.И.* (физфак МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва). Олимпиада «Ломоносов-2013/2014». № 9–11.

Веретин В.С. illavvsse@mail.ru, *Поляков П.А.* polyakovpa@mail.ru, *Черновский С.М.* chernovskiy51@mail.ru (Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г. Москва). Плехановская олимпиада школьников по физике-2014. № 12.

Весна Е.Б. ebvesna@mephi.ru, *Муравьев С.Е.* semuraviev@mail.ru, *Скрытный В.И.* viskrytnyj@mephi.ru (НИЯУ МИФИ, г. Москва). Инженерная олимпиада школьников. № 12.

Губкин М.К. gubkinmk@rambler.ru (МЭИ (ТУ), г. Москва). Задачи очных и заочных олимпиад по физике в МЭИ (ТУ) в 2012/2013 гг. № 5_6, 7_8.

Гусев Е.Б. e.gusev@rsu.edu.ru (РГУ им. С.А. Есенина, г. Рязань). Закон сохранения момента импульса в космосе. № 4.

Демков В.П., Озолин В.В., Солохина Г.Э. (МАИ НИУ), г. Москва. МАИ (НИУ)-2013: российская аэрокосмическая олимпиада. № 1, 4.

Зайцев А.А. aazay2013@mail.ru (г. Москва). Опять «2»! № 4.

Зиятдинов Ш.Г. shamilzg@gmail.com. Немного о блоках. № 3 (см. также ЭП). // О понятиях «центр масс» и «центр тяжести» тела. № 4 (ЭП).

Ивашкина Д.А. ivashkina.diana@gmail.com. Задачный минимум по теме «Насыщенный пар. Влажность». № 12.

Козлова Н.Д. fiz@1september.ru (журнал «Физика» ИД-ПС, г. Москва). «ЕГЭ» по-американски. (Пер. с англ.): № 1, 3–12.

Муравьев С.Е. semuraviev@mail.ru (НИЯУ МИФИ, г. Москва). Олимпиада «Росатом». Физика. № 1.

Пигалицын Л.В., Народный уч. России levr@rambler.ru (МОУ СОШ № 2, г. Дзержинск, Нижегородская обл.). Тематические тестовые задания в форме ГИА, 9 кл.: № 1–5_6 (ЭП).

Родионова О.Э. olga.ergardovna@yandex.ru (МБОУ лицей № 34, г. Новокузнецк, Кемеровская обл.). Движение тела, брошенного под углом к горизонту (универсальная задача). № 4 (ЭП).

Севрюков П.Ф., проф. sevryukovpf@yandex.ru (СППИ, г. Ставрополь). Задачи на движение заряженной частицы в однородном электрическом поле. № 4 (ЭП).

Старшов М.А. mastarshov@mail.ru (СГУ им. Н.Г. Чернышевского, МБОУ СОШ № 6, г. Саратов). Опять о пружинах. № 5_6. // Новогодняя задача. № 12.

Чугаева С.П. (МБОУ КСОШ № 1, г. Костерёво, Петушинский р-н, Владимирская обл.). Детективные истории с физическим содержанием. № 9 (ЭП).

6. Планы-конспекты уроков, нестандартные уроки (уроки-игры, -лекции, -конференции, -семинары, -устные журналы, -экскурсии), внеклассные мероприятия, физические вечера

Аджемьян Г.А. adzhemyan@i.home-edu.ru (БОУ ЦО Технологии обучения, МПГУ, г. Москва). Пропедевтика элементов физики на уроках математи-

ки при формировании УУД. № 12 (см. также ЭП).

Булгакова Г.В. mbulgakova@list.ru (МБОУ СОШ № 16, г. Курск). Космонавтика: первые шаги. Устный журнал – краткий (43 слайда) обзор начального этапа развития космонавтики от основоположников теории космических полётов до космической системы «Буран-Энергия» и марсохода «Curiosity» (9 слайдов – о Ю.А. Гагарине). № 3 (ЭП).

Горбанёва М.Н. gorbaneva.m@yandex.ru (МБОУ Элистинский лицей, г. Элиста, Респ. Калмыкия). Учись видеть новое! Урок-путешествие в мир нанотехнологий, 4 кл. № 10 (см. также ЭП).

Зинченко Г.А. fizika20@mail.ru (МОУ СОШ № 40 с угл. изучением предметов художественно-эстетического цикла, г. Рязань). Путешествие в Теплоград, 8 кл. № 10.

