

ФИЗИКА №3

ISSN 2077-0049

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ГАЗЕТА ДЛЯ УЧИТЕЛЕЙ ФИЗИКИ, АСТРОНОМИИ И ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

1-15 февраля 2011

основана в 1992 г.

fiz.1september.ru



3 февраля
по лунному
китайскому
календарю
наступает
Новый Год –
28-й год 74-го цикла,
Цзинь Синь Ху –
год Зайца и металла.
Этот праздник
ещё называется
Ньянь, или
праздник Весны –
Чунь цзе

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 и продвижение:

Марк Сартан

Мультимедиа, конференции

и техническое обеспечение:

Павел Кузнецов

Производство:

Станислав Савельев

Административно-хозяйственное

обеспечение: Андрей Ушков

Дизайн:

Иван Лукьянов, Андрей Балдин

Педагогический университет:

Валерия Арсланьян

(Ректор)

ГАЗЕТЫ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА:

Первое сентября – Е.Бирюкова,

Английский язык – А.Громушкина,

Библиотека в школе – О.Громова,

Биология – Н.Иванова,

География – О.Коротова,

Дошкольное

образование – М.Аромштам,

Здоровье детей – Н.Сёмина,

Информатика – С.Островский,

Искусство – М.Сартан,

История – А.Савельев,

Классное руководство

и воспитание школьников – О.Леонтьева,

Литература – С.Волков,

Математика – Л.Рослова,

Начальная школа – М.Соловейчик,

Немецкий язык – М.Бузоева,

Русский язык – Л.Гончар,

Спорт в школе – О.Леонтьева,

Управление школой – Я.Сартан,

Физика – Н.Козлова,

Французский язык – Г.Чесновицкая,

Химия – О.Блохина,

Школьный психолог – И.Вачков

УЧРЕДИТЕЛЬ: ООО «ЧИСТЫЕ ПРУДЫ»

Зарегистрировано ПИ № 77-7241 от 12.04.01

в Министерстве РФ по делам печати

Подписано в печать: по графику 13.01.11,

фактически 13.01.11 Заказ №

Отпечатано в ОАО «Чеховский

полиграфический комбинат»

ул. Полиграфистов, д. 1,

Московская область,

г. Чехов, 142300

АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ:

ул. Киевская, д. 24, Москва, 121165

Тел./факс: (499) 249-3138

Отдел рекламы: (499) 249-9870

Сайт: 1september.ru

ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ПОДПИСКА:

Телефон: (499) 249-4758

E-mail: podpiska@1september.ru

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



Содержание

УЧЕБНЫЕ ЗАНЯТИЯ

3–9 А.И. Сёмке
Магниты. 9 класс

КОНКУРС «Я ИДУ НА УРОК»

10–13 Л.А. Мордовцева
Условия плавания тел.
7 класс

14–15 Е.Б. Сазанова
Работа и мощность тока.
8 класс

ЭКСПЕРИМЕНТ

15 А.Е. Сорокин
Отливной стакан – из
пластиковой бутылки.
8 класс

16–17 В.В. Ефимов
Плоский аналог магдебургских
полушарий. 7 класс

18–19 С.В. Таныгин
Физический практикум
Самоделкина. 7–10 классы

МЕТОДИЧЕСКИЕ СТРАНИЦЫ

20–21 М.А. Бражников
Об экспериментальных
учебных исследованиях.
7–10 классы

АСТРОНОМИЯ

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

НА ПЕРЕДНЕМ КРАЕ

24, 25 Л.В. Пигалицын
Новости науки и техники
38–43 Проф. И.А. Степанюк
Жизнь в Солнечной системе

ПОРТФОЛИО

28–29 Константин Лабин
Приближённое определение
географических координат
местности. 10 класс
Руководитель В.И. Есин

АБИТУРИЕНТУ

30–32 В.М. Буханов и др.
Хочу учиться в МГУ!

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

32–37 М.Ю. Демидова и др.
Тренировочный вариант ЕГЭ
по физике. 2011 г.

МАТЕРИАЛ К УРОКУ

44–45 Как это устроено?
Водонапорные башни
46 В.Б. Булюбаш
Почему же, почему?..

ЮБИЛЕИ НАШИХ АВТОРОВ

47 Поздравляем В.Л. Булынина

НЕКРОЛОГ

37 Памяти О.Ф. Кабардина

На обложке: поздравительная китайская новогодняя открытка. Четыре размещённых по вертикали иероглифа 玉兔跃年 (второй изображён в виде самого кролика) – ю тю юе ньянь – пожелание: следующий год будет огромным скачком кролика.

ФИЗИКА



Научно-методическая газета
для учителей физики,
астрономии и естествознания

Основана в 1992 г.

Выходит два раза в месяц

Газета распространяется по подписке

Цена свободная Тираж 4000 экз.

Тел. редакции: (499) 249-2883

E-mail: fiz@1september.ru

Internet: fiz.1september.ru

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

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ:

Роспечать:

инд. -32032; орг. -32596

Почта России:

инд. -79147; орг. -79603

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

РЕДАКЦИЯ:

Главный редактор:

Нана
Дмитриевна
Козлова

Консультанты:

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

Дизайн макета,

обложка:

И.Е. Лукьянов

Корректурa и набор:

И.С. Чугреева

Вёрстка:

Д.В. Кардановская

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

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

Магниты

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: урок экспериментальных исследований, тема «Магниты», 9 класс

Урок экспериментальных исследований, 9-й класс

А.И. СЁМКЕ
seaniv2006@km.ru,
МОУ СОШ № 11, г. Ейск,
Краснодарский кр.

Цели урока: ● образовательная – знакомство с физическими свойствами магнитов; продолжение формирования навыков анализа источников информации, проведения эксперимента, работы в группе; закрепление знаний по теме «Магниты», закрепление умений составлять задачи и решать их ● воспитательная – воспитание любви к природе, чувства товарищеской взаимовыручки, этики групповой работы ● развивающая – развитие самостоятельности мышления, грамотной устной речи, навыков практической работы, умений классифицировать и обобщать, составлять схемы, формулировать выводы по изученному материалу.

Оборудование: схемы, фотографии, видеофильмы или презентация «Магниты», телевизор или мультимедийный проектор, компьютер.

Оформление: на доске тема урока, дата; схемы, фотографии. В кабинете парты расставлены для работы в группах (по 3–4 человека).

Ход урока

I. Подготовительный этап (1–2 минуты)

Объяснение ученикам целей и задач урока. Формирование групп по желанию, раздача рабочего материала. Каждая группа имеет компьютер с выходом в Интернет, другие источники информации (библиотечные ресурсы, электронные учебники, учебные диски). В течение отведённого времени группа готовит тексты мини-рассказов (докладов), познавательную информацию иллюстрируя её слайдами, схемами, картинками.

Физический словарь

Соленоид – от греческих слов σωλήνας – трубка и εἶδος – вид.

Дроссель – от немецкого слова *drossel* – катушка, клапан.

Магнит – «магнитный камень, железняк, руда, со свойством притягивать железо и, обращаясь на перевесе указывать на север и на юг, а также передавать свойство это железу». В. Даль. Толковый словарь живого великорусского языка, тт. 1–4. – М., 1978.

См. с. 119 сайта «Страничка Сёмке Андрея Ивановича, учителя физики и астрономии, СОШ № 11 г. Ейска, п. Краснофлотский <http://seaniv2006.narod.ru/> – Ред.

II. Активизация мыслительной деятельности (5 минут)

Учитель. Их используют в медицине, в технике и во многих других областях человеческой деятельности. Они есть в электроприборах. У них два полюса – южный и северный. Они могут притягивать железки, а могут и отталкивать, хотя у них нет рук. Они известны с древности. О чём идёт речь? Конечно, о магните. Давайте порешаем устно задачи.

Игра «Верю – не верю»: школьники самостоятельно заполняют свои бланки, после чего меняются ими и все вместе обсуждают утверждения. За каждый верный ответ ученик получает 1 балл (*вопросы можно показать на экране*).

Утверждение	Верю	Не верю	Баллы	Подсказка для учителя
Магнит притягивает железо, кобальт, никель				+
Можно сделать магнит, у которого был бы только северный полюс				–
Если разломать магнит, то каждый осколок будет магнитом				+
Северный полюс магнита притягивает южный полюс магнита				+
Можно намагнитить медную пластину				–
Намотанная на гвоздь медная проволока будет электромагнитом, если подключить концы проволоки к источнику тока				+
Если железный сердечник электромагнита заменить на медный, то магнитное поле усилится				–
Силу тока в электромагните увеличили, при этом магнитное поле уменьшилось				–
Одноимённые полюса магнита отталкиваются				+
Магнитное поле постоянного магнита направлено от южного полюса к северному				–

Фронтальная работа: перевод единиц в СИ. В течение 3 минут школьники заполняют карточку, затем в течение минуты обсуждают результаты.

200 мА =	200 кН =	3 ч =
340 мкА =	350 МДж =	245 кВт =
45 кКл =	35 мин =	54 км/ч =

III. Экспериментальные задачи (20 минут, работа в группах)

1-я группа. Опыт 1

Оборудование и материалы: магнит, различные тела (водопроводные краны, карандаши, сковородки, алюминиевая ложка, пластиковая упаковка, консервные банки, дверные ручки, портфель, учебник или тетрадь и так далее).

Ход работы

1. Проверьте действие магнита на предметы.
2. Результаты запишите в тетрадь.



Горбунов Матвей

Название предмета	Результаты опыта

2-я группа. Опыт 2

Оборудование и материалы: стержневой магнит, железные опилки, бумага.

Ход работы

1. Положите поровнее на магнит листок бумаги.
2. Осторожно рассыпьте на листе немного опилок и легко постучите по нему.
3. Зарисуйте образовавшуюся картинку в таблицу.

Название магнита	Линии магнитной индукции

3-я группа. Опыт 3

Оборудование и материалы: подковообразный магнит, железные опилки, бумага.

Ход работы

1. Положите поровнее на магнит листок бумаги.
2. Осторожно рассыпьте на листе немного опилок и легко постучите по нему.
3. Зарисуйте образовавшуюся картинку в таблицу.



http://www.cshc.ru/_mod_files/ce_images/fizika_astronom_elekto/26.gif

Название магнита	Линии магнитной индукции

4-я группа. Опыт 4

Оборудование и материалы: кольцеобразный магнит, железные опилки, бумага.

Ход работы

1. Положите поровнее на магнит листок бумаги.
2. Осторожно рассыпьте на листе немного опилок и легко постучите по нему.
3. Зарисуйте образовавшуюся картинку в таблицу.

Название магнита	Линии магнитной индукции

5-я группа. Опыт 5

Оборудование и материалы: два стержневых магнита, железные опилки, бумага.

Ход работы

1. Положите магниты одноимёнными полюсами друг к другу.
1. Положите на магниты поровнее листок бумаги.
2. Осторожно рассыпьте на листе немного опилок и легко постучите по нему.
3. Зарисуйте образовавшуюся картинку в таблицу.



Хвостова Александра и Деулина Кристина

Название магнита	Линии магнитной индукции

6-я группа. Опыт 6

Оборудование и материалы: два стержневых магнита, железные опилки, бумага.

Ход работы

1. Положите магниты разноимёнными полюсами друг к другу.



1. Положите на магниты поровнее листок бумаги.
2. Осторожно рассыпьте на листе немного опилок и легко постучите по нему.
3. Зарисуйте образовавшуюся картинку в таблицу.

Название магнита	Линии магнитной индукции

(Обсуждение опытов с демонстрацией результатов.)

1-я и 2-я группы. Опыт 7 (группы работают отдельно, после проведения опыта, сравнивают результаты)

Оборудование и материалы: стержневой магнит, компас, железный гвоздь.

Ход работы

1. Поднесите магнит к компасу на расстояние нескольких сантиметров. Перемещая магнит, следите за стрелкой компаса. Что происходит со стрелкой?
2. Поднесите железный гвоздь к компасу на расстояние нескольких сантиметров. Перемещая гвоздь, следите за стрелкой компаса. Что происходит со стрелкой?
3. Проведите несколько раз одним из концов магнита по гвоздю, двигая его всегда в одном направлении. После этого повторите п. 2. Как ведёт себя стрелка компаса? Объясните явление.
4. Проверьте, проявятся ли магнитные свойства гвоздя, если проводить по нему магнитом хаотично.

3-я и 4-я группы. Опыт 8 (группы работают отдельно, после проведения опыта, сравнивают результаты)

Оборудование и материалы: стержневой магнит, компас, пластиковая бутылка с железными опилками.

Ход работы

1. Поднесите магнит к компасу на расстояние нескольких сантиметров. Перемещая магнит, следите за стрелкой компаса. Что происходит со стрелкой?
2. Поднесите бутылку с железными опилками к компасу на расстояние нескольких сантиметров. Перемещая бутылку, следите за стрелкой компаса. Что происходит со стрелкой?
3. Проведите несколько раз одним из концов магнита по бутылке, двигая всегда в одном направлении. После этого повторите п. 2. Как ведёт себя стрелка компаса? Объясните явление.
4. Встряхните бутылку. Проверьте магнитные свойства опилок компасом. Что происходит? Объясните увиденное.

5-я и 6-я группы. Опыт 9 (группы работают отдельно, после проведения опыта, сравнивают результаты)

Оборудование и материалы: стержневой магнит, две швейные булавки или маленькие гвоздики (40 мм), пенопласт, нить длиной 30 см.

Ход работы

1. Проведите несколько раз одним из концов магнита по швейной булавке или гвоздику. Таким же образом намагнитьте вторую булавку или гвоздик.
2. Одну булавку воткните в пенопласт, осторожно обмотайте пенопласт ниткой и прикрепите нитку к краю стола.

3. Поднесите вторую булавку к первой. Что происходит? Поднесите вторую булавку к первой другим концом. Что происходит? Объясните.

(Обсуждение опытов всем классом с демонстрацией результатов.)

IV. Познавательные странички

(Примерно минуту школьники зачитывают интересную информацию, которую они по заданию учителя заблаговременно подготовили.)

● **Историческая справка.** Компас появился в Европе не раньше XII в., до этого мореплаватели ориентировались в море главным образом по Солнцу и звёздам. В полном смысле слова путеводной была полярная звезда, всегда показывающая направление на север. Помогали и местные признаки: течения, преобладающие ветры, цвет воды.

В многовековой истории мореплавания магнитный компас был и остаётся самым значительным изобретением. Большинство историков считают, что компас в виде плавающей в воде магнитной стрелки придумали в Китае, а в конце XII – начале XIII в. арабские мореплаватели завезли его в Европу. Соединив магнитную стрелку с диском, итальянец Флавиус Джой в 1302 г. сконструировал компактную картушку – впоследствии обязательный элемент всех компасов. (URL: <http://alfaland.ioso.ru/pages/projects/grant/tecnicos.htm>)

● **Электромагниты в технике.** В 1934 г. немецкий инженер Кемпер предложил создание магнитной подвески. Работа подвески Кемпера основана на том, что одноимённые полюса магнитов отталкиваются. Самый простой вариант – выложить как путь, так и днище поезда постоянными магнитами с соответствующей ориентацией полюсов, а тягу будет создавать линейный электродвигатель. Такой двигатель имеет ротор и статор в виде полос. Обмотки статора включаются поочередно, создавая бегущее магнитное поле. Статор, укрепленный на локомотиве, втягивается в это поле и движет весь состав.

Однако магистраль с постоянными магнитами – дорогое удовольствие, да и подъёмная сила их невелика. Другой вариант – использовать и на транспортном средстве, и на рельсах электромагниты.

Работы по созданию магнитопланов ведутся уже не одно десятилетие в Германии, США, Японии, России. (URL: www.rust.su/select.php?idf=2603)

Максимальная магнитная проницаемость μ_{max} ферромагнетиков

Кобальт	175
Никель	1120
Перминвар (23Co-43Ni, ост. Fe)	115 000
Пермалой-45 (45Ni-55Fe)	25 000
Пермалой-68 (68Ni-32Fe)	250 000
Сталь вольфрамовая (1С-5W, ост. Fe).....	600
Сталь трансформаторная	8000
Чугун	600-800

● **Интересный факт.** Придворный врач королевы Елизаветы Уильям Гилберт (XVI в.), увлекавшийся магнетизмом, изготовил шарообразный магнит, исследовал его с помощью маленькой магнитной стрелки и пришёл к выводу, что земной шар – огром-

ный космический магнит (его книга с описанием опытов вышла в 1600 г.). Современные геофизики знают, каким было магнитное поле Земли тысячи и даже миллионы лет назад – у горных пород, что содержат железо, оказалась отличная магнитная память! Допустим, вылилась когда-то во время извержения вулкана лава, и пока остывала, намагнитилась в магнитном поле Земли. Потом поле изменилось, но затвердевшая лава сохранила намагничённость. Измеряя её, геофизики обнаружили, что магнитные полюсы Земли много раз менялись местами! Скажем, за последние миллион лет это случалось семь раз. (URL: (<http://historyphysics.narod.ru/p8.htm>))

● **Магнит для тренировки спортсменов.** Неожиданное применение нашёл магнит при тренировках тяжелоатлетов. Электромагнит, используемый в подъёмных кранах, подвешивается на некоторой высоте над полом, немного выше человеческого роста, а атлет, держа в руках железный «утюг», стремится побороть магнитное притяжение электромагнитного аппарата. В зависимости от тока, который регулируется тренером, притяжение бывает различно и может достигать такой силы, что атлет, не желающий выпустить утюг из рук, рискует повиснуть на магните, если товарищи соединёнными усилиями не помогут ему удержаться на месте. (По Я.И. Перельману «Занимательная физика», М., 1976.)