Китай А.Ю. KitaiAlla@mail.ru (Педагогический колледж № 1 им. К.Д. Ушинского, г. Москва). Игра «Физический футбол». № 5_6 (ЭП).

Коган Н.Э. kogana.g@gmail.com (ЦО № 345, г. Москва). Задания с множественным выбором ответов по материалам в учебниках «Физика-7» А.В. Пёрышкин (Дрофа, 2006). № 5_6 (ЭП).

Леханова Г.Н. fizika.gim3@mail.ru (уч. физики), *Лупенкова А.А.* anna_5004@mail.ru (уч. химии), *Иванова В.А.* iva_1508@mail.ru (уч. химии и биологии), *Савельева И.В.* siv0662@mail.ru (уч. математики) (МБОУ гимн. им. Ф.К. Салманова, г. Сургут, Сургутский р-н, ХМАО-ЮГРА, Тюменская обл.) «И опыт – сын ошибок трудных...». № 7_8 (см. также ЭП).

Мусеева И.В. ilipa@yandex.ru (ГБОУ СОШ № 422 «Перово», г. Москва). Фонтан на даче своими руками. Сценарий внеклассного мероприятия. № 5_6 (ЭП).

Надеева О.Г. nadeevao@mail.ru, *Паюсова А.Н.* tgofla@yandex.ru (Уральский ГПУ, г. Екатеринбург). Двигатель внутреннего сгорания и охрана окружающей среды. № 11 (см. также ЭП).

Новикова О.А. nowickowaolia@yandex.ru. Обобщающие уроки в нестандартной форме. 7–9-й кл. № 3 (см. также ЭП).

Соловьёва В.А. uchitelka_01@mail.ru. Исследование явлений отражения и преломления света. № 9.

Сологуб С.С. olya_omyt@mail.ru (ОУ «Центр образования» для детей инвалидов Забайкальского края, г. Чита). Электрическое поле. Сценарий урока объяснения нового материала, 9 кл. (слабослышащие дети). № 11 (ЭП).

Суханькова Е.П. elena517@mail.ru (МОУ СОШ № 12 им. Героя Советского Союза И.Н. Машкарин, г. Орёл). Влажность. План-конспект урока повторения и обобщения с применением интерактивной доски, 10 кл. № 7_8 (ЭП).

Филокова Л.В. lyudmila.filyukova@mail.ru, *Иванова А.А., Коверга О.А.* (ГБОУ СОШ № 859, г. Москва).

Интегрированные уроки с использованием ИКТ. № 4 (см. также ЭП).

7. Конкурс «Я иду на урок»

Аристархова Л.И. 9157895240@mail.ru (МКОУ РСОШ, п. Ревякино, Ясногорский р-н, Тульская обл.). Электромагнитные волны. Урок обобщения и систематизации знаний. № 1 (см. также ЭП).

Дмитриев Г.В. dgena1969@yandex.ru (МБОУ Ново-Шимкусская СОШ, с. Новые Шимкусы, Яльчикский р-н, Чувашская Респ.). Физика и новые технологии. Открытый урок. № 7_8 (см. также ЭП).

Доценко А.А. docenko79@bk.ru (МБОУ гимназия № 13, г. Новомосковск, Тульская обл.). Механические колебательные системы. Маятник как пример колебательной системы, 10 кл. Урок объяснения нового материала. № 3 (см. также ЭП).

Карпинцова Т.Ю. tata-2486@yandex.ru (МАОУ Одинцовский лицей № 2, г. Одинцово, Московская обл.). Закон всемирного тяготения. № 11 (см. также ЭП).

Наливайченко О.Н. poln73@mail.ru (МБОУ Кулешовская СОШ № 17, с. Кулешовка, Азовский р-н, Ростовская обл.). Электрический ток в полупроводниках, 10 кл. Урок объяснения нового материала. № 3 (см. также ЭП).

Шафеев Р.Г. schafamil@yandex.ru (МБОУ СОШ с. Талачево, МР Стерлитамакский, Респ. Башкортостан). Явление электромагнитной индукции. Урок объяснения нового материала. № 9 (см. также ЭП).

8. Эксперимент (натурный и компьютерный)

Атаманченко А.К. lic4@tagobr.ru (МАОУ лицей № 4 с УИФим, г. Таганрог, Ростовская обл.). Экспериментальные задачи по физике и методы их решения. 7–11 кл. № 7_8 (см. также ЭП).

Басов А.А., Радионов А.А., Соколова Г.М., Яшин А.Н. alla.nic.yashina@gmail.com (Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород). Радиоэкология в общеобразовательной школе. № 12.

Бутырский Г.А. germanbutyrskij@yandex.ru (ВятГГУ, г. Киров), *Ветлужских А.И.* wanderer_666@inbox.ru, *Пономарёв К.А.* senzorga@mail.ru (МОАУ ДОД «Станция юных техников»), *Лютин С.Н.* slyutina@yandex.ru (КОГОБУ СПО Кировский технологический колледж), г. Киров. Исследование свойств электромагнитных волн в демонстрационном эксперименте с использованием генератора на диоде Ганна. № 7_8.

Гришин Г.А. mash404@mail.ru, *Доброхотов С.Б.* (МБОУ лицей при УлГТУ, г. Ульяновск). Загадка баллистического пистолета. № 9 (см. также ЭП).

Ефимов В.В. efimberez@mail.ru (СОШ с УИОП

№ 3, г. Березники, Пермский кр.). Установка для исследования графиков электромагнитных колебаний с помощью осциллографа-приставки и работа с ней в рамках лабораторного практикума. 11 кл. № 4 (см. также ЭП).

Клименко А. marwars_91@mail.ru (студ. ВятГГУ, г. Киров). Моделирование опыта Резерфорда по рассеянию α -частиц. Науч. рук.: *Бутырский Г.А.* № 2 (ЭП).

Конев А. arnold2111@rambler.ru (5 курс, Институт физики и технологии, Уральский ГПУ, г. Екатеринбург). Разработка самодельной установки для демонстрации опыта Э. Резерфорда по изучению строения атома. № 2 (ЭП).

Коновалихин С.В. ksv22@bk.ru (МОУ СОШ № 75, МО Черноголовка, Московская обл.). Демонстрации с применением ИКТ. № 1 (см. также ЭП).

Никифоров Г.Г. nikiforowgg@mail.ru (ИСМО РАО, г. Москва). Вычисления на уроках физики необходимы! № 10.

Никифоров Г.Г. nikiforowgg@mail.ru, *Поваляев О.А.* olegprovalyaev@gmail.com (ООО «Научные развлечения», г. Долгопрудный, Московская обл.). Фронтальный комплект оборудования нового поколения. № 9.

Пигалицын Л.В. levpr@rambler.ru, Народный учитель России. МикроЭВМ «Arduino» в школьном физическом эксперименте (*продолжение*, см. № 10–12/2013): № 2, 7_8, 10–12.

Подскрёбышева Л.Л. podskrebysheva.l@mail.ru (ГБОУ СОШ № 379, г. Москва). Диффузия и конвекция (опыты). № 5_6 (ЭП).

Старшов М.А. mastarshov@mail.ru (г. Саратов). Физические приборы из домашнего хлама: № 1 (ЭП).

Суханькова Е.П. elena517@mail.ru. Магнитные свойства. № 2 (см. также ЭП).

Тарасов О.М. tarom0808@yandex.ru (ГБОУ ЦО Технологии обучения, г. Москва). Опыт с прохождением электрического тока в тонком жидком слое. № 11.

Тарчевский А.Е. tarchevskiy@mail.ru (ГОУ СОШ № 179 МИОО, г. Москва). Учебный физический эксперимент. № 3 // «Красивые» опыты на уроках физики и в практикуме. № 9 (ЭП).

Хоменко С.В., Поваляев О.А. olegprovalyaev@gmail.com, *Ханнанов Н.К.* khann@dio.ru (фирма «Научные развлечения», г. Москва). Исследуем звук. № 10.

Чжан М.Б. (МОУ лицей г. Фрязино, Московская обл.). Проблемный физический эксперимент как фактор развития критического и универсально-го мышления. № 9 (ЭП).

9. Наука и техника: прошлое и настоящее

Багоцкий С.В. b1949@mail.ru (г. Москва). Врач, первым увидевший новую физику. № 11.

Белюстов В.Н. belyustov@yandex.ru (МОУ БГО Борисоглебская гимназия № 1, г. Борисоглебск, Воронежская обл.) ЭП: № 3 (Улугбек), 9 (В.-Э. Вебер), 10 (В.-Э. Вебер), 11 (Ю.-Р. фон Майер).