● **Магнит в земледелии.** Сорняки обладают ворсистыми семенами, цепляющимися за шерсть проходящих мимо животных, и благодаря этому распространяются далеко от материнского растения. Этой особенностью сорняков воспользовался человек, для того чтобы отделять с помощью магнита шероховатые семена сорняков от гладких семян таких полезных растений, как лён, клевер, люцерна. Если засорённые семена культурных растений обсыпать железным порошком, то крупинки железа плотно облепят семена сорняков, но не пристанут к гладким семенам полезных растений. Попадая затем в поле действия достаточно сильного электромагнита, смесь семян автоматически разделяется на чистые семена и на сорную примесь: магнит вылавливает из смеси все те семена, которые облеплены железными опилками. (По Я.И. Перельману «Занимательная физика», М., 1976.)

V. Экспериментальные задачи (около 10 минут)

Все группы работают самостоятельно и одновременно выполняют опыт 10 «Сборка и испытание электромагнита».

Приборы и материалы: источник тока, соединительные провода, катушка и сердечники к ней (железный, никелевый, ферритовый), компас, металлические опилки или мелкие гвозди.

Задание. Исследуйте работу электромагнита с различными сердечниками и без них. Свои наблюдения зафиксируйте в таблице.

Название сердечника	Действие электромагнита

1-я и 2-я группы. Опыт 11 (группы работают отдельно, после проведения опыта сравнивают результаты) **Создаём компас.**

Приборы и материалы: швейная игла, магнит, чашка, наполовину наполненная водой, подставка из пенопласта.

Задание. Несколько раз проведите магнитом вдоль иголки – всегда в одном направлении. Поместите намагниченную иголку на плавающую пенопластовую подставку. Что произошло с иголкой и подставкой? Поднесите магнит к краю чашки. Проведите магнитом вокруг чашки. Что происходит с иголкой?

3-я и 4-я группы. Опыт 12 (группы работают отдельно, после проведения опыта сравнивают результаты) **Магнитная подушка**

Приборы и материалы: 2–3 кольцеобразных магнита, карандаш.

Задание. Наденьте магнит на карандаш, а потом – ещё один магнит сверху. Если магниты притягиваются, переверните верхний магнит и снова наденьте. Теперь магниты отталкиваются. Верхний магнит парит в воздухе. Наденьте ещё один магнит, проследите, чтобы каждый магнит отталкивался от предыдущего.

5-я и 6-я группы. Опыт 13 (группы работают отдельно, после проведения опыта сравнивают результаты) **Очищение зерна**

Приборы и материалы: пшеничная крупа, железные опилки, магнит.

Задание. Смешайте пшеничную крупу и железные опилки. Придумайте способ очищения крупы от железных опилок.

Опыты для способных (по С.М. Новикову «Опыты по физике с простым оборудованием» URL: umc.istra.edu.ru/DswMedia/fakul-tetestestvenno.htm)

● Демонстрационный опыт: геркон

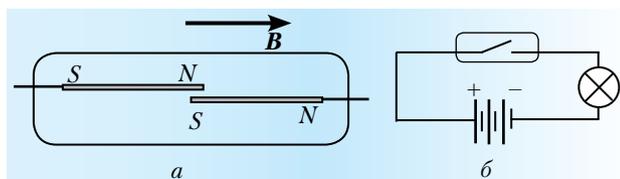
Слово «геркон» – аббревиатура от двух слов: ГЕРметизированный КОНтакт. Прибор представляет собой переключатель с пружинными контактами из ферромагнитного материала (пермаллоевой проволоки), помещёнными в герметизированный стеклянный баллон, наполненный инертным газом. Контакты срабатывают под действием магнитного поля постоянного или электромагнита, находящихся снаружи. Контактные поверхности покрыты тонким слоем золота или родия и обеспечивают надёжное электрическое соединение при соприкосновении.

Достоинством герконов является их малогабаритность, простота устройства, высокая надёжность, дешёвизна. Благодаря этому геркон широко используется в приборах вычислительной техники и различных реле, применяемых в устройствах сигнализации и управления, телефонных и телеграфных аппаратах.

Контакты геркона срабатывают только при такой его ориентации в магнитном поле, когда он расположен вдоль линий магнитной индукции.

Конец электрода, в который входят линии магнитной индукции, становится южным полюсом, а из которого выходят – северным (рис. а). Следовательно, концы пермаллоевых проволок, обращённые друг к другу, намагничиваются разноимённо и притягиваются. Однако возникающие в них силы упругости не

дают им сблизиться. При определённой величине индукции магнитного поля силы притяжения преодолевают силы упругости, и контакты электродов соединяются, замыкая электрическую цепь, в которую включён геркон (рис. б).



Геркон можно использовать при изучении магнитной индукции (картины силовых линий магнитного поля) постоянного магнита (электромагнита), прямолинейного или кольцевого токов, магнитного поля соленооида и тому подобное. К геркону подпаивают два длинных провода и собирают простейшую электрическую цепь, состоящую из батареи для карманного фонарика, геркона и миниатюрной лампы накаливания (см. рис. б). Геркон приближают, например, к полюсовому постоянному магниту и меняют его ориентацию в пространстве. Отмечают, что лампа загорается только при определённом положении геркона относительно магнита: когда геркон ориентирован вдоль магнита. С помощью геркона можно показать опыты по распределению магнитного поля в различных средах, по сложению магнитных полей, магнитным свойствам веществ, силовому действию магнитного поля и так далее.

Можно показать опыт-шутку. Поместите геркон, лампу и две батареи в виде таблеток (типа Д-0,25) в небольшую коробочку с прозрачной крышкой (для часов или запонки). Сообщите учащимся, что у вас в руках прибор, позволяющий установить, является ли человек экстрасенсом. Для этого-де надо поднести прибор к груди в области сердца – если человек настоящий экстрасенс, то лампа загорится. Далее поднесите прибор к нагрудному карману пиджака, в который заранее положите кольцевой магнит, – лампа загорится. Дети, естественно, захотят проверить и себя – но у них лампа вряд ли загорится.

● **Демонстрационный опыт: магнитные свойства спичечной головки (селитры)**

Спичку подвесьте на тонкой нити длиной 50–60 см. Поднесите к головке сильный магнит – она почти не притягивается. Сожгите серную головку спички и вновь поднесите магнит. Теперь с расстояния 1,5–2 см головка спички притягивается. Если магнит отводить в сторону, то вместе с ним перемещается и спичка.

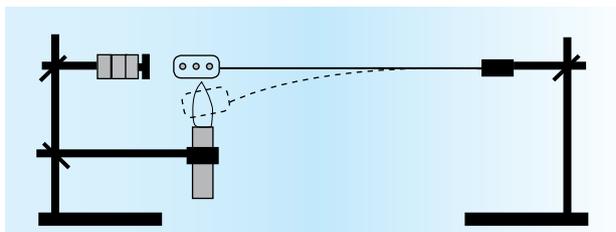
● **Демонстрационные опыты: точка Кюри**

В а р и а н т 1. Разрушение в ферромагнетиках областей спонтанной намагниченности при температуре Кюри лучше всего демонстрировать на никелевом образце, так как точка Кюри у никеля примерно в два раза меньше, чем у железа (631 К против 1041 К). Полоску никеля можно вырезать из анода вышедшей из строя электронной лампы.

На тонкой неферромагнитной нити (например, на тонкой медной проволоке) подвесьте никеле-

вую полоску. Вблизи неё расположите прямой магнит. Полоска намагнитится и притянется к полюсу магнита. Затем поднесите зажжённую спичку или спиртовку так, чтобы полоска оказалась в наиболее горячей части пламени. Так как размеры полоски малы, пламя быстро нагреет её до точки Кюри. Полоска потеряет ферромагнитные свойства и отпадёт от полюса магнита.

В а р и а н т 2. Наденьте 4–5 керамических кольцевых магнитов на стеклянную палочку (для опытов по электризации), закрепив её в муфте штатива. На таком же уровне в муфте другого штатива закрепите лапку, а в неё зажмите нить с узелком (чтобы не выскальзывала), к которой привяжите лезвие от безопасной бритвы. Подберите максимально возможное расстояние между магнитами и лезвием, при котором лезвие ещё будет удерживаться горизонтально напротив магнитов. Если нагреть лезвие (в пламени свечи, спички), то оно плавно упадёт вниз. Опыт проходит быстро, его можно демонстрировать несколько раз подряд – лезвие быстро охлаждается и его магнитные свойства восстанавливаются.



● **Демонстрационный опыт: магнитный экран**

Соберите установку, как в предыдущем опыте. В промежуток между магнитами и лезвием на нити внесите, например, мембрану от головного телефона, которую придерживайте плоскогубцами (чтобы металлическая мембрана не притянулась к магнитам, прикройте магнит пальцами). Лезвие упадёт вниз. Этого не происходит, если вносить стеклянные, пластмассовые, алюминиевые пластинки.

(Обсуждение результатов опытов.)

VI. Проверка знаний и умений

(около 5 минут, групповая работа)

1-я группа

1. Дайте мне убежать, я вам дам кусочек... барлачи, сеньор, это магнитная руда, при помощи которой, по словам цыган, можно выделять всякие колдовства, если уметь ею пользоваться. Натрите щепотку и дайте выпить женщине в стакане белого вина, она не сможет устоять ... (П. Мериме. Кармен.)

? Что может произойти с человеком, если ему в стакан поместить кусочки магнита? Какими свойствами обладает магнит? Назовите самые большие магниты, которые вы знаете.

2. Когда с тобою этот друг, // Ты можешь без дорог // Шагать на север и на юг, // На запад и восток. (Ответ. Компас.)

? А будет ли компас действовать на Венере? (Ответ. Нет, у Венеры нет магнитного поля.)

2-я группа

1. И в тайге, и в океане // Он отыщет путь любой. // Умещается в кармане // И ведёт нас за собой. (Ответ. Компас.)

? А в каких точках на Земле компас бесполезен?

(Ответ. На Южном и Северном магнитных полюсах, в местах магнитных аномалий.)

2. Так вот: я думаю поймать подводную лодку Таямы, как игрушечную рыбку, при помощи магнита. Но так как «рыбка» велика, то и магнит должен быть особенный. Я опояшу металлическим кольцом наш подводный дом и при помощи тока большой мощности превращу это кольцо в электромагнит гигантской силы... (А. Беляев. Подводные земледельцы.)

? Можно ли увеличить силу действия этого магнита?

3-я группа

1. Предание рассказывает так. Много веков назад это было. В поисках овцы пастух зашёл в незнакомые места, в горы. Кругом лежали чёрные камни. Он с изумлением заметил, что его палку с железным наконечником камни притягивают к себе, словно её хватает и держит какая-то невидимая рука. Поражённый чудесной силой камней, пастух принёс их в ближайший город – Магнесу. Здесь каждый мог убедиться в том, что рассказ пастуха не выдумка – удивительные камни притягивали к себе железные вещи! Более того, стоило потереть таким камнем лезвие ножа, и тот сам начинал притягивать железные предметы: гвозди, наконечники стрел. Будто из камня, принесённого с гор, в них перетекала какая-то сила, разумеется, таинственная.

? О каком камне идёт речь в предании? Объясните описанное явление.

2. Основатель ислама пророк Мухаммед был захоронен в железном гробу. Легенда утверждает, что он висит в воздухе, ибо земля недостойна держать на себе столь святого человека, каким был посланник аллаха, принесший арабам новую религию. На поклонение этому чуду в арабийский город Медину до наших дней стекаются паломники-мусульмане из разных стран.

? Как устроен этот трюк? Объясните это явление.

4-я группа

1. В XIX в. прославился иллюзионист Антон Гамулецкий. В 1827 г. он создал «Храм очарований, или Механический, физический и оптический кабинет», в котором демонстрировались различные трюки. Гамулецкий был талантливым конструктором автоматов. Посетители с восторгом и изумлением наблюдали петуха, который «совсем, как живой» хлопал крыльями и кричал кукареку, механическую лающую собаку, говорящую на нескольких языках голову человека. Но самым удивительным созданием была фигура ангела, который парил в воздухе на верхней площадке лестницы при входе в «храм». Хозяин предлагал каждому посетителю убедиться в отсутствии обмана. Ангел действительно висел между полом и потолком безо всякой видимой поддержки.

? Как устроен этот трюк? Объясните это явление.

2. По необозримым просторам пустыни идёт караван. В жёлтой мгле утонул горизонт. Кругом, куда ни глянь, – безжизненные пески. Путь каравана далёк и труден. Но люди уверенно продвигаются к своей цели. Их ведёт небольшая полоска намагниченного железа, плавающая на пробке в воде, в глиняном

сосуде, который надёжно установлен в деревянной клетке между горбами белого верблюда, шагающего впереди. Стороны сосуда-путеводителя раскрашены в разные цвета. Время от времени человек, сидящий впереди, бросает взор на полоску железа: она чуть вздрагивает в такт шагам животного, но неизменно показывает одним концом на красный край кувшина, другим – на чёрный.

? Как называется описанный выше прибор?

5-я группа

1. Когда лава остывает, то сплавы и соединения железа приобретают свойство намагничиваться, и тогда магнитное поле Земли накладывает на изверженные породы свою чёткую печать: намагниченные частицы вещества располагаются уже не хаотично, а вдоль силовых линий поля. Определяя направление намагниченности у образцов, взятых на месте древнего извержения, нетрудно вычислить, где находилось тогда магнитные полюсы Земли и когда произошло извержение.

? Расскажите о строении магнитов. Объясните свойства магнитов: наличие полюсов, намагничивание и размагничивание. Почему любой обломок магнита имеет два полюса?

2. Даже небольшой обломок древней амфоры, найденный при раскопках, может рассказать многое. При этом, однако, нужно твёрдо знать, в каком положении по отношению к сторонам света находилась амфора при её обжиге. Вот, например, какая удача ожидала палеомагнитологов на развалинах древнего Карфагена. Римские легионы завоевали и разрушили этот город в 146 году до н. э. При раскопках учёные обнаружили гончарные мастерские, в печах лежали ещё не вынутые глиняные горшки, они обжигались в тот самый день, который стал для Карфагена последним [11].

? Объясните, как археологи определили дату разрушения Карфагена по магнитным свойствам амфор?

6-я группа

1. Как горбуша ориентируется в океане? (Ответ. Считается, что горбуша определяет направление своего движения по магнитному полю Земли.)

2. В 1963 г. геофизики Фред Вайн и Драммонд Мэттьюс, изучая магнитное поле морского дна, обнаружили, что с удалением от Срединно-Атлантического хребта по обе его стороны выделялись полосы с прямой и обратной намагниченностью пород. Объясните феномен. (Ответ. Чем дальше от хребта, тем старше донные породы. Они образуются при застывании изливающейся из него магмы; при этом частицы железа ориентируются, как стрелки компаса, вдоль магнитного поля Земли. Следовательно, на протяжении земной истории полярность неоднократно менялась.)

Задачи для способных

• Из древней Греции дошли легенды о горе, притягивающей железные предметы, да настолько мощно, что вражеские корабли не могли близко подойти к ней – она выдёргивала гвозди из досок и корабли рассыпались в море.

Правоверные мусульмане убеждены в том, что гроб с останками пророка Магомеда покоится в воздухе, безо всякой опоры между полом и потолком.

3000 лет назад в древнем Китае обнаружили свойство стрелок, изготовленных из особого вещества, устанавливаться в определённом направлении: с севера на юг. Стали их применять на колесницах и других средствах передвижения, как «югоуказатель», по китайски – «чи нан». (Шевцова Е.А. Магнитное поле постоянных магнитов. Магнитное поле Земли.)

? А как называли древние учёные этот предмет?

(Ответ. Описанный камень – это естественный магнит, он содержит 72% железа, это минерал магнитный железняк или магнетит.)

● Что называют магнитным склонением и магнитным наклонением Земли?

(Ответ. Магнитное склонение – угол между географическим и магнитным меридианами в точке земной поверхности. Перед дальними походами туристы обязательно узнают магнитное склонение для местности, куда они отправляются. Магнитное наклонение – угол, на который отклоняется магнитная стрелка под действием магнитного поля Земли в горизонтальной плоскости, особенно заметно в местности, близкой к магнитным полюсам Земли. Для устранения этой помехи применяют утяжелённые стрелки.)

● Какова скорость перемещения северного магнитного полюса Земли?

(Ответ. Геофизики последние 100 лет наблюдают уменьшение напряжённости магнитного поля Земли и предполагают через 1500 лет смену магнитных полюсов. Сейчас около северного географического полюса находится южный магнитный полюс, его координаты $(78,6 + 0,04^\circ \cdot T)$ с. ш.; $(70,1 + 0,07^\circ \cdot T)$ з. д., где T – число десятилетий от 1970. Координаты северного магнитного полюса (в Антарктиде): 75° ю. ш., $120,4^\circ$ в. д. Смещение магнитных полюсов регистрируется с 1885 г. За последние 100 лет магнитный полюс в южном полушарии переместился почти на 900 км и вышел в Индийский океан. Новейшие данные по состоянию арктического магнитного полюса (движущегося по направлению к Восточно-Сибирской мировой магнитной аномалии через Ледовитый океан) показали, что с 1973 по 1984 гг. его пробег составил 120 км, с 1984 по 1994 г. – более 150 км. Характерно, что эти данные расчётные, но они подтвердились конкретными замерами местоположения северного магнитного полюса. По данным на начало 2002 г. скорость дрейфа северного магнитного полюса увеличилась с 10 км/год в 1970-х гг. до 40 км/год в 2001 г.

Причина существования магнитного поля Земли до конца не установлена. Одна из гипотез говорит о том, что, так как ядро Земли сжато давлением $(3,5 \dots 5)10^6$ атм и является жидким, в нём могут циркулировать круговые токи – источники магнитного поля. Другая гипотеза возникла в 1958 г., когда искусственные спутники СССР и США обнаружили существование двух радиационных поясов в экваториальной плоскости Земли, которые представляют собой потоки заряженных частиц – электронов и протонов – кольцевой ток. (Шевцова Е.А. Магнитное поле постоянных магнитов. Магнитное поле Земли.)

(Обсуждение решения качественных задач.)

VII. Подведение итогов урока

Учитель подводит итог, оценивает деятельность групп, отдельных учеников. Обязательно сообщает дополнительные источники информации. Рекомендует провести домашний эксперимент:

1. Изучение свойств постоянных магнитов.

Приборы и материалы: магнит, компас, различные тела (резина, проволока, гвозди, деревянные брусочки и другие).

Задание. Исследуйте свойства магнита: ● Какие тела притягивает магнит, а какие нет? ● Какие места магнита сильнее притягивают гвоздики? ● Как располагается магнитная стрелка компаса вблизи разных мест магнита?

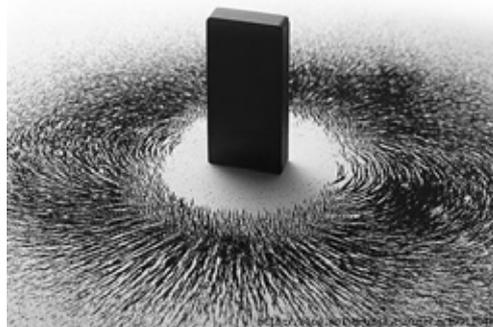
2. Изучение магнитных свойств постоянного магнита. *Приборы и материалы:* магниты полосовой, дугообразный, опилки или мелкие гвоздики (железные), картон, компас.

Задание. Получите с помощью магнитов и железных опилок спектры, зарисуйте их и определите направление магнитного поля.

3. Конструирование магнитного мостика.

Приборы и материалы: подковообразный и стержневой магниты, горсть маленьких железных шайб.

Задание. Осторожно положите магнит сверху на горсть шайб. Медленно поднимите магнит. Что вы наблюдаете? Шайбы должны образовать висячий мостик. Объясните, почему шайбы так себя ведут.



URL: <http://drugoi.livejournal.com/1702638.html>

Литература

1. Енохович А.С. Справочник по физике. М.: Просвещение, 1990.
2. Кац Ц.Б. Биофизика на уроках физики. М.: Просвещение, 1988.
3. Лаборатория «Кванта». М.: Бюро «Квантум», 2000.
4. Рачлис Х. Физика в ванне. М.: Наука, 1986.
5. Усова А.В., Антропова Н.С. Связь преподавания физики в школе с сельскохозяйственным производством. М.: Просвещение, 1976.
6. Богданов К.Ю. Физик в гостях у биолога. М.: Наука, 1986.
7. Беркемблит М.Б., Глаголева Е.Г. Электричество в живых организмах. М.: Наука, 1988.
8. Ильченко В.Р. Перекрёстки физики, химии и биологии. М.: Просвещение, 1986.
9. Мезенцев В. Чудеса: в 2-х т. // Популярная энциклопедия. Алма-Ата: Гл. ред. казахской советской энциклопедии, 1990.
10. Бионика. М., Наука, 1965.
11. Хочу все знать. Л.: Детская литература, 1970.
12. Физика: энциклопедия. М.: Аванта+, 1999.
13. Техника: энциклопедия. М.: Аванта+, 1999.
14. Волович В.Г. Человек в экстремальных условиях природной среды. М.: Мысль, 1980.
15. URL: http://www.planet-x.net.ua/earth/earth_priroda_polusa.html

Условия плавания тел

Открытый урок объяснения нового материала, 7-й класс

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: открытый урок, конкурс «Я иду на урок», архимедова сила, условия плавания тел, компьютерная презентация, 7 класс

Л.А. МОРДОВЦЕВА

tuzukley.09@mail.ru,

с. Тузуклей, Камызякский район,
Астраханская обл.

Цели урока: ● усвоить условия плавания тел на основе понятия архимедовой силы ● научиться определять в конкретной ситуации, будет тело плавать или нет.

Оборудование: компьютер, мультимедийный проектор, ареометр, сосуд с водой, пробирка с песком, закрытая пробкой; стакан с «коктейлями», «контейнеры» от киндер-сюрпризов разной массы, рисунки ареометров, цветные карандаши, лабораторное оборудование для работы в группах.

Ход урока

1. Вступление (1 минута)

Учитель. Сегодня мы отправляемся в путешествие. Приглядывайтесь к облакам, прислушивайтесь к птицам, притрагивайтесь к родникам – ничто не повторится. В дорогу мы возьмём багаж – учебник, ручку, карандаш, тетрадь и знаний саквояж. А знания – по теме «Архимедова сила» – давайте проверим.

2. Актуализация знаний (10 минут)

Фронтальная беседа: ● Какая сила возникает при погружении тела в жидкость? ● Куда эта сила направлена? ● От чего она зависит? ● А если тело не полностью погружено в жидкость, то как определяется архимедова сила? ● Одинаковая ли архимедова сила будет действовать на три тела одинакового объёма, но разной массы, полностью погружённые в одну и ту же жидкость? ● Как эти тела будут вести себя в воде?

(Учащиеся отвечают на вопросы, высказывают своё мнение: тела будут тонуть, плавать внутри жидкости или всплывать. Учитель выслушивает все гипотезы и предлагает проверить их экспериментально: погружает контейнеры из-под киндер-сюрпризов с разным наполнением полностью под воду – один тонет, другой плавает посередине стакана, третий всплывает на поверхность.)

Урок был показан на районном семинаре учителей «Реализация практических навыков как условие успешности и развития школьников» и получил одобрение коллег. Презентация, раздаточный материал и модель ареометра представлены на диске к № 4/2011. – Ред.

Учитель. Что вы наблюдаете? Почему?



Учащиеся. Первое тело утонуло, второе плавает внутри жидкости, а третье – всплыло на поверхность и плавает. На тело в жидкости действует архимедова сила $F_{\text{арх}}$ и сила тяжести $F_{\text{тяж}}$.

Учитель. Куда направлена сила тяжести? От чего зависит? Чему равна? Как найти массу тела, зная его плотность?

Учащиеся. Вертикально вниз... От массы тела прямо пропорционально... $F_{\text{тяж}} = gm$, $m = \rho_t V_t$.

Учитель. Вернёмся к опыту. Одинаковы ли значения силы тяжести в этих трёх случаях?

Учащиеся. Нет, они разные.

Учитель. Составьте соотношения для двух сил – силы тяжести и силы Архимеда – в каждом случае и определите направление равнодействующей сил.

Учащиеся. Если $F_{\text{тяж}} > F_{\text{арх}}$, то равнодействующая этих сил направлена вниз: $R \downarrow$, тело тонет. Если $F_{\text{тяж}} = F_{\text{арх}}$, то $R = 0$, тело плавает внутри жидкости. $F_{\text{тяж}} < F_{\text{арх}}$, то $R \uparrow$, тело всплывает.

Учитель. Вопрос о плавании тел очень важен с практической точки зрения. В природе плавание тел можно наблюдать повсеместно. Плавают животные и птицы, растения и насекомые, плавают суда, построенные человеком. Сегодня мы постараемся сформулировать условия плавания тел.

Запишите тему урока в тетрадь (слайд 1).

3. Изучение нового материала (20 минут)

Путешествие начинаем с посещения научного центра «Акватория» (слайд 2). Вначале побываем в научной лаборатории. Здесь нам предстоит выяснить, при каком условии тело, погружённое в жидкость, тонет, плавает в жидкости или всплывает на поверхность. Работать будем группами.

Предлагаю сначала записать в таблицу соотношения между силами для трёх указанных случаев. Подставьте в них выражения для сил и упростите (*группы работают, представители докладывают выводы, сверяя ответы по слайдам 3–5 соответственно*).

Группа 1 (слайд 3)	Группа 2 (слайд 4)	Группа 3 (слайд 5)
$F_{\text{тяж}} > F_{\text{арх}}$	$F_{\text{тяж}} = F_{\text{арх}}$	$F_{\text{тяж}} < F_{\text{арх}}$
$gm > g\rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$	$gm = g\rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$	$gm < g\rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$
$g\rho_{\text{т}} V_{\text{т}} > g\rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$	$g\rho_{\text{т}} V_{\text{т}} = g\rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$	$g\rho_{\text{т}} V_{\text{т}} < g\rho_{\text{ж}} V_{\text{т}}$
$\rho_{\text{т}} > \rho_{\text{ж}}$	$\rho_{\text{т}} = \rho_{\text{ж}}$	$\rho_{\text{т}} < \rho_{\text{ж}}$
Тонет	Плавает в жидкости	Всплывает

Итак, условия плавания тел можно сформулировать двумя способами: сравнивая $F_{\text{арх}}$ и $F_{\text{тяж}}$ или сравнивая $\rho_{\text{ж}}$ и $\rho_{\text{т}}$. Как проверить правильность полученных соотношений? Какие есть идеи? Правильно, надо взять жидкость известной плотности (например, воду, плотность которой мы знаем – она равна 1 г/см^3), погружать в неё тела разных плотностей и наблюдать за их поведением в воде.

Где нам взять вещество такой же плотности, как вода? Мы

знаем, что $\rho_{\text{т}} = \frac{m}{V_{\text{т}}}$. Давайте возьмём не сплошное тело, а частич-

но заполненное воздухом. Например, пробирку с песком. Её объём равен примерно 15 см^3 , а общая масса пробирки, песка и стекла составляет 15 г . Значит средняя плотность как раз и равна 1 г/см^3 .

Внимание, эксперимент! Погружаем пробирку в сосуд с водой. Что вы наблюдаете? Почему? Работая в группах на местах, проверьте соотношения в 1-й и 3-й строках составленной вами только что таблицы.

Группа 1. Задание. Выясните, какие из предложенных тел тонут и какие плавают в воде.

Оборудование: сосуд с водой, набор тел разной плотности.

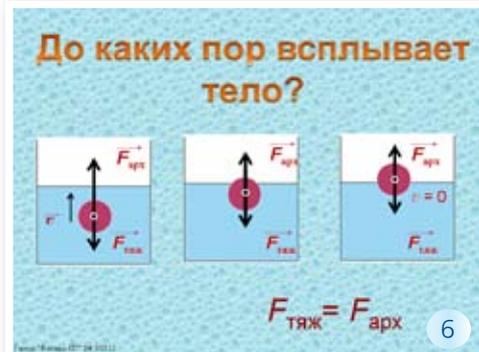
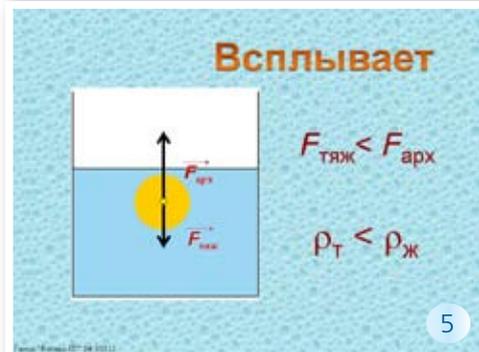
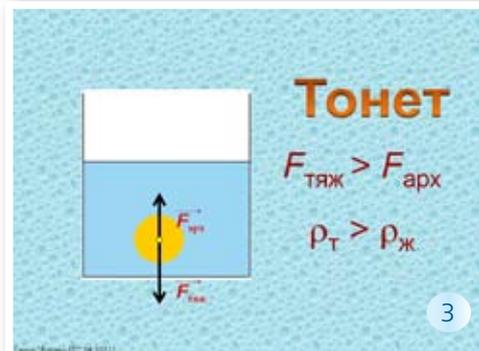
Ход работы

1. В сосуд с водой опустите стальной гвоздь, алюминиевый цилиндр, пробку, кусочек парафина.

2. Сравните плотности соответствующих веществ с плотностью воды. Заполните таблицу (плотности смотрите в учебнике А.В. Пёрышкина на с. 50 (Физика-7, М.: Дрофа, 2008).

Опыт	$\rho_{\text{т}}$, кг/м ³	$\rho_{\text{ж}}$, кг/м ³	Тонет или плавает
1			
2			
3			
4			

3. Сделайте вывод: если $\rho_{\text{т}} > \rho_{\text{ж}}$, то тело _____, а если $\rho_{\text{т}} < \rho_{\text{ж}}$, то тело _____



Группа 2. Задание. Сравните глубину погружения в воде деревянного и пенопластового кубиков одинакового размера. Выясните, одинакова ли глубина погружения деревянного кубика в воду и в масло.

Оборудование: два стакана с чистой водой, стакан с растительным маслом, два деревянных и один пенопластовый кубики.

Ход работы

1. Опустите в стаканы с водой деревянный и пенопластовый кубики. Сравните глубину их погружения.

Сделайте вывод: глубина погружения тел

Пенопласт плавает почти на _____, а дерево немного _____ в воду.

2. Опустите второй деревянный кубик в стакан с растительным маслом. Сравните глубину погружения кубиков, плавающих на поверхности воды и масла.

Сделайте вывод: в масло кубик погрузился _____, чем в воду.

Группа 3. Задание. Заставьте картофелину плавать в воде. Добейтесь, чтобы кусок пластилина плавал на поверхности воды.

Оборудование: сосуды с водой и с раствором соли, картофелина, два одинаковых кусочка пластилина, ложка.

Ход работы

1. Опустите картофелину сначала в сосуд с водой, а потом в сосуд с раствором соли и объясните её поведение.

2. Опустите один кусочек пластилина в сосуд с водой, а из второго кусочка сделайте лодочку и аккуратно поставьте на воду. Что изменилось?

Сделайте вывод: чтобы заставить плавать обычно тонущие тела, можно изменить _____ жидкости или _____ погружённой части тела.

Учитель. Рассмотрим подробнее третий случай плавания тел на поверхности – когда тело плавает на поверхности, погрузившись частично (слайд 6). Определим объём погружённой части тела:

$$F_{\text{арх}} = F_{\text{тяж}} \Rightarrow g\rho_{\text{ж}} V_{\text{пч}} = g\rho_{\text{т}} V_{\text{т}} \Rightarrow \rho_{\text{ж}} V_{\text{пч}} = \rho_{\text{т}} V_{\text{т}}$$

$$\text{Итак, } V_{\text{пч}} = V_{\text{т}} \frac{\rho_{\text{т}}}{\rho_{\text{ж}}}$$

Например (слайд 7), для айсберга $V_{\text{пч}} = 0,9V_{\text{айс}}$ – айсберг почти весь под водой (слайд 8).

$$\text{А можно записать и так: } \rho_{\text{ж}} = \frac{V_{\text{т}} \cdot \rho_{\text{т}}}{V_{\text{пч}}} = \frac{m_{\text{т}}}{V_{\text{пч}}}$$

Значит по объёму погружённой части $V_{\text{пч}}$ одного и того же тела ($m_{\text{т}}$ одна и та же) можно судить о плотности жидкости $\rho_{\text{ж}}$. Это позволило создать прибор для измерения плотности жидкости – ареометр: чем больше плотность жидкости, тем на меньшую глубину ареометр в неё погружается (*демонстрирует ареометр*).

Физкультминутка (2 минуты)

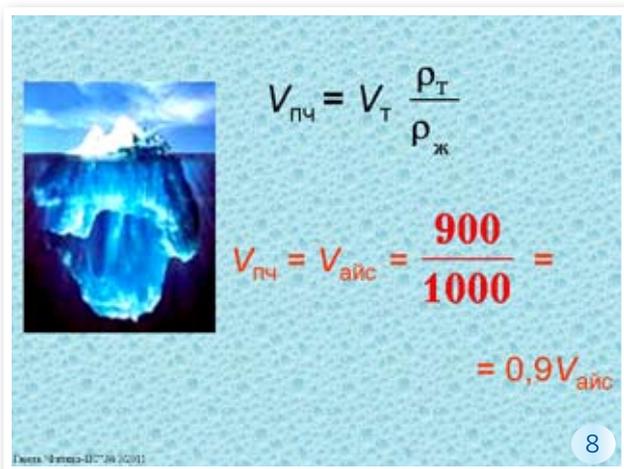
Есть комплекс упражнений, направленный на то, чтобы приучить себя не бояться воды. Предлагаю разучить один из них. Люди тонут потому, что боятся полностью погрузиться в воду. Они стремятся выскочить из воды, а ведь при этом архимедова сила уменьшается. Чтобы плавание не закончилось трагично, наберите воздуха и присядьте на дно, сгруппировавшись. Вскоре вы всплывёте и будете держаться на поверхности, как поплавок. Итак, встаньте, на мгновение закройте глаза и представьте, что вы стоите в водоёме там, где вода вам по грудь, и повторите упражнение.