Бердников А. beerdoss@mail.ru (Центр педагогического мастерства, г. Москва). У нас в гостях журнал «Квантик»: № 5_6 (Жидкое зеркало), 7_8 (Диск на воздушной подушке); 9 (Из пустого в порожнее); 10 (Телефон); 12 (Снежинки).

Богданов К.Ю. kbogdanov1@yandex.ru (г. Москва). Как Христиан Гюйгенс сделал из физического маятника математический. № 10 (комментарии ред. см. в ЭП).

Бражников М.А. birze@inbox.ru. Историческая физика (см. также ЭП): № 4 (Изобретение громоотвода Б. Франклином); 10 (Полёты в мечтах... и наяву).

Бугров В.Е. bugrovv@yandex.ru., Засл. ветеран РКК «Энергия» (г. Москва). Советская ракетно-космическая школа: от «Востока» до «Бурана». № 4 (см. также ЭП).

Булюбаиш Б.В. borisbu@sandy.ru (НГТУ им. Р.Е. Алексеева), *Пономарёв С.М.* s_m_pon@mail.ru (ННГУ им. Н.И. Лобачевского), г. Н. Новгород. Нижегородский кружок любителей физики и астрономии: страницы истории. № 1 (см. также ЭП). (Испр. ошибок см. в № 2/2014.)

Гусев Е.Б. e.gusev@rsu.edu.ru. Физические затмения в Солнечной системе. № 9.

Дворянинов С. dvoryan@yandex.ru (г. Москва). У нас в гостях журнал «Квантик»: Центр тяжести. № 11.

Довгань В.Г., проф. vgdovgan-svkv@mail.ru. Это – планета Марс. № 4.

Красоткин С.А. sergekras@rambler.ru (НИЯФ им. Д.В. Скобельцына МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва). Космос ближний и дальний. Человек в космосе. № 4 (см. также ЭП).

Короновский Н.В., проф. karonovsky@rambler.ru (геологич. факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва). Палеомагнитология и тектоника литосферных плит. № 7_8. // Глобальное потепление – миф или реальность? № 11.

Наумов Г.Б. gbnaumov@yandex.ru проф., академик РАЕН и АГН (Государственный геологический музей РАН им. В.И. Вернадского г. Москва). Комплексное изучение природы. № 2 (см. также ЭП).

Пигалицын Л.В., Народный учитель России levpr@rambler.ru. Новости науки и техники. № 1–4, 7_8–12.

Рубаков В.А. rubakov@inr.ac.ru проф., академик РАН (Институт ядерных исследований РАН, физич. факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва). Физика элементарных частиц и космология: современный этап развития. № 1.

Стасенко А.Л., проф. Serpantin37@mail.ru (МФТИ, г. Жуковский, Московская обл.). Луч Солнца золотой... № 9.

Фёдоров А.К. akf@rqs.ru, *Юнусов Р.Р.* ru@rqs.ru (Российский квантовый центр, п. Сколково, Одинцовский р-н, Московская обл.). Квантовое настоящее и будущее. № 5_6.

Черкасов В.И. cvi1939@yandex.ru (пенсионер, почётный энергетик СССР, г. Москва). О мостах и их испытаниях... № 3.

10. Астрономия

Карташов В.Ф. kartash44@yandex.ru (ЧИПС, г. Челябинск). Цветная Вселенная (см. также ЭП): № 1–33, 5_6, 7_8, 10, 11. // Чем была Рождественская звезда? № 12.

Чаругин В.М., проф., академик РАКЦ charugin2010@mail.ru (МПУ, г. Москва). Звёздное небо в... № 1–12.

11. Разное

Гуденко Е.В. eviktorovna@mail.ru. Возвращаясь в школу с каникул... № 7_8 (см. также ЭП).

Ещё о сканирующих зондовых электронных микроскопах (по статье А.А. Тихомирова). № 7_8.

«Нанотехнологии – прорыв в будущее». Интеллектуальный форум-олимпиада, Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова. № 1 (см. также ЭП).

Компания *Polymedia*. VI международная научно-практическая педагогическая конференция «Полимедийные технологии – инструмент педагога XXI века». № 10 (ЭП).

Корпорация *Intel*. Будущее науки рождается здесь. (По материалам пресс-релизов.) № 2 (см. также ЭП) // Пресс-релизы: № 4–7_8, 10–12.