Продолжим путешествие. Предлагаю заглянуть в коктейль-бар (слайд 9). Здесь готовят удивительные напитки и коктейли. Например, вливают две несмешивающиеся жидкости, имеющие разные плотности (*демонстрирует напитки*). Как располагаются эти жидкости? (*Выслушивает ответы*).



Продолжим путешествие и пройдемся по выставочным залам. Первый называется «Использование условий плавания тел в технике» (слайд 10). Где в технике учитываются условия плавания?

- При постройке кораблей (слайд 11–13). Раньше делали деревянные корабли и лодки. Современные суда конструируют из материалов, имеющих плотность большую чем у воды. Они не так быстры, как другие виды транспорта, но никакой другой транспорт не сравнится с ними по грузоподъёмности и расходу топлива на тонну груза – она наименьшая из-за малого, так называемого *жидкого трения*. Итак, в судостроении используют тот факт, что путём изменения объёма погружённой части (за счёт изменения формы) можно придать плавучесть практически любому телу. В период ледостава используют ледоколы для прохождения судов. В нашей стране работают несколько атомных ледоколов (слайд 12). Они могут плавать, не заходя в порты, более года.



● В морях и океанах несут службу подводные лодки (слайд 13). Заполняя водой или опустошая баки, лодка может погружаться, всплывать или зависать на определённой глубине.

Следующий выставочный зал называется «Загадки подводного мира» (слайды 14–16).

● Рыбы легко меняют свой объём, уменьшая или увеличивая объём плавательного пузыря, что обеспечивает им нейтральную плавучесть. Благодаря этому средняя плотность тела становится равной плотности воды, рыбе не нужно расходовать энергию на поддержание тела на определённой глубине, она может тратить её только на движение.

● Киты регулируют глубину своего погружения за счёт уменьшения или увеличения объёма лёгких.

Своё путешествие по «Акватории» мы закончили. На выходе нас ждёт испытание.

4. Закрепление (8 минут)

Учитель. Выполните тестовые задания (слайд 17) – впишите в таблицу коды правильных ответов – и вы прочтёте слово, которым мне и хочется завершить наш урок.

Установите, как будут вести себя разные **ТЕЛА** в разных **ЖИДКОСТЯХ**.

1. В банку, где оставались **КАПЕЛЬКИ ВОДЫ** ($\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$), налили **КЕРОСИН** ($\rho_{кер} = 800 \text{ кг/м}^3$). Капельки:

У – тонут; О – плавают внутри жидкости;
Д – всплывают.

2. Для уничтожения болезнетворных бактерий **КАРТОФЕЛЬ** ($\rho_{кар} = 1020 \text{ кг/м}^3$), перед посадкой выдерживают в **РАСТВОРЕ МЕДНОГО КУПОРОСА** ($\rho_{мк} = 1020 \text{ кг/м}^3$). Картофель:

Д – тонет; С – плавают внутри жидкости,
Л – всплывает.

3. Сливочное масло, которое состоит в основном из хорошо перемешанных **ЖИРОВ** ($\rho_ж = 945 \text{ кг/м}^3$) и **ВОДЫ** ($\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$) и, растопили. Хлопья жира:

А – тонут, Л – плавают внутри жидкости,
П – всплывают.

4. **ГРАДИНА** ($\rho_{гр} = 900 \text{ кг/м}^3$) попала в канистру с **МАШИНЫМ МАСЛОМ** ($\rho_m = 900 \text{ кг/м}^3$). Она:

Н – тонет; Е – плавают внутри жидкости;
Ч – всплывает.

5. При пропускании тока через **РАСТВОР ПОВАРЕННОЙ СОЛИ** ($\rho_c = 1200 \text{ кг/м}^3$) выделяются **ПУЗЫРЬКИ ХЛОРА** ($\rho_{хл} = 3 \text{ кг/м}^3$). Они:

П – тонут; А – плавают внутри жидкости;
Х – всплывают.

1	2	3	4	5

5. Рефлексия (2 минуты)

Учитель. У каждого на парте лежит рисунок ареометра. Деления на его шкале оцифрованы, причём цифры «растут» сверху вниз – чем больше плотность жидкости, тем меньше погружается поплавков ареометра. Выразите своё отношение к уроку, раскрасив ареометр в соответствии с глубиной вашего погружения в знания, которые вы получили на уроке.

6. Домашнее задание (1 минута)

§ 50, упр. 25 (5), (Пёрышкин А.В. Физика-7. М.: Дрофа, 2008. с. 123.).

7. Итог урока (1 минута)

Учитель. Спасибо за урок. Кто желает прокомментировать свои ареометры? (*Объявляет оценки.*)



Людмила Анатольевна Мордовцева – учитель физики первой квалификационной категории, педагогический стаж 17 лет. Окончила Астраханский ГПИ им. С.М. Кирова в 1992 г. Лауреат областного конкурса «Учитель года-2001». Педагогическое кредо: воспитать ученика, человека, который пойдёт дальше тебя, который будет лучше тебя. Ученики неоднократно побеждали и становились призёрами районных и областных олимпиад, научно-практических конференций. Замужем, воспитывает двух сыновей.

Работа и мощность тока

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: стоимость потребляемой энергии, конкурс «Я иду на урок», тема «Электрический ток», «Действия электрического тока», 8 класс

Урок решения практических задач, 8-й класс

Е.Б. САЗАНОВА
salen-12@rambler.ru,
МОШИ КШИ, г. Воткинск,
Удмуртская Респ.

Образовательные цели урока:

● создать условия для использования приобретённых знаний для решения практических задач
● решение практических задач
● создать условия для выработки самостоятельности принятия решений.

Оборудование: таблица мощностей различных электрических приборов.

Ход урока

1. Мотивация к учебной деятельности

Учитель. Здравствуйте, ребята! Назовите самые последние мировые новости.

Учащиеся. Мировой экономический кризис.

Учитель. Сегодня на уроке мы попробуем найти способы противостоять экономическому кризису путём разумной экономии с помощью знаний по физике.

2. Актуализация знаний

Учитель. Экономический кризис – это невесёлая тема, поэтому я немного отвлеку вас. Совсем недавно мы праздновали любимый праздник Новый год, любовались нарядной, сверкающей ёлкой, которая сияла тысячами огней. С каким физическим явлением связана фраза: ёлочка, зажгись!

Учащиеся. Электричество, электрический ток, электрическая энергия.

Учитель. Назовите главное свойство электрического тока.

Учащиеся. Способность совершать работу.

Учитель. По каким формулам можно вычислить работу тока?

Учащиеся. $A = P \cdot t$.

Учитель. В каких единицах выражается работа?

Учащиеся. Джоуль, Вт · ч, кВт · ч.

Учитель. Наша ёлка стояла на главной площади города, имела в высоту 30 м и была украшена 7000 лампочек мощностью 25 Вт каждая. Она горела 20 дней по 8 ч в день. Давайте вычислим

работу тока (*дети считают работу*). У нас получилось 28 000 000 Вт · ч. А сколько кВт · ч? Правильно, 28 000 кВт · ч. Ребята, но ведь за работу надо платить, правда? Кто будет платить за работу тока? Наверное, мы, налогоплательщики. Предлагаю вам вычислить плату за работу тока на ёлке.

3. Построение плана выхода из затруднения

Учитель. Ребята, вы столкнулись с затруднением, и нам его нужно преодолеть. Какая цель нашего урока?

Учащиеся. Научиться рассчитывать стоимость электрической энергии.

Учитель. Давайте найдём способ решения такой задачи. Нужно опираться на изученную тему и на жизненный опыт. Что мы точно знаем?

Учащиеся. Формулу работы, внесистемную единицу работы, стоимость 1 кВт · ч энергии.

Учитель. Какие действия нам нужно сделать, чтобы решить задачу?

Учащиеся. Вычислить работу тока по формуле $A = P \cdot t$... Выразить работу тока в кВт · ч... Умножить работу тока на стоимость 1 кВт · ч энергии.

Учитель. Поздравляю вас, ребята, вы сами создали алгоритм решения этой задачи.

4. Первичное закрепление проговариванием во внешней речи

(Проговаривание алгоритма решения задачи.)

5. Самоконтроль с самопроверкой по эталону

Учитель. Рассчитываем стоимость электроэнергии, потреблённой новогодней ёлкой. Тариф равен 2,42 руб. за 1 кВт · ч. Проверяем по эталону (таблица на доске).

Учащиеся. $28\,000 \text{ кВт} \cdot \text{ч} \cdot 2,42 \text{ руб.} / \text{кВт} \cdot \text{ч} = 67\,760 \text{ руб.}$

6. Включение в систему знаний и повторение

Учитель. Давайте рассчитаем суточную стоимость электроэнергии различных бытовых приборов, находящихся в квартире, за месяц работы.

Прибор	Мощность, Вт	Время работы за сутки, ч	Стоимость за 30 дней, руб.
Телевизор	100	6	43,56
Компьютер	160	6	69,70
Холодильник	1 кВт · ч в сутки		72,60
Утюг	600	0,5	21,78
Сотовый телефон	1	1	0,07
Лампочка 1	40	6	17,42
Лампочка 2	100	6	43,56
Стир. машина	2100	0,3	45,74
Обогреватель	1500	1	108,90

Как видите, сумма довольно внушительная – 423 руб. 33 коп. Предложите пути экономии энергии.

Учащиеся. Хорошо утеплять окна, чтобы не использовать обогреватель, выключать лампочки в тех помещениях, где никто не находится.

7. Рефлексия деятельности на уроке

Учитель. Подводим итоги урока. Чему научились на уроке?

Учащиеся. Рассчитывать плату за электроэнергию, оценивать стоимость электроэнергии в квартире за один месяц. Предложили способ экономии электроэнергии, убедились, что преодоление кризиса возможно.

Учитель. Как вы оцениваете свою деятельность на уроке?

Учащиеся. Положительно, сами придумали, как решать задачи, и у нас всё получилось.

Домашнее задание: рассчитайте стоимость энергии в своей квартире за один месяц, предложите способы экономии энергии, рассчитайте полученную экономию.

Отливной стакан – из пластиковой бутылки

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: самодельное оборудование, отливной стакан, закон Архимеда, компьютерная поддержка, *flash*-анимация, 8 класс

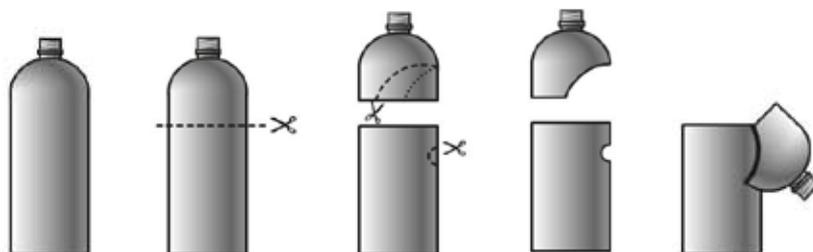
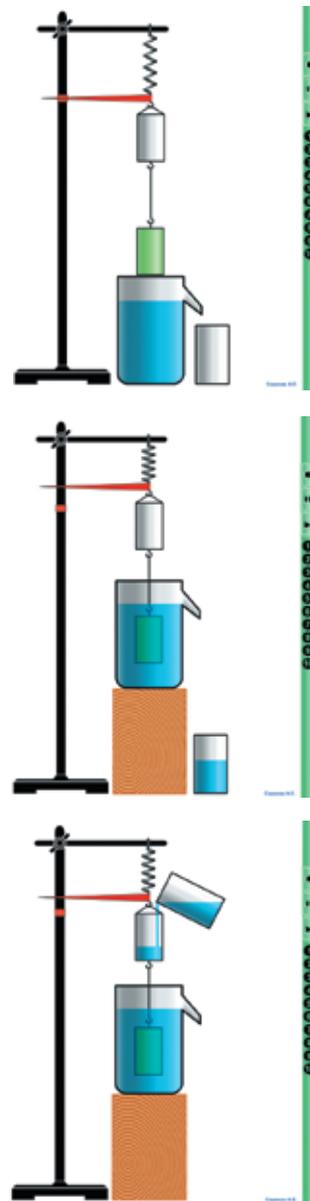


А.Е. СОРОКИН

s911@list.ru,
школа классического образования «Абитуриент»,
г. Бишкек,
Киргизская Республика

На практике очень трудно объяснять материал по рисункам в учебниках, намного нагляднее и понятнее реальный эксперимент. Возьмём, например, классический опыт с ведрком Архимеда. Во многих школах такое ведро сохранилось ещё с советских времен, но часто отсутствует специальный стакан – «с носиком». Дело в том что «носик» легко откалывается, после чего отливной стакан непригоден. Однако изготовить такой стакан из пластиковой бутылки очень легко – последовательность действий показана на рисунке: срезается верхняя часть, в ней делается вырез, и обе части скрепляются, например, пластилином.

На уроке, посвящённом изучению закона Архимеда, я сопровождаю натурный эксперимент *flash*-анимацией, что позволяет более детально провести объяснение сложного эксперимента. Справа представлены несколько кадров этой анимации, полностью она будет дана на диске к № 4/2011.



Плоский аналог магдебургских полушарий

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: атмосферное давление, магдебургские полушария, эффектный опыт, 7 класс

В. В. ЕФИМОВ

efimberez@mail.ru,
МОУ СОШ № 3,
г. Березники, Пермский край

Для доказательства атмосферного давления в своих опытах немецкий физик Отто фон Герике использовал два медных полушария, вошедших в историю физики как магдебургские полушария. Аналогичный прибор, только значительно меньших размеров, выпускается для школьных кабинетов физики. Изготовить полушария самим в школьных условиях достаточно сложно, но вместо полушарий можно взять две плоские пластины из железа, пластика, толстослойной фанеры или даже доски, причём со значительно большей площадью рабочей поверхности, что сделает опыт более убедительным.

Кроме того, можно вообще обойтись без насоса, так как объём воздуха между плоскими поверхностями составляет всего несколько десятков кубических сантиметров, так что часть его (30–40%) легко удалить с помощью лёгких демонстратора. Для демонстрации атмосферного давления вполне достаточно площади рабочей поверхности 300–400 см², так как пластины в этом случае прижимаются друг к другу с силой около 1000 Н, да и расчёт этой силы легко могут сделать даже семиклассники.

Привожу описание прибора, изготовленного учащимися нашей школы (см. фото *а, б* сверху). Из древесно-стружечной плиты с пластиковым покрытием (от крышки старого стола) вырезали две одинаковые прямоугольные пластины 2 × 40 × 25 см. В центре одной пластины просверлили отверстие диаметром 8 мм и закрепили в нём с помощью эпоксидной смолы медную трубку длиной 10 см. На нее надели отрезок резиновой трубки длиной 30 см с зажимом. Для герметизации использовали уплотнительное кольцо диаметром 20 см от скороварки. Площадь рабочей поверхности прибора оказалась равной около 300 см². Прокладку для герметизации можно изготовить в форме ква-



Одному оторвать пластины друг от друга невозможно. Учащимся 10-го класса Шишигину Сергею и Леонтьеву Андрею вдвоём тоже не удаётся это сделать



драта из плоской резины толщиной 3–5 мм, тогда площадь рабочей поверхности будет ещё больше. Перед опытом на демонстрационный стол кладут пластину без трубки, на неё – уплотнительную прокладку, а затем пластину с трубкой, повернув её на 90°, как показано на рисунке *б*. Взаимно-перпендикулярное расположение пластин необходимо, чтобы при демонстрации их удобно было держать руками. В углах каждой пластины можно просверлить по 4 отверстия для крепления веревок. Одному оторвать пластины друг от друга невозможно, да и вдвоём это сделать трудно.

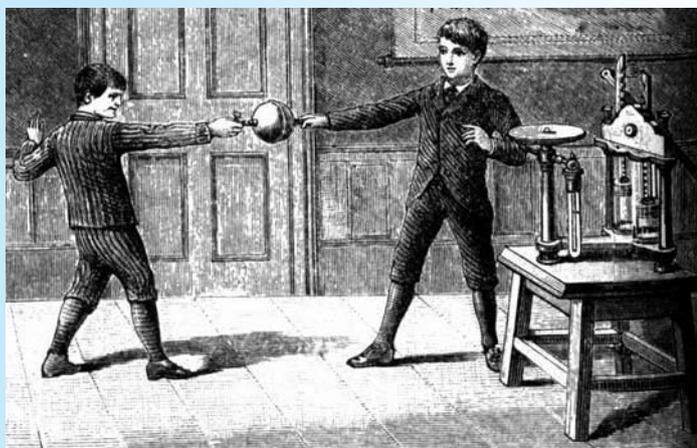
Можно показать ещё один эффектный опыт, неизменно вызывающий восторг учащихся (фото *в, г*). Пластины с трубкой устанавливают под углом 45° к поверхности стола. На неё кладут уплотнительную прокладку и кусок оконного стекла толщиной 3–4 мм. Прибор подключают к насосу через манометр. В начале откачки стекло слегка прижимают к прокладке. Как только давление в приборе начнёт падать, стекло начнёт прижиматься атмосферным давлением. Когда давление понизится до 0,5–0,2 атм, стекло с шумом лопаётся на мелкие осколки.

Так как толщина откачанного пространства всего несколько миллиметров, то осколки далеко не отлетают, и тем не менее, во время этого опыта перед прибором нужно устанавливать защитный стеклянный экран. После опыта следует обсудить вопрос о взрывоопасности стеклянных сосудов, из которых частично или полностью удалён воздух, особенно если эти сосуды имеют большие размеры, например, шар для взвешивания воздуха или кинескоп от старого телевизора.



Плоский аналог магдебургских полушарий, выполненный руками учеников, в действии: а – пластинка с уплотнительным кольцом; б – прибор в сборе; в – стекло вместо верхней пластины; г – атмосферное давление сломало стекло!

Отто фон Герике, бургомистр немецкого города Магдебурга в середине XVII века, был любознательным человеком и хорошим популяризатором: эффектные представления для широкой публики немало способствовали росту интереса к научным исследованиям. Среди самых эффектных – опыт, впервые показанный в 1654 г. в Регенсбурге императору Фердинанду III: две медные чаши, сложенные вместе, образовали полу сферу диаметром около 35 см; когда из сферы откачали воздух, две восьмёрки лошадей не смогли её растащить! Свой первый вакуумный насос Отто фон Герике сделал в 1647 г., потом усовершенствовал его и даже построил первые многоуровневые системы откачки. Так 400 лет назад было положено начало вакуумной технике. А созданному в 1995 г. в Магдебурге университету было присвоено имя Отто фон Герике.



URL: http://physics.kenyon.edu/EarlyApparatus/Pneumatics/Magdeburg_Hemispheres/Magdeburg_Hemispheres.html



— 2011 — с 22 МАРТА по 15 АПРЕЛЯ

в московском лицее № 1535

РАСПИСАНИЕ ДНЕЙ МАРАФОНА

22 марта	ОТКРЫТИЕ. День классного руководителя
23 марта	День школьного психолога
24 марта	День здоровья детей, коррекционной педагогики, логопеда, инклюзивного образования и лечебной физической культуры
	День учителя технологии
25 марта	День учителя начальной школы
27 марта	День дошкольного образования
29 марта	День учителя географии
30 марта	День учителя химии
31 марта	День учителя биологии
1 апреля	День учителя информатики

2 апреля	День учителя физики
3 апреля	День учителя математики
5 апреля	День учителя истории
6 апреля	День учителя МХК, музыки и ИЗО
7 апреля	День школьного и детского библиотекаря
8 апреля	День учителя литературы
9 апреля	День учителя русского языка
10 апреля	День учителя английского языка
12 апреля	День учителя французского языка
13 апреля	День учителя немецкого языка
14 апреля	День учителя физической культуры
15 апреля	День школьной администрации. ЗАКРЫТИЕ

Адрес лицея: ул. Усачева, дом 52 (в 3 минутах ходьбы от станции метро «Спортивная»).

Участие бесплатное. Обязательная предварительная регистрация на все дни марафона откроется с 20 февраля 2011 года на сайте www.1september.ru.

Условия регистрации и подробные программы каждого дня Марафона будут опубликованы в газетах нашего Издательского дома и на сайте www.1september.ru.

В дни Марафона ведущие издательства страны представят книги для учителей.

Начало работы – с 9.00. Открытие дня – в 9.30. Начало лекций и семинаров – в 10.30. Закрытие дня – в 15.00.

Каждому участнику Марафона, посетившему три мероприятия одного дня, будет выдан официальный именной сертификат о повышении квалификации (6 часов).

По всем вопросам обращайтесь по телефону: 8-499-249-31-38 или по электронной почте: info@1september.ru

Физический практикум Самоделкина

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: физический практикум, газовые законы, взвешивание, 7–10 классы



С.В. ТАНЫГИН
tanyginsv@mail.ru,
ДЮОЦ, г. Барнаул,
Алтайский край

Эксперимент – один из основных методов изучения школьного курса физики. Создавая свою домашнюю лабораторию, ученик участвует в творческой конструкторской деятельности, совершенствует практические навыки. Предлагаемый практикум построен по принципу: «Сделал прибор – используй при изучении конкретных физических явлений. Выполняй с его помощью экспериментальные задания».

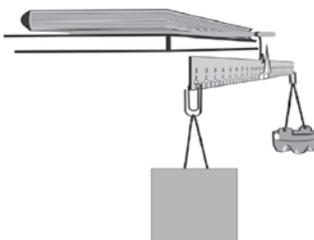
Изготовив прибор, необходимо его проградуировать и заполнить паспорт по приведённому плану: ● название прибора ● измеряемая величина ● пределы измерения (минимальное и максимальное значения измеряемой величины) ● цена деления ● относительная и абсолютная погрешности измерения ● особые условия при пользовании данным прибором ● техника безопасности ● область применения.

Привожу для примера несколько работ. Остальные работы (всего 17, см. список на с. 19) размещены в электронном виде на диске к № 4/2011.

Лабораторная работа 4: Определение коэффициента поверхностного натяжения воды методом отрыва пластины

Оборудование: рычажные весы, тонкая металлическая пластина (длина погружаемой стороны $l = 3...5$ см), шприц объёмом 1 мл, пластилин, сосуд с водой.

Ход работы: ● вместо одной чашки рычажных весов подвесьте пластину ● при помощи пластилина уравновесьте весы (закрепите пластилин на рычаге) ● под пластину подставьте сосуд с водой так, чтобы она погрузилась в воду на 5 мм ● в чашку весов из шприца капайте по капле воды до тех пор, пока пластина не оторвётся от жидкости, зафиксируйте количество капель n_b ● определите объём одной капли (V_0), используя деления шприца ● зная плотность воды, а также число n_b и объём капель $V_k = n_b \cdot V_0$, рассчитайте



те массу воды в чашке весов $m_b = \rho V_k$ ● измерьте длину погружаемой стороны пластины l и периметр погружаемой стороны $\approx 2l$ ● по формуле

$$\sigma = \frac{m_b \cdot g}{2l}$$

рассчитайте коэффициент поверхностного натяжения воды ● проведите опыт несколько раз, результаты занесите в таблицу:

Опыт	l , м	N_b	V_k , м ³	m_b , кг	σ , Н/м
1					
2					
3					

● найдите среднее значение σ_{cp} ● рассчитайте величину случайной ошибки определения σ по формуле:

$$\Delta\sigma = \frac{\sum_{i=1}^3 |\sigma_i - \sigma_{cp}|}{3}$$

● результат запишите в виде: $\sigma = \sigma_{cp} \pm \Delta\sigma$ ● найдите величину σ по таблице ● сравните полученный результат с табличным [1]:

$$\varepsilon = \frac{|\sigma_{cp} - \sigma_{таб}|}{\sigma_{таб}} \cdot 100\%$$

Лабораторная работа 8: Проверка закона Бойля–Мариотта (вариант 1)

Оборудование: открытый жидкостный манометр, мензурка, сосуд с водой, пластиковая бутылка объёмом ($V = 1$ л), шприц ($V_0 = 20$ мл), соединительные трубки, барометр.

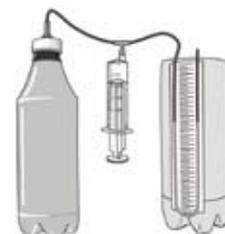
Теория. Рассмотрим два состояния изучаемой системы.

Состояние 1. Поршень выдвинут ($V_0 = 20$ мл), давление равно атмосферному p_a .

Состояние 2. Вдвигая поршень, уменьшают объём газа в шприце на величину ΔV – давление в исследуемой системе увеличивается на Δp .

По закону Бойля–Мариотта, справедливо равенство: $(p_a + \Delta p) \cdot (V + V_0 - \Delta V) = p_a \cdot (V + V_0)$.

Ход работы: ● соберите экспериментальную установку по рисунку ● определите объём пластиковой бутылки V с помощью мензурки и атмосферное давление p_a с помощью барометра ● уменьшая каждый раз



объём воздуха в шприце на 5 мл, определяйте изменение показаний манометра Δh • результаты измерений представьте в виде таблицы:

Состояние системы N	$V_0 - \Delta V \cdot 10^{-6}, \text{ м}^3$	$\Delta h, \text{ мм}$	$\Delta p, \text{ Па}$	$p'V'$
1	20			
...
5	0			

• для каждого опыта рассчитайте произведение $p'V' = (p_a + \Delta p) \cdot (V + V_0 - \Delta V)$ и заполните последний столбец таблицы • по данным таблицы постройте точечную диаграмму, отложив по оси ординат величины $p'V'$, а по оси абсцисс – N • по графику найдите ширину полосы, в которую помещаются все экспериментальные точки; эта ширина Δ и будет показывать точность выполнения закона • определите среднее значение произведения

$$(p'V')_{\text{cp}} \text{ по формуле: } (p'V')_{\text{cp}} = \frac{(p'V')_{\text{max}} + (p'V')_{\text{min}}}{2}$$

• рассчитайте относительную погрешность выполнения закона Бойля-Мариотта:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{(p'V')_{\text{cp}}} \cdot 100\% \quad \bullet \text{ сделайте вывод, насколько}$$

точно выполняется этот закон в вашем эксперименте.

Лабораторная работа 10: Проверка закона Шарля

Оборудование: манометр, стеклянная бутылочка объёмом 200 мл с резиновой пробкой, толстая игла от системы переливания крови, пластиковый сосуд с горячей водой, бытовой термометр (0...50 °С).

Теория. При доливании горячей воды в сосуд изменяется температура газа в бутылочке. Её измеряют, выждав некоторое время для установления теплового равновесия. После этого записывают показания термометра и манометра. Изменение объёма газа, вызванное смещением уровня манометрической жидкости, мало по сравнению с объёмом бутылочки.

Рассмотрим два состояния изучаемой системы.

Состояние 1. Давление равно атмосферному, температура равна температуре воды в стакане T_n .

Состояние 2. Наливают горячую воду в стакан, температура газа повышается до T_k , давление газа увеличивается на Δp .

По закону Шарля, справедливо равенство:

$$\frac{p_a + \Delta p}{T_k} = \frac{p_a}{T_n}.$$

Ход работы: • соберите экспериментальную установку по рисунку • измерьте начальную температуру жидкости в стакане T_n • поместите бутылочку в стакан и подождите 2 минуты для установления теплового равновесия • определите разности давлений Δp по манометру • добавьте в стакан горячей воды (не вынимая бутылочку) • после установления теплового равновесия измерьте температуру воды в стакане и разность давлений Δp ; • проделайте опыт ещё 2–3 раза • результаты измерений представьте в виде таблицы:



Состояние системы N	$T, \text{ К}$	$\Delta p, \text{ Па}$	$p = p_a + \Delta p, \text{ Па}$	$\frac{p}{T}$
1	T_n			
...
5	0			

• по данным таблицы постройте точечную диаграмму, отложив по оси ординат величины $\frac{p}{T}$, а по

оси абсцисс N • на диаграмме найдите ширину полосы, в которую помещаются все экспериментальные точки; эта ширина Δ и будет точностью

выполнения закона, а величина $\varepsilon = \Delta / \left(\frac{p}{T} \right)_{\text{cp}} \cdot 100\%$ –

относительной ошибкой; • сделайте вывод, насколько точно выполняется этот закон в вашем эксперименте.

Литература

1. Енохович А.С. Справочник по физике. М.: Просвещение, 1978.

РЫЧАЖНЫЕ ВЕСЫ (способ изготовления + ЛР: 1. Градуировка рычажных весов. 2. Измерение массы тел с помощью рычажных весов. 3. Измерение выталкивающей силы при помощи рычажных весов. 4. Определение коэффициента поверхностного натяжения воды методом отрыва пластины). **МЕНЗУРКА** (способ изготовления + ЛР: 5. Определение объёмов малых тел правильной формы). **ЖИДКОСТНЫЙ МАНОМЕТР** (способ изготовления + ЛР: 6. Градуировка закрытого манометра. 7. Определение объёма сосуда неправильной формы. 8, 9. Проверка закона Бойля–Мариотта (два способа). 10. Проверка закона Шарля. 11. Проверка закона Гей-Люссака. 11. Определение величины атмосферного давления). **ВИСКОЗИМЕТР** (способ изготовления + ЛР: 13. Определение коэффициента внутреннего трения жидкости. 14. Определение коэффициента внутреннего трения воздуха. 15, 16. Определение коэффициента объёмного расширения воды (два способа). 17. Обнаружение ЭДС при помощи чувствительного гальванометра).

Об экспериментальных учебных исследованиях

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: экспериментальные учебные исследования, оценка точности измерений, 7–10 классы



М.А. БРАЖНИКОВ
birze@inbox.ru,
редакция газеты «Физика-ПС»

В редакцию нередко поступают статьи, касающиеся учебных экспериментальных исследований, проводимых школьниками под руководством учителей, изготовления самодельного лабораторного оборудования, поиска нестандартных экспериментальных подходов к изучению физики. Это вселяет оптимизм, и такие статьи мы публикуем в первую очередь. Тем не менее, считаем нужным обратить внимание на некоторые особенности школьной исследовательской работы.

В начале становления методики преподавания физики в XX в. обращалось особое внимание на то, что «опыты и наблюдения, осуществляемые самими учениками, есть необходимое условие преподавания на первой ступени» [1]. Вместе с тем, отмечалось, что «...научный опыт в классе невозможен: для его осуществления нехватает при классном эксперименте возможности изоляции явлений и точности наблюдения. Учитель должен иметь в виду и выяснить учащимся, что «опыты в классе служат не для доказательства закона, а для уяснения его смысла, в других случаях только для показания самого явления, о котором идёт речь» [1]. Сказанное справедливо в целом и сегодня в отношении учебной научно-экспериментальной работы (за исключением случаев участия школьников в исследовательских проектах, проводимых крупными научными и образовательными центрами).

Для осуществления научно-исследовательской работы в школе мы должны были бы потребовать, чтобы учитель был не только способен проводить научную работу, но и быть её руководителем, и хотя такие требования и выдвигались физиками-методистами* – они представляются в общем случае неверными: учитель и учёный слова суть однокоренные, но профессии разные. И как бы нам ни хотелось видеть в школьниках исследователей, ими станут далеко не все, да и то в будущем, а пока они – ученики. И наша задача воспитать и научить учеников, а в ком-то (как это иногда непросто!) увидеть исследователей. Один из ведущих физиков-методистов XX в. В.А. Зибер писал в предисловии к своим «Живым задачам»: «У меня были хорошие и плохие ученики. Одни всегда прекрасно знали то, что требует программа, ясно отвечали, точно делали чертежи на доске. Другие отвечали так, что с трудом верилось, что их родной язык – русский, в чертежах всегда были ошибки и неясности. Первые вели за собою вторых. Но как переменялись роли, когда появились «Живые задачи», особенно технического укло-

на. Какую находчивость, сколько сообразительности, а иногда и изобретательности обнаруживали «тупицы». Те были лучшие **ученики** – эти стали лучшими **исследователями**» (выделено Зибером. – М.Б.) [3].

К такой смене ролей нужно быть готовыми, равно как и к тому, что мы учителя, зачастую скорее ближе к первой группе учеников, чем ко второй. Но при этом не надо упускать из виду, что создание приборов, конструирование их, проведение исследований – не есть самоцель образования. Кроме того, «...надо предостеречь от излишне преувеличенного представления о возможностях ребят. Конечно, решение сложных проблем в приборостроении, создание вполне оригинальных конструкций недоступно им, однако они хорошо могут справиться с самостоятельным конструированием отдельных узлов и деталей прибора, различных приспособлений, облегчающих и ускоряющих работу. Именно в этом направлении и надо заставлять работать их мысль. Решение отдельных технических задач в относительно небольшой промежуток времени создаёт чувство большой удовлетворённости: юный автор видит конкретные результаты своей творческой и экспериментальной и рационализаторской работы, и интерес к ней растёт. Наоборот этот интерес можно убить, если дать подростку непосильную для него задачу. А 15-летний юноша <...> с места в карьер желает ни больше, ни меньше как построить шестилампный приёмник. Разумеется, из готовых приборов по данной схеме собрать такой приёмник при опытном руководителе – дело нехитрое, но велика ли педагогическая ценность такой работы?..» [4].