Михайлов И.Е. m1i976@yandex.ru (г. Москва). Астрономия в литературе. № 10 (ЭП).

Новикова О.А. (МБОУ Щёколдинская ООШ, Зубцовский р-н, Тверская обл.). Уча других, мы учимся сами. № 3.

Сапанович В.А. vsapanovich@gmail.com (Майская СШ, Жлобинский р-н, Гомельская обл., Респ. Беларусь). Морской бой. № 9 (ЭП).

Старшов М.А. mastarshov@mail.ru (СГУ им. Н.Г. Чернышевского, МБОУ СОШ № 6, г. Саратов). Простой вопрос и... красивые ответы. № 2. // Смех сквозь слёзы... № 4.

Чупин В.Д. chwd@rambler.ru (МАОУ СОШ № 10, г. Чайковский, Пермский кр.). Пыхтящий двигатель прогресса на банкнотах мира: № 1 (см. также ЭП). // Космонавтика на банкнотах мира. № 4 (см. также ЭП). // Обсерватории на банкнотах мира. № 10.

Рефераты электронных публикаций



АЛЕКСЕЕВА Е.В. n-ever@ya.ru (ЧУ Первая школа, г. Москва) • **«Физика вокруг нас»** Продолжение преподавательского учебного курса, 5–6 кл. (второй год обучения), 34 еженедельных получасовых (20–25 мин) занятия во внеурочное время. Пояснительная записка и полный комплект учебного материала к последним темам блока 7 **«Электрические явления»**, изучаемым в декабре – мультимедийные презентации с видеофрагментами в сопровождении послайдового текста к каждой теме: **7.5. Электрический ток в газах** (Виды самостоятельных разрядов, примеры и применения); **7.6. Занимательная физика** (Интересные факты о электричестве); **7.7. Конкурсная игра**. Для тех, у кого медленный интернет, на Яндекс-диске выкладываются полные версии каждого занятия с возможностью скачать каждый файл отдельно. Адреса см. в файлах с пояснительной запиской и с послайдовыми текстами.

КОРПОРАЦИЯ INTEL. Пресс-релизы: • **IV Всероссийский чемпионат по компьютерному многоборью среди пенсионеров** • **Intel предложила создать в России ассоциацию в поддержку научно-технического образования STEM-центры (Science-Technology-Engineering-Mathematics)** • **Делегация Минкомсвязи впервые посетила центр исследований и разработок корпорации Intel в Нижнем Новгороде** • **Справка о проекте «Классный возраст» по развитию цифровой грамотности населения** • **Результаты очного этапа юбилейного V конкурса «Учёные будущего-2014»**. Всего в этом году было рассмотрено 130 работ, причём работы, отражающие тренды высокотехнологичной индустрии, были выделены в отдельную секцию «Носимые устройства». В рамках этой новой секции конкурсанты представили проекты, призванные сделать жизнь людей проще и удобнее. Среди них – жестовая перчатка, перчатка для сурдоперевода, шлем для слепых, мобильный персональный дозатор для лекарственных средств, устройство для распознавания номеров маршрутных транспортных средств. Победителями конкурса стали: • **Байгушев Данила** (г. Москва, лицей «Вторая школа», 11 кл.), секция «Программирование», проект «Разработка систе-

мы обратимой мультитрансляции, компиляции и исполнения высокоуровневых языков для проведения соревнований по программированию». Науч. рук. **И.Я. Дединский** • **Протоиерей Павел** (г. Черноголовка, Московская обл., школа № 82 им. Ф.И. Дубовицкого, 10 кл.), секция «Физика», проект «Формирование, свойства и применение сверхдлинных нанополучек». Науч. рук. **Н.В. Классен** • **Колесников Андрей, Максимова Дарья** (г. Новосибирск, лицей № 22 «Надежда Сибири», 11 кл.), секция «Химия и нанотехнологии», проект «Получение на основе противоопухолевого антимиетаболита и урокановой кислоты высокомолекулярного противоопухолевого и противовирусного препарата». Науч. рук. **Т.С. Годовикова** • **Ходус Инна** (г. Новороссийск, Морской технический лицей, 11 кл.), секция «Науки о Земле», проект «Сохранение видового разнообразия как условие устойчивости Суджукской лагуны». Науч. рук. **Д.В. Вехов** • **Кожухов Владислав** (г. Батайск, Ростовская обл., Областной центр технического творчества учащихся, 10 кл.), секция «Техника и инженерные науки», проект «Беспилотный летательный аппарат с возобновляемым источником энергии с возможностью разёма крыльев». Науч. рук. **О.В. Котова** • **Хивинцев Максим, Веловатый Даниил** (г. Новосибирск, гимн. № 1, 11 кл.), секция «Носимая электроника», проект «Инфосфера». Науч. рук. **К.А. Быков** • **Петренко Антонина** (г. Новосибирск, лицей № 22 «Надежда Сибири», 11 кл.), секция «Биология и науки о жизни», проект «Выявление и характеристика рифампицин-устойчивых изолятов *Mycobacterium tuberculosis* с помощью методов молекулярной биологии». Науч. рук. **Ж.А. Кошелева** • **Крутовский Роман** (г. Москва, гимназия № 1514, 11 кл.), секция «Математика», проект «Некоторые проективные конструкции». Науч. рук. **Ф.А. Ивлев**.