Подытожим: учебный эксперимент, в частности, и с самодельным оборудованием, прежде всего, ценен тем, что даёт возможность реализовать и развить «исследовательские» навыки учеников, что в эпоху тотального увлечения компьютерными играми несомненно важно. Однако, эксперимент, проводимый ни на стандартном школьном оборудовании, ни тем более на самодельном, не может служить для обоснования или экспериментального «открытия» физического закона, как и для получения «табличных» значений физических величин. Конечно, «квалификация» экспериментатора складывается не сразу, и изготовление самодельных приборов – один из плодотворных способов обучения. Однако следует иметь в виду, что изучать физику только на самодельном оборудовании просто нельзя [5]. Если цель работы со школьниками состоит в обучении конструированию приборов, то в статье следует подробно описать технологию и этапы их создания, а также решаемые при этом задачи – технологические и учебно-педагогические.

Самодельные приборы должны быть простыми, надёжными и эстетичными с виду [4]. При их описании необходимо обязательно (!) **оценивать точность измерений**, и более того, сравнивать её с точностью стандартных приборов. А для оценки эффективности следует **привести результаты измерений**. Если речь идёт о создании, например, самодельных весов, то разумно провести сравнение трёх серий экспериментов по измерению масс каких-либо тел:

*Например, Э. Гримзель в своей «Дидактике и методике физики в средней школе» писал: «Если учитель сам занимается научными работами – а этого, собственно, надо было бы и требовать от каждого преподавателя, – то и для учеников наиболее плодотворной окажется работа по отделу, составляющая специальность учителя, хотя по мнению других учителей, этот отдел представляет второстепенный интерес» [2].

а) самодельными весами; б) стандартными школьными весами (типа «аптекарских», как писали раньше), и, наконец, в) аналитическими весами с арретиром. И безусловно **сделать выводы**.

Оценке ошибки измерений в настоящее время придаётся большое значение, но уделяется слишком мало времени в курсах физики, и математики. Конечно, можно порекомендовать учителю классическое пособие А.Н. Зайделя «Элементарные оценки ошибок измерений» [6] или достаточно последовательное учебное пособие О.Ф. Кабардина и В.А. Орлова [7], рассчитанное на классы с углублённым изучением физики. Однако при этом нужно понимать, что учащиеся не являются «квалифицированными» исследователями, а поэтому их измерения в большинстве своём неточные, содержат большое число «промахов». Например, при измерении штангенциркулем диаметра калориметрического цилиндра, ошибка составляет не 0,05 мм, а 0,15 мм или даже 0,2 мм – настолько «невнимательны» глаза учеников к совпадению шкалы нониуса, или же при использовании микрометра будет много промахов на 0,5 мм. Пример со штангенциркулем – пример случайной ошибки, уменьшить её можно было бы проведением многократных измерений одного и того же диаметра, тем более что в данном случае вклад в погрешность вносит и нецилиндричность тела. Но имеет ли смысл требовать от ученика двух десятков измерений «одного и того же диаметра», чтобы минимизировать случайную ошибку? Думаю, это было бы педагогически неверно. Но неверно и говорить об оценке случайной ошибки по трём измерениям. Гораздо важнее на первом этапе обучения указать на возможные источники ошибок: квалификация экспериментатора, неправильность формы тела и тому подобное. К сожалению, вот такому анализу наши авторы почти не уделяют места.

Особо нужно остановиться и на ошибках метода. Представим себе, что мы поставили перед собой учебную задачу – проверить справедливость закона Шарля [8]. Для этих целей была взята 200 мл бутылочка от детского питания, объём которой был «точно» перепроверен, например, взвешиванием воды, заполняющей бутылочку полностью. Прибором, который измеряет избыточное давление, пусть служит жидкостный манометр с коленом высотой около 40 см и диаметром трубки около 5 мм. Нагревание воды происходит в водяной бане известной температуры, определяемой термометром. Чтобы оценить «границы достоверности» данного метода заметим, что с помощью водяного U-образного манометра мы можем измерить прирост давления не более чем на 40 см вод. ст., что по отношению к атмосферному составит 4%. Из закона Шарля следует, что $\Delta p = \text{const } \Delta T$, а значит и прирост температуры составит не более 4%, то есть около 12 °С (учитывая, что начальная температура 20 °С). Если мы измеряем разность температур с точностью 0,5 °С, то ошибка измерения только температуры составляет около 4%. Однако с какой точностью мы можем утверждать, что в ходе процесса объём постоянен? На самом деле он увеличился на объём половины колена манометра длиной ~20 см. При диаметре трубок 5 мм, площадь поперечного сечения составит чуть меньше чем 0,2 см², то есть увеличение объёма будет около $20 \times 0,2 = 4 \text{ см}^3$ или около 2%. Кроме этого метод содержит ошибку, которую трудно априори оценить, поскольку вода в «бане» остывает как в ходе теплопередачи бутылочке и газу, так и окружающей среде – мы судим о температуре газа по температуре воды не вполне обоснованно. Итак, анализ метода, предложенного в [8], не позволяет говорить о количественной проверке закона Шарля и тем более установлении границ его применимости. Тем не менее, такая работа полезна

на качественном уровне, если она сопровождается анализом её постановки. Вообще говоря, разбор методов измерения какой-либо величины и анализ их достоинств и недостатков представляет, как кажется, интерес для обучения школьников [9].

Редакция рекомендует авторам при подготовке материалов исследовательского характера учитывать наши пожелания к структурированию статей: ● Определять цель работы как учебно-исследовательскую или проектную (если речь идёт о создании прибора) ● Указывать уровень сложности предлагаемого исследования, проекта (базовый, профильный, углублённый) ● Указывать новизну предлагаемого материала и в методах изучения предмета, и в организации процесса обучения, и в методах измерения, постановки экспериментов ● Кратко излагать основные этапы работы и необходимое для их проведения время ● Приводить результаты измерений, исследований, особое место уделяя таблицам экспериментальных данных, их графической интерпретации, фотографированию самих приборов, фотофиксации этапов исследования ● Оценивать точность измерений, анализировать возможные источники ошибок, сравнивать свой метод (прибор) с аналогичными ● Анализировать физические принципы и законы, на которых базируется исследование.

На диске к № 4/2011 приводим в качестве примера анализа физической стороны процессов измерения величин фрагмент из работы Дж.-К. Максвелла, известного прежде всего как крупнейшего физика-теоретика XIX в., но который в данном случае предстаёт перед нами как тонкий экспериментатор [10, 11]. Фрагмент касается постановки лабораторной работы «Измерение удельной теплоёмкости твёрдого тела», традиционно проводимой в курсе средней школы, поэтому мы полагаем, что учителю будет особенно интересно ознакомиться с тем, как и что на эту тему писал Максвелл, 180-летие которого отмечается в 2011 г.

Литература

1. Кашин. Н.В. Методика физики: пособие для преподавателей физики / 3-е изд. М.: ГосИздат, 1922, 328 с.
2. Гримзель Э. Дидактика и методика в средней школе. СПб: книгоиздательство «Физика», 1913.
3. Зибер В.А. Живые задачи по физике. Методические искания. Вып. 1. Л.: Культурно-просветительное трудовое товарищество «Образование», 1925. 148 с.
4. Албычев П.В. Самодельные приборы по физике. Пособие для учителей Ч. I. М.: Гос. учебно-педагог. изд. Мин. Просвещения РСФСР, 1950. 280 с.
5. Горячкин Е.Н., Орехов В.П. Методика и техника физического демонстрационного эксперимента в восьмилетней школе: пособие для учителей. М.: Просвещение, 1964.
6. Зайдель А.Н. Элементарные оценки ошибок измерений / 3-е изд. Л.: Наука, 1968, 97 с. (Есть издания 1985 и 2005 гг.)
7. Кабардин О.Ф., Орлов В.А. Экспериментальные задания по физике. 9–11 классы. М.: Вербум-М, 2001. 206 с.
8. Таныгин С.В. Физический практикум Самоделкина // Физика-ПС. 2011. № 3.
9. Бражников М.А. Определение плотности неправильного тела (куриного яйца) // Физика-ПС. 2002. № 6.
10. Maxwell J. Clerk, Theory of Heat, Longmans, Green and Co. London, 1871, 312 pp. [Электронный ресурс] URL: <http://www.archive.org/details/theoryheat02maxwgoog>
11. Максвелл, К. Теория теплоты: в элементарной обработке / Пер. с 7-го английского изд. А.Л. Королькова. Киев: Типография И.Н. Кушнерева, 1888. 292 с.

Звёздное небо в марте

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: астрономия, звёздное небо, звёздные карты, созвездия Б. Пса, Зайца, Голубя, Резца, звезда Мира Кита

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

21 марта в 2^h 23^m по московскому (зимнему) времени наступит астрономическая весна. В этот момент Солнце при своём годичном движении по эклиптике пересечёт точку весеннего равноденствия – Υ , и перейдёт из южного полушария небесной сферы в северное [1]. 27 марта в 2^h по декретному (зимнему) времени вводится летнее время, все часы переводятся на час вперёд. 1 марта 2011 г. – 2 455 621-й юлианский день – Солнце взойдёт в 6^h 21^m, а зайдёт в 19^h 05^m по зимнему времени. Звёздное время в гринвичскую полночь $S_0 = 10^h 35^m 27^s$, уравнение времени $\eta = +12$ мин 25 с. 31 марта – 2 455 651-й юлианский день – Солнце взойдёт в 7^h 04^m, а зайдёт в 20^h 06^m по летнему времени, $S_0 = 12^h 33^m 44^s$, уравнение времени $\eta = +4$ мин 17 с.

Выйдем на улицу около 20^h. Посмотрев на юг, мы увидим созвездие Ориона, и восточнее над точкой юга, в верхней кульминации, – самую яркую звезду земного неба Сириус (Собачью звезду) в созвездии Большого Пса (*Canis Major*). Благодаря блеску и белому цвету её легко найти сравнительно низко над южной точкой горизонта. Если у кого-то возникают сомнения, то обратите внимание на цепочку звёзд «пояса Ориона» в созвездии Ориона. Если её продлить вниз к горизонту, то она как раз укажет на Сириус.

Созвездие Большого Пса иногда называют *Собакой Ориона*. Расположение звёзд в нём довольно необычное: Сириус – центральная звезда из трёх, расположенных на одной линии; звезда второй величины β , расположенная к западу от Сириуса, называется Мурзам – *вестник*, так как она восходит чуть раньше Сириуса, предвещая его восход. Наблюдениям за восходом звезды-вестника в древнем Египте придавали большое значение, чтобы не прозевать гелиакический восход Сириуса – восход Сириуса вместе с Солнцем, предвещающий разлив Нила. Поэтому Сириус древние египтяне называли *Звездой Нила* или *Звездой богини Исиды*. Считалось, что совместное свечение Солнца и Сириуса приносило на Землю очень много тепла, делая жаркую погоду. И не удивительно, что в дальнейшем самая жаркая неделя, приходившаяся на этот период, получила названия *каникулы* – *собачьи дни*.

Расположенный сравнительно низко над горизонтом перед восходом Солнца яркий Сириус сильно мерцает, переливаясь разными цветами, поэтому, по-видимому, древние греки и дали Сириусу это название, которое переводится как

Звёздные карты и описания звёздного неба даются примерно на 20^h 15 марта в Москве.



Большой Пёс, Заяц, Голубь, Резец из старинного атласа созвездий «Urania's Mirror» (1825) (<http://eldisblog.com/post137573211/>)

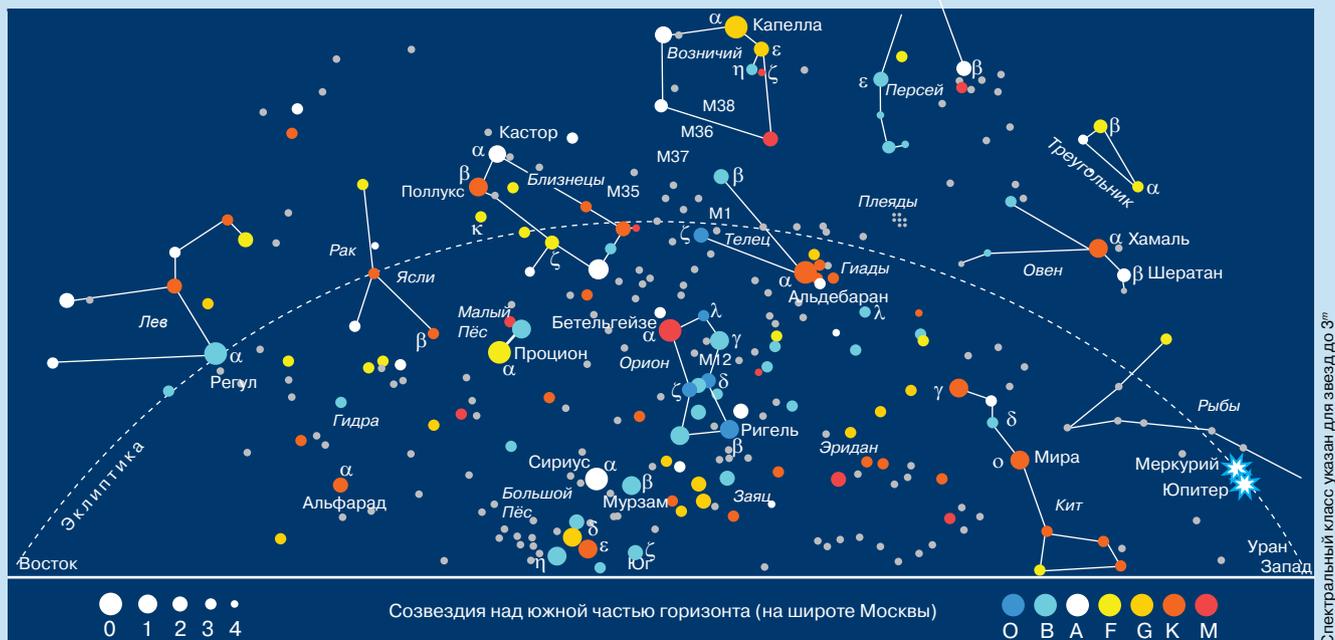
ярко горящий или жгучий. Арабы называли его *Аш-Шира* – *открывающая дверь (разлива Нила)*.

Сириус является обычной звездой главной последовательности белого цвета, его диаметр всего в два раза превышает солнечный. Мы видим его ярким, потому что он находится рядом с нами, на расстоянии около 8,6 св. лет. В 1862 г. у Сириуса обнаружили спутник Сириус В – ближайшую к Земле звезду-белый карлик. Его диаметр сравним с диаметром Земли, а плотность составляет сотни килограмм на кубический сантиметр. Напёрсток этого вещества имеет массу, сравнимую с массой автомобиля. Белый карлик представляет собой прах звезды типа Солнца.

Бёдра Большого Пса отмечены небольшим треугольником из звёзд около второй величины: ϵ – Адара, η – Алюдра и δ – Везен (Копчик пса). Звезда ζ – Фуруд – расположена в левой задней лапе собаки и переводится как *одинокий огонёк*.

В ясную безлунную ночь на полпути между Сириусом и Копчиком собаки невооружённым глазом можно различить рассеянное звёздное скопление M41 (4,6^m). Так как тщательные наблюдения за Сириусом проводились в течение тысячелетий, то неудивительно, что это скопление звёзд было известно в античные времена, о нём как о загадочном «туманном пятнышке» упоминает Аристотель в 325 г. до н. э.

Эратосфен из Кирены, живший в III в. до н. э. в своих «Катастеризмах» так описывает положение основных звёзд созвездия Большого Пса: «Пёс содержит звёзды: на голове или на языке одну, называемую Сириусом, – она велика и ярка (звездочёты подобные звёзды называют *сириусами* вследствие опаляющего зноя); на обоих плечах по одной тусклой; на груди две; на передней лапе три; на животе две; на левом бедре одну; на крае ступни одну; на правой лапе одну; на хвосте одну. Всего тридцать» [2]. Когда астроном хотел найти одну из звёзд



созвездия, он воображал пса и на соответствующих местах собачьего тела искал звезду по описанию. Ведь в те далёкие времена не были введены координаты! Выше Сириуса виден Прокцион – ярчайшая звезда в созвездии Малого Пса.

Большой Пёс и Малый Пёс следуют за Орионом, помогая ему в борьбе с Тельцом, – разъярённый бык, налив глаза кровью (красный Альдебаран) и выставив рога, пятится к западу от Ориона, остерегаясь поднятой на него дубинки.

В созвездии Тельца обращает на себя внимание заметное рассеянное скопление звёзд Плеяды. В культурах многих народов мира это скопление занимало заметное место. Древние греки знали его как семь сестёр. В VIII в. до н. э. древнегреческий поэт Гесиод написал поэму «Работы и дни», представлявшую собой первый календарь сельскохозяйственных работ. Началу и концу каждого сезона он сопоставил яркую звезду. Так, заход на западе Плеяд как раз перед восходом Солнца свидетельствовало о начале периода зимних дождей, так что земледельцам необходимо было топориться с пахотой [3].

В созвездии Тельца около звезды ζ наблюдается остаток взрыва сверхновой 1054 г. – Крабовидная туманность (M1). Во время взрыва сверхновая была видна даже днём, что было отмечено китайскими астрономами. В центре этой туманности сейчас наблюдается пульсар – быстро вращающаяся заманчивая нейтронная звезда с радиусом около 30 км и плотностью около миллиарда тонн на кубический сантиметр. Взрыв сверхновой с образованием нейтронной звезды или чёрной дыры – закономерный последний этап в жизни массивной звезды, больше несколько солнечных масс.

Посмотрим ещё раз на созвездие Ориона – на его плече блистает ярчайшая звезда Бетельгейзе (от арабского *ибт аль джауза* – плечо великана). Этот красный сверхгигант находится на расстоянии около 640 св. лет от Земли; по своей светимости звезда превосходит Солнце приблизительно в сто тысяч раз, а радиус меняется от 720 до 1000 солнечных радиусов, так что, если бы на месте Солнца была Бетельгейзе, то все планеты вплоть до Юпитера находились бы

внутри неё. Масса превышает солнечную в 15 раз и при этом уменьшается с огромной скоростью: «всего» за 10 тыс. лет она может сократиться примерно на массу Солнца.

Наблюдения на 8-метровом телескопе международной обсерватории в Чили с использованием системы адаптивной оптики в сочетании с методикой «удачной съёмки» (делается серия снимков с короткими – менее 100 мс – выдержками, что позволяет снизить негативное влияние атмосферы Земли, и наиболее чёткие фото затем объединяются), позволили получить изображение Бетельгейзе с угловым разрешением 37 угловых миллисекунд, что практически соответствует теоретическому пределу для телескопа с зеркалом диаметром 8 м.

Анализ снимков показал, что с поверхности Бетельгейзе вырывается струя газа, длина которой приблизительно равна расстоянию от Солнца до Нептуна. Другая группа астрономов из этой же обсерватории, объединив три вспомогательных телескопа с 1,8-метровыми зеркалами в систему звёздного интерферометра, определили, что массы газа в атмосфере Бетельгейзе находятся в постоянном движении, её поверхность пузырится, и именно эти огромные – размером с саму звезду – «пузыри» газа ответственны за выброс материи в космическое пространство. Эта бурлящая поверхность звезды как раз и изображена на фотографии (см. с. 27). Наблюдения показали, что за последние 16 лет звезда потеряла круглую форму, стремительно сжимаясь в полюсах, в то время как экватор звезды всё ещё удерживается благодаря центробежной силе, то есть красный гигант Бетельгейзе стремительно меняет форму. Как считают астрономы, это явные признаки того, что остались считанные недели или месяцы до превращения звезды в сверхновую. Так что, возможно, в ближайшее время жители Земли станут свидетелями редчайшего события, происходящего раз в несколько тысяч лет.

Можно представить себе, как будет выглядеть это редчайшее событие с Земли: внезапно в небе вспыхнет очень

Продолжение см. на с. 26

Розетка не нужна!

■ Лондонский дизайнер П. Хайленд создал мобильный телефон *Nokia E-Cu*, для зарядки которого не нужна розетка – он заряжается при нагревании. Достаточно поместить телефон на батарею или положить в карман, чтобы он начал работать – гаджет имеет встроенный термоэлектрогенератор, преобразующий тепловую энергию в электричество. Для лучшего теплопоглощения в медном корпусе телефона сделаны специальные канавки, напоминающие трещины в земле.



<http://www.3dnews.ru/news/nokia-e-cu--telefon-s-zaryadkoy-ot-tepla/> 08.10.2010

Марсианские фермы



■ Марсианская среда идеально подходит для сельского хозяйства. Если мы когда-либо решим колонизировать Марс, то, возможно, научимся достаточно просто в этом краснозёме выращивать урожай. Пониженная гравитация могла бы позволить использовать меньше воды и удобрений, чем на Земле. Представления о фермах будущего обычно такое: растительность выращивают в гидропонных системах, но биогеоисследователи Ф. Маджиа и С. Паллуд утверждают, что гораздо эффективнее использовать именно почвы, используя для их удобрения отходы человеческой жизнедеятельности. Проблема в том, что гравитация влияет на скорость, с которой вода и питательные вещества просачиваются через почву и доставляются к растениям. Марсианская гравитация составляет около трети земной, то есть вода будет течь медленнее. Это может

привести к гибели микроорганизмов и корней, а также способствовать выбросам токсичных газов. Чтобы изучить этот эффект, исследователи смоделировали процессы роста растений на Марсе и на Земле с использованием модели транспортировки питательных веществ в почве и динамики развития микробов. Результаты показали, что более медленный оборот воды – хорошая вещь. Почва на Марсе может содержать больше воды, так как меньше её просачивается. Это означает, что вы могли бы использовать на 90% меньше воды для орошения, чем на Земле. Также меньше требуется и удобрений. С другой стороны, марсианская почва позволяет увеличить потребление кислорода и растворение органического углерода, в результате чего происходит 10%-ное увеличение выбросов CO_2 . Поэтому на Марсе наше сельское хозяйство может быть более эффективным, хотя всё равно придётся беспокоиться о парниковых газах.

Мир науки и техники, 08/20/2010.

<http://mirnt.ru/environment/fermy-na-marse>

Мечта дизайнера



■ Дж. Парк создал перо *Color Picker*, которое заменяет инструмент **пипетка** фотшопа в реальной жизни. Это прототип ручки, которая может сканировать цвета с любых предметов и сразу же рисовать ими. Поместив перо напротив объекта, пользователь нажимает кнопку **scan**, сенсоры обнаруживают цвет, и **RGB**-картридж подбирает смесь чернил, чтобы создать нужный оттенок. Этот гаджет может воспроизводить переменчивые цвета природы, а дизайнерам всех направлений – создавать более реалистичные изображения окружающей среды.

Мир науки и техники, 06/24/2009

http://mirnt.ru/gear_electronic/color-picker

«Солнечный НЛО» – уборщик



■ Япония никогда не прекращает нас поражать. В конструкторском бюро *NTT Facilities* созданы водоочистные машины, очень похожие на НЛО, для уборки водных путей и каналов Осаки. Эти плавающие устройства на солнечных панелях могут очищать до 10 000 литров воды в день, засасывая грязную воду из-под дна и выбрасывая чистую воду в виде фонтана в верхней точке. Фонтан и выглядит неплохо, и солнечные батареи охлаждает, повышая их эффективность. Очистные машины построены в рамках годового проекта по возрождению береговой линии Осаки.

Мир науки и техники, 08/21/2009.

<http://mirnt.ru/environment/solar-ufo-clean-japanese-cana>

Электростатическая наноловушка



■ Физики из Швейцарской высшей технической школы Цюриха разработали модель электростатической ловушки для наноразмерных объектов. Наиболее популярную современную методику захвата мельчайших частиц – «оптический пинцет» – трудно применять для работы с объектами, которые по размерам значительно меньше длины волны используемого лазерного излучения. Следовательно, для частиц диаметром менее 100 нм нужна какая-то новая технология. Представленное швейцарскими учёными устройство имеет довольно простую конструкцию: тонкая плёнка жидкости (например, воды) разделяет две параллельные пластины (например, стекло и окисленный кремний). В слое диоксида кремния выполнены углубления. При контакте с водой поверхности пластин заряжаются

ся отрицательно, и частица, также заряженная отрицательно, отталкивается и стремится «забиться» в углубление. Там воздействие со стороны стенок менее сильное, и частица удерживается. Объект «зависает» в жидкости на несколько часов, что вполне достаточно для изучения его свойств. В экспериментах новая ловушка успешно удерживала золотые и полимерные частицы и липосомы размером в несколько десятков нанометров.



09/10/2010,

<http://science.compuenta.ru/568121/>

Летающий «Хаммер»



■ Что поднимет «Хаммер» в воздух и позволит ему единым махом — на одной заправке — одолеть 460 км? Только дизель, считают специалисты DARPA. Пентагоновские футуристы из Управления перспективных исследований МО США, как вы помните, хотят, чтобы *Humvee* летал. В сентябре DARPA назвала победителя объявленного в начале года открытого конкурса на создание «летающего *Humvee*» — транспортного средства на четырёх бойцов с вертикальными взлётом и посадкой, способного также ездить по бездорожью, с автопилотными взлётом/посадкой, чтобы им могли управлять обычные солдаты, не обременённые правами пилота. Три миллиона долларов достались мэрилендской аэрокосмической и оборонной корпорации AAI, предложившей трансформер-проект вертолёта-самолёта-внедорожника. А калифорнийская ком-

пания *Pratt&Whitney Rocketdyne*, производящая двигатели для истребителей и транспортников, получила от DARPA миллион долларов на разработку пламенного мотора для трансформера. За его основу будет взят дизельный двигатель, сопоставимый по удельной мощности с газовыми турбинами. Судя по всему, это именно то, что нужно. Напомним требования: 460 кг груза в воздухе (то есть именно квартет среднестатистических бойцов в полной боевой выкладке) и 460 км полёта без дозаправки. Плюс дизель, что отвечает минимальным «зелёным» запросам военных. На всё DARPA выделяет полновесные четыре года — в 2015 г. трансформер должен летать, «как часы». И этот срок лишней раз подтверждает серьёзность начинания. Проект-победитель основывается на технологии так называемого винтокрыла — комбинированного летательного аппарата. Винт будет ответствен только за подъёмную силу, горизонтальный полёт должен обеспечиваться дизелем *P&W Rocketdyne*. Крылья у машины будут складывающимися, топливные баки, судя по всему, расположатся в крыльях...

23/10/2010,

<http://nauka21vek.ru/archives/8011>

Некропанспермия?



■ Жизнь на Земле могла образоваться благодаря попавшим на неё из космоса погибшим организмам с других планет. Такую идею, получившую название *гипотезы некропанспермии*, разработал канадский астроном. Гипотеза панспермии, которая лежит в основе его работы, была впервые предложена ещё в 1870-е гг. Её сторонники полагают, что жизнь была занесена на Землю из космоса метеоритами или кометами в форме неких «зародышей» (например, спор). Критики гипотезы указывают, что в ходе длительного космического путешествия споры будут очень сильно повреж-

дены жёстким излучением и, скорее всего, погибнут. Однако по мнению автора новой работы, для появления жизни на Земле не требовалось, чтобы на неё были занесены живые микроорганизмы. Для развития живых существ достаточно, чтобы на планету попало некоторое количество информации — в случае земных организмов она закодирована в форме ДНК или РНК. Живые существа содержат в своих генах огромное количество информации — по оценкам автора, в клетке кишечной палочки хранится 6 миллионов бит информации, в то время как случайное перемешивание молекул даст только 194 бита за 500 миллионов лет (появление жизни в ходе постепенного синтеза всё более и более сложных молекул — наиболее популярная на сегодняшний день гипотеза). Мёртвые организмы также несут в себе информацию несмотря на то, что она не может быть непосредственно реализована. Кроме того, «спрятанные» внутри клеток молекулы нуклеиновых кислот будут повреждаться меньше. Учёный полагает, что оптимальными «перевозчиками» информации могут выступать вирусы, которые состоят из ДНК или РНК, упакованных в оболочку из белков, иногда дополненную липидами или полисахаридами. Новая гипотеза вызвала неоднозначную реакцию у коллег. Скептики отмечают, что во время пребывания в космосе нуклеиновые кислоты могут разрушиться очень существенно несмотря на защиту оболочки. Кроме того, положения некропанспермии (впрочем, как и остальных гипотез, объясняющих происхождение жизни) крайне затруднительно проверить экспериментально.

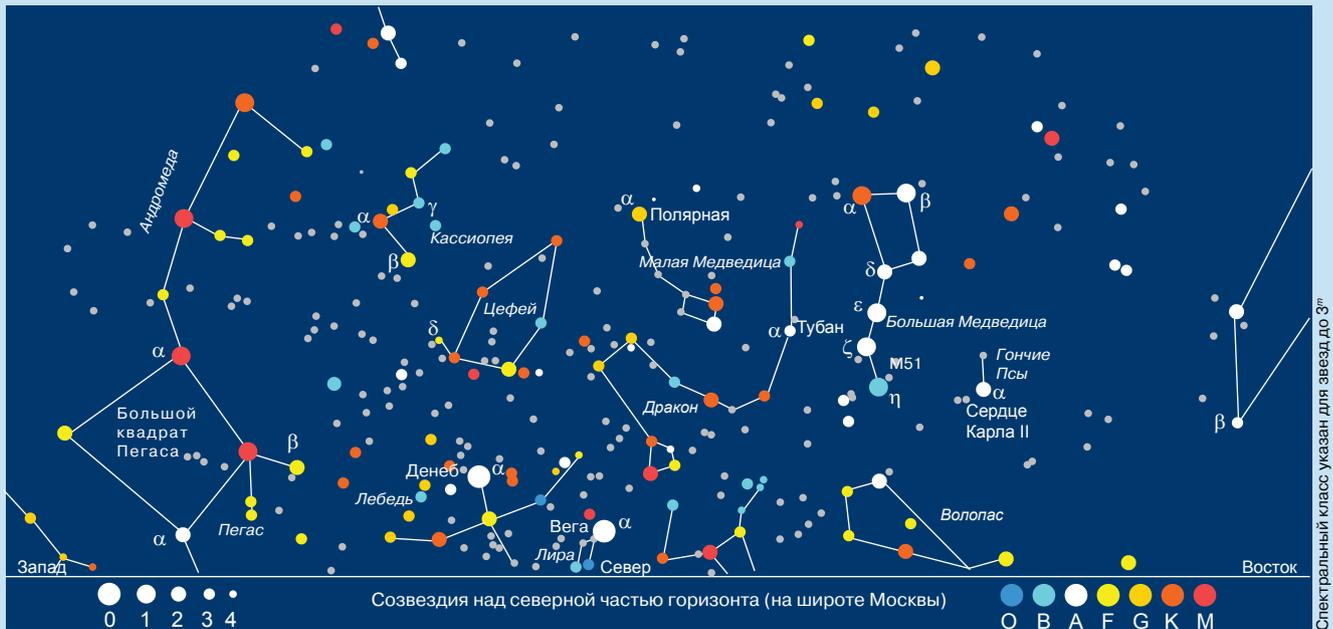
11/10/2010

<http://lenta.ru/news/2010/11/10/zombie/>

Л.В. ПИГАЛИЦЫН,
МОУ СОШ № 2,
г. Дзержинск,
Нижегородская обл.
<levp@rambler.ru>
www.levpi.narod.ru



Расширенный блок новостей см. на диске к № 4/2011.



Спектральный класс указан для звезд до 3^m

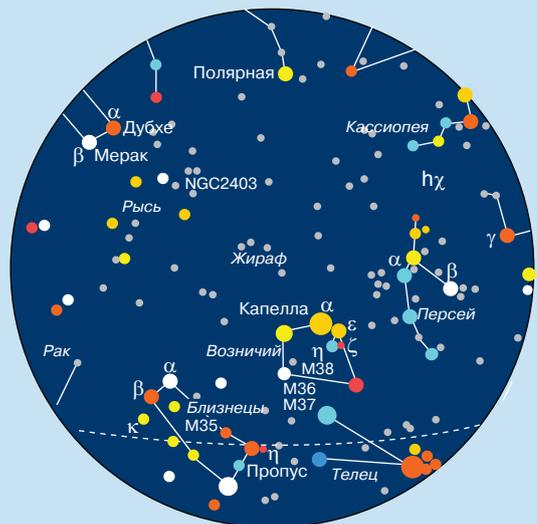
Продолжение. Начало см. на с. 23

яркая, как полная Луна, звезда. Продлится подобное космическое шоу около шести недель, что означает более полутора месяцев «белых ночей» в определённых участках планеты, а в остальных можно будет наслаждаться двумя-тремя дополнительными часами светового дня и восхитительным ночным зрелищем взорвавшейся звезды. Через две-три недели после взрыва звезда начнёт угасать, а через несколько лет – окончательно превратится для земного наблюдателя в туманность типа Крабовидной туманности.

Потоки заряженных частиц после взрыва дойдут до Земли через несколько столетий, и жители Земли получат небольшую (на 4–5 порядков меньше летальной) дозу ионизирующего излучения. Но волноваться не стоит в любом случае – как заявляют учёные, угрозы для Земли и её жителей нет, а вот подобное событие само по себе уникально – последнее свидетельство смерти массивной звезды. Мы не можем точно сказать, когда Бетельгейзе взорвётся, но более-менее точно знаем, что звёзды на стадии красных сверхгигантов живут десятки тысяч лет. Мы не знаем, когда Бетельгейзе стал красным сверхгигантом, поэтому можем прождать взрыв этой звезды даже десятки тысяч лет. Правда, недавно китайские астрономы, копаясь в архивах, обнаружили, что I в. до н. э. цвет Бетельгейзе был белым или жёлтым. Но уже у Птолемея в 140 г. н. э. находим, что это была красная звезда. Так что возможно, Бетельгейзе стала красным сверхгигантом всего 2000 лет назад и ждать её взрыва придётся десятки тысяч лет.

Под созвездием Ориона можно попытаться увидеть неприметное созвездие Зайца. Чуть западнее и южнее расположены созвездия Голубя и Резца, которые хорошо видны в южных областях России.

На востоке взошло красивое созвездие Льва, по расположению ярких звёзд напоминающее лежащего льва с гордо поднятой головой.



Созвездия вблизи зенита

Между Львом и Близнецами расположено слабое зодиакальное созвездие Рака.