ПИГАЛИЦЫН Л.В., Народный учитель России levpr@rambler.ru (ПоЦАКО, г. Нижний Новгород). • **Новости науки и техники:** Ионы заморозят для повышения производительности компьютеров. Получение водородного топлива при помощи обычных батареек. Впервые измерена энергия Солнца в момент её генерации. В горах Карачаево-Черкесии изучат тёмную материю. Фотосинтез впервые воспроизведён в лаборатории. Итальянец путешествует на дрейфующем айсберге. Роскосмос начинает орбитальную уборку. Ветровая турбина распечатана на 3D-принтере • **МикроЭВМ Ардуино в школьном физическом эксперименте: 8. Измерение относительной влажности воздуха (продолжение, см. № 10–12/2013; 2, 7_8, 10, 11/2014).**

РАДЧЕНКО Т.И. fizika-tehnika@rambler.ru (МОУ СОШ № 26, г. Владикавказ, Республика Северная Осетия-Алания). **Стенгазета Физика для школьника:** • **№ 11 (Законы сохранения, 9 кл.)** • **Дождь.** Заставка для внеклассного мероприятия (8 кл.) • **Миниплакаты и плакат «Количество вещества»** (10 кл.)





ДИСТАНЦИОННЫЕ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

(с учетом требований ФГОС)

До 15 января производится прием заявок на второй поток 2014/15 учебного года

образовательные программы:

- НОРМАТИВНЫЙ СРОК ОСВОЕНИЯ – **108** УЧЕБНЫХ ЧАСОВ

Стоимость – 3990 руб.

- НОРМАТИВНЫЙ СРОК ОСВОЕНИЯ – **72** УЧЕБНЫХ ЧАСА

Стоимость – 3390 руб.

По окончании выдается удостоверение о повышении квалификации
установленного образца

Перечень курсов и подробности – на сайте edu.1september.ru

Пожалуйста, обратите внимание:

заявки на обучение подаются только из Личного кабинета,
который можно открыть на любом сайте портала www.1september.ru



Общероссийский проект **Школа цифрового века**

Издательский дом «ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ» • Издательство «ПРОСВЕЩЕНИЕ»

Каждый педагогический работник образовательной организации, вошедшей в проект «Школа цифрового века», получает доступ ко всем материалам проекта по принципу «все включено» (без дополнительной платы)

МАТЕРИАЛЫ ПРОЕКТА

- **23 предметно-методических журнала** по всем предметам и направлениям школьной жизни плюс журнал для родителей
- **Модульные дистанционные курсы*** из циклов «Навыки профессиональной и личной эффективности педагога» и «Инклюзивный подход в образовании»
- **Дистанционные 36-часовые курсы**** повышения квалификации с выдачей удостоверения установленного образца
- **Методические брошюры** по всем школьным предметам

Стоимость участия образовательной организации в проекте – **6 тысяч рублей за весь учебный год**. Стоимость участия не зависит от количества педагогических работников в образовательной организации

Участие образовательной организации и педагогических работников в проекте удостоверяется соответствующими документами. Для дошкольных организаций предусмотрен свой набор удостоверяющих документов

Срок действия проекта в 2014/15 учебном году: с 1 августа 2014 года по 30 июня 2015 года

Подробности и прием заявок
от образовательных организаций
на сайте

digital.1september.ru

* В течение указанного срока предоставляются без ограничения количества курсов.

** Предоставляется по одному курсу для одного педагогического работника в течение одного учебного года (выбор конкретного курса — на усмотрение педагога).