На западе, низко над горизонтом, заметны две сравнительно яркие звезды – Хамаль (α) и Шератан (β) – созвездия Овна.

Овен, Телец, Близнецы, Рак и Лев намечают на небе эклиптику. Попытайтесь проследить её по этим созвездиям. Обратите внимание, что зодиакальные созвездия Тельца и Близнецов находятся в верхней кульминации, то есть выше всего над горизонтом. Именно через эти созвездия проходит Солнце в разгар лета.

Самое заметное созвездие вблизи зенита, которое в данное время находится в верхней кульминации, – Близнецы. Оно выделяется двумя очень яркими звёздами второй величины, расположенными близко друг к другу: Кастором (α) и Поллуксом (β). Ещё одна звезда второй величины (γ) лежит в ногах у Поллукса и указывает на Бетельгейзе.

Кастор представляет собой красивейшую двойную звезду: яркая 2^m с более слабой 3^m на расстоянии около 5". Не-

сколько выше μ и η Близнецов хороший наблюдатель в бинокль сможет различить слабое пятнышко $5,3^m$ – рассеянное скопление звёзд М35, диаметр которого около $40'$. Звезда ζ Близнецов меняет свой блеск с $3,6^m$ до $4,2^m$ с периодом 10,2 суток; эта переменная звезда относится к типу пульсирующих короткопериодических цефеид.

Следующее созвездие – Возничий, его ярчайшая звезда Капелла (α) находится почти в зените. В этом созвездии можно различить вытянутый треугольник из трёх звезд как раз под Капеллой: ε , η , ζ – астеризм Козлята, причём ε и ζ являются одновременно и переменными, и двойными звёздами.

На западе хорошо различимо созвездие Персея с яркой звездой Мирфак (α , $1,9^m$). На северо-западе видно W-образное созвездие Кассиопеи. Между Кассиопеей и Персеем можно различить два близко расположенных рассеянных звёздных скопления: χ (4^m) и η (5^m) Персея.

Над северной стороной горизонта в нижней кульминации в данное время находятся созвездия Цефея, Лебедя, Лиры и часть созвездия Дракона с его «головой». Над горизонтом находятся незаходящая часть Лебедя с Денебом (α) и Вега (α Лиры). Большая Медведица своим «хвостом» указывает на Арктур – ярчайшую звезду созвездия Волопаса, которое только что вошло. На северо-западе коснулся горизонта Пегас, а Андромеда ещё высоко над горизонтом.

ПЛАНЕТЫ [1]

Меркурий быстро движется по созвездию Рыб, достигает максимальной восточной элонгации 23 марта, удалившись от Солнца по эклиптике на 19° к востоку. Планету можно увидеть в лучах вечерней зари, начиная со второй декады месяца, когда её блеск составит почти -1^m , и до конца, когда он уменьшится до $1,4^m$. Продолжительность видимости Меркурия меняется от 10 минут в начале и конце месяца и до 1,3 ч в конце второй и начале третьей декады. Не упустите редкую возможность увидеть Меркурий в этом месяце.



Вид бурлящей поверхности Бетельгейзе с гигантскими потоками истекающего из её недр вещества. (<http://www.eso.org/public/news/eso0927>)

Венера движется по созвездию Козерога, её можно увидеть в течение часа только в первой половине месяца перед восходом Солнца, блеск -4^m .

Марс находится над горизонтом в дневные часы, поэтому он не доступен для наблюдений.

Юпитер движется по созвездиям Кита и Рыб, медленно приближаясь к Солнцу, его можно попытаться увидеть в течение часа сразу после захода Солнца на западе, блеск -2^m .

Сатурн движется попятно по созвездию Девы и виден всю ночь, блеск $0,4^m$. В телескоп хорошо видно кольцо, а в крупный школьный телескоп можно увидеть его самый большой спутник – Титан.

Уран движется по созвездию Рыб, 21 марта произойдёт соединение планеты с Солнцем, поэтому его нельзя наблюдать.

Нептун движется по созвездию Козерога, поскольку прошёл только месяц после его соединения с Солнцем, он не виден.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ [3]

Боттиды (по латинскому названию созвездия Волопаса – *Bootes*). Поток активен почти целый месяц с максимумом 10 марта (до 5 мет./ч). Метеоры быстрые. Наблюдения лучше проводить после полуночи, так как Волопас кульминирует около 3 ч.

Виргиниды (по названию созвездия Девы – *Virgo*). Поток активен с 12 по 22 марта с максимумом 12 марта (до 4 мет./ч). Наблюдения лучше проводить после полуночи, когда созвездие Девы кульминирует. В этом потоке много медленных ярких метеоров и болидов. Поток связан с кометой, которую наблюдали в 1834 г.

Литература

- Шевченко М.Ю., Угольников О.С. Школьный астрономический календарь на 2010/2011 учебный год. Вып. 61: учеб. пособие для учащихся 7–11 кл. М.: Дрофа, 2010.
- Эратосфен из Кирены. Превращения в созвездия (катастеризмы): / Сб. «Небо, наука, поэзия. Античные авторы о небесных светилах, об их именах, восходах, заходах и приметах погоды»; под ред. Н.А. Федорова, П.В. Щеглова. М.: Изд-во МГУ, 1992.
- Чаругин В.М. Астрономические вечера: книга для учителя / Сб. «Я иду на урок астрономии. Звёздное небо. 11 класс». М.: Изд-во «Первое сентября», 2001.



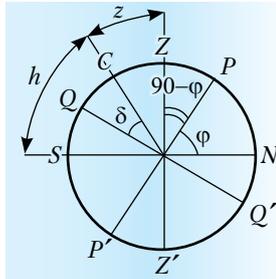
Приближённое определение географических координат местности

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: определение широты места наблюдения, кольцо Глазенапа

К.В. ЛАБИН
(ученик 10-го класса)
Руководитель **В.И. Есин**
(учитель физики и астрономии)
<VEsin2007@yandex.ru>,
МОУ Запрудновская СОШ,
с. Запрудное, Кстовский район,
Нижегородская обл.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШИРОТЫ МЕСТА НАБЛЮДЕНИЯ

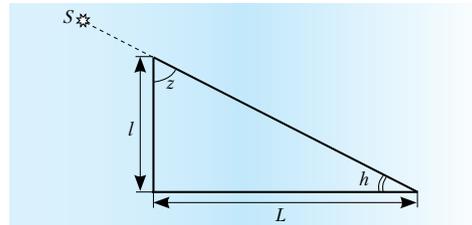
Один из способов определения широты места (правда, приближённо) – с помощью гномона и наблюдений Солнца. Рассмотрим проекцию небесной сферы на плоскость небесного меридиана: PP' – ось мира; P – Северный полюс мира (рядом Полярная звезда); P' – Южный полюс мира; ZZ' – отвесная линия; Z – зенит; Z' – надир; SN – плоскость горизонта; S – точка юга; N – точка севера; QQ' – небесный экватор; h – высота Солнца в момент верхней кульминации; z – зенитное расстояние.



Высота светила в верхней кульминации к югу от зенита $h = \delta + 90^\circ - \varphi$, где δ – склонение Солнца на данный день), φ – широта местности, где проводятся наблюдения [1].

Из геометрических соображений получаем $\varphi = z + \delta$. Значит, чтобы определить широту местности, надо знать склонение Солнца на данный день (это значение находим в переменной части астрономического календаря – 14 ноября 2008 г., когда проводились наблюдения, $\delta = -17^\circ 58'$) и зенитное расстояние Солнца в этот же день, в момент верхней кульминации. Для определения z мы использовали гномон (ровную палку длиной $l = 1$ м, не считая зарытого в землю конца). Установив гномон по отвесу, мы часа за два до планируемого полдня начали наблюдение за его тенью (тень будет укорачиваться) и определили длину самой короткой тени.

Зная длину гномона l и длину самой короткой тени $L = 3,5$ м, нашли высоту Солнца $h = \arctg(l/L) = 15^\circ 57'$, вычислили зенитное расстояние $z = 90^\circ - 15^\circ 57' = 74^\circ 03'$ и получили широту места:



$$\varphi = 74^\circ 03' - 17^\circ 58' \approx 56^\circ 05'.$$

Рассчитаем относительную погрешность измерений. Считаем, что длину гномона и длину тени мы измерили с точностью 1 см, тогда

$$\varepsilon_{\text{гномона}} = 1 \text{ см} / 100 \text{ см} = 0,01;$$

$$\varepsilon_{\text{длины тени}} = 1 \text{ см} / 350 \text{ см} = 0,003.$$

$$\varepsilon_{\varphi} = \sqrt{\varepsilon_{\text{гномона}}^2 + \varepsilon_{\text{длины тени}}^2} = 0,01.$$

Абсолютная погрешность вычисляем по формуле:

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{гномона}} \cdot \varepsilon_{\varphi} = 56,08^\circ \cdot 0,01 = 0,56^\circ.$$

Окончательный результат: $\varphi = 56,1^\circ \pm 0,6^\circ$. (Согласно Википедии, координаты с. Запрудного $56^\circ 02' 27''$. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Запрудное>. – Ред.)

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОЛГОТЫ МЕСТА НАБЛЮДЕНИЯ

Разность местных времён на двух меридианах в один и тот же момент равна разности долгот этих меридианов, выраженных в часовой мере: $\lambda = T_{\lambda} - T_0$. Значит, определение долготы какого-либо пункта сводится к одновременному определению местного времени T_{λ} в данном пункте (с. Запрудное, Кстовский район) и на нулевом (г. Гринвич, Англия) меридиане T_0 .

Чтобы определить время, когда в данной местности наступает полдень по часам в Гринвиче, мы сделали простейший астрономический инструмент – кольцо Глазенапа. В металлической пластинке шириной 2–3 см и длиной 40–47 см просверлили по отверстию на противо-



ложных сторонах вдоль центральной линии. Наклеили на одну сторону миллиметровую бумагу и отметили цифрами точки через каждые 3–4 мм. Согнули эту пластинку в кольцо, чтобы миллиметровая бумага оказалась внутри, и болтом через отверстие закрепили его в стойке. В кольце просверлили напротив шкалы с цифрами очень маленькое отверстие для солнечного луча.

В месте крепления болта сделали крепёж, за который и подвесили кольцо в безветренном месте, а с противоположной стороны по диаметру укрепили груз-отвес. Если поворачивать кольцо вокруг вертикальной, параллельной отвесу, оси, то в тот момент, когда плоскость кольца будет находиться в одной плоскости с Солнцем, обращённая к Солнцу стенка начнёт отбрасывать тень на внутреннюю часть кольца.

Солнечный луч, пройдя через маленькое отверстие в кольце, даёт на миллиметровой бумаге маленький светлый зайчик. Проследим за его перемещением по шкале.

Полное наблюдение состоит из двух серий. Первая серия выполняется до полудня. Так как Солнце в это время поднимается над горизонтом, зайчик опускается, пересекая деления шкалы. Замечаем по нашим часам те моменты времени, когда зайчик пересекает отмеченные точки. Следим за Солнцем и поворачиваем кольцо, чтобы тень падала на его внутреннюю часть. При этом вертикальное положение кольца не изменяется.

Вторая серия наблюдений выполняется после полудня. Теперь Солнце опускается к горизонту, а зайчик поднимается по шкале, проходя те же отметки. Отмечаем по часам время их прохождения [1].

У нас получились следующие значения времени

Число на шкале кольца	Время прохождения солнечного луча T
5	9 : 51
5.2	10 : 09
5.5	10 : 45
5.6	10 : 55
5.6	13 : 30
5.5	13 : 39
5.2	14 : 11
5	14 : 31

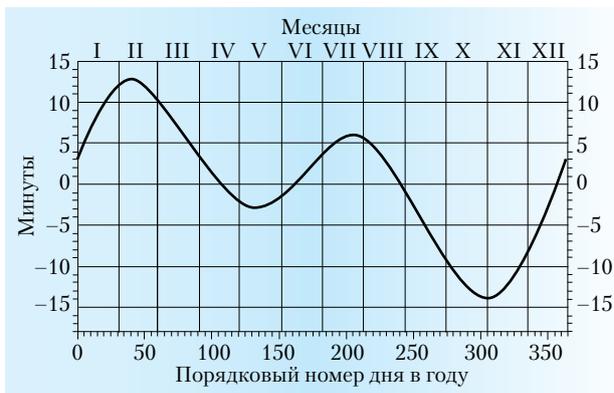
Если пренебречь изменением склонения Солнца в течение дня, то одну и ту же метку луч пройдет дважды – в моменты времени, симметричные относительно полудня. Среднее значение времени как раз и будет моментом наступления истинного полудня. Так поступаем со всеми значениями. Взяв из всех определений среднее, получаем более точный результат момента истинного полудня по нашим часам.

Число на шкале кольца	Среднее значение времени наступления полудня по местному времени
5	$(9 : 51 + 14 : 31)/2 = 12 : 11$
5.2	$(10 : 09 + 14 : 11)/2 = 12 : 10$
5.5	$(10 : 45 + 13 : 39)/2 = 12 : 12$
5.6	$(10 : 55 + 13 : 30)/2 = 12 : 13$

Среднее время наступления полудня по местному времени: $(12 : 11 + 12 : 10 + 12 : 12 + 12 : 13)/4 = 12^{\text{ч}} 11^{\text{м}}$. Так как с. Запрудное находится в третьем часовом поясе, то вычтя из полученного значения времени 3 ч, получаем время наступления истинного полудня в нашей местности по времени нулевого меридиана (Гринвича): $T_0 = 12^{\text{ч}} 11^{\text{м}} - 3^{\text{ч}} 00^{\text{м}} = 9^{\text{ч}} 11^{\text{м}}$.

Теперь найдём момент наступления истинного полудня по местному времени. Для этого воспользуемся уравнением времени.

Из графика уравнения времени [2] следует, что в день наблюдения (21 декабря) поправка часов составляет –1 мин, значит истинный полдень наступил в $T_{\lambda} = 11^{\text{ч}} 59^{\text{м}}$. Поправка возникает из-за того, что Солнце по эклиптике движется неравномерно.



Далее определяем долготу местности по формуле: $\lambda = T_{\lambda} - T_0 = 11^{\text{ч}} 59^{\text{м}} - 9^{\text{ч}} 11^{\text{м}} = 2^{\text{ч}} 48^{\text{м}}$. ($42^{\circ} 00'$. По Википедии, долгота с. Запрудное $44^{\circ} 26' 47''$. – Ред.)

Комментарий редакции. Точность измерения широты в основном определяется точностью измерения длины тени. Поскольку Солнце – объект с угловым диаметром около $0,5^{\circ}$, то тень конца гномона размыта на ~10 см (с учётом геометрии). Если измеряется середина этой размытости, то можно принять, что $\Delta L = 0,5$ см ($\epsilon_L = 0,014$). Полная относительная погрешность $\epsilon_{\varphi} = 0,0017$ ($\Delta\varphi = 0,98^{\circ} = 1^{\circ}$). Итак, имеем $\varphi = 56^{\circ} \pm 1^{\circ}$. Что касается точности определения долготы, то относительная погрешность, полученная по 8 изме-

рениям, $\epsilon_{\lambda} = \sqrt{\frac{\epsilon_T^2}{7}}$. Поэтому $\epsilon_{\lambda} = 0,0063$, а $\Delta\lambda = 1^{\text{м}}$, то

есть $\lambda = 2^{\text{ч}} 47^{\text{м}} \pm 1^{\text{м}}$. Точность измерения долготы практически определяется временем, за которое изображение Солнца диаметром около 1 мм переместится на эту величину. Опытный наблюдатель может определить и точнее: это время, за которое половина солнечного диска пройдёт это расстояние, а на это требуется ~1 минуты.

Литература

1. Цесевич В.П. Что и как наблюдать на небе. М.: Наука, 1984.
2. Астрономический календарь /Под ред. В.К. Абаланина. М.: Наука, 1981.

Хочу учиться в МГУ!

Задачи вступительных испытаний и олимпиад по физике
в МГУ им. М.В. Ломоносова

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: абитуриенту, решение задач, МГУ им. М.В. Ломоносова,
олимпиада «Ломоносов»

Продолжение. См. № 1, 2/2011



В.М. БУХАНОВ,
Е.А. ВИШНЯКОВА, А.В. ГРАЧЁВ,
О.С. ИВАНОВА,
проф. С.Н. КОЗЛОВ,
С.Ю. НИКИТИН,
И.П. НИКОЛАЕВ, С.В. ПАЦАЕВА,
В.А. ПОГОЖЕВ, Н.Б. ПОДЫМОВА,
М.С. ПОЛЯКОВА,
проф. П.А. ПОЛЯКОВ,
проф. В.С. РУСАКОВ,
С.С. ЧЕСНОКОВ,
Н.И. ЧИСТЯКОВА

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

1. Сформулируйте принцип суперпозиции электрических полей. Чему равна напряжённость электростатического поля равномерно заряженной проводящей сферы?

Задача. Три концентрические проводящие сферы, имеющие радиусы R , $2R$ и $3R$, находятся в вакууме. Внутренняя сфера несёт заряд q , средняя сфера не заряжена, а внешняя – заземлена. Какое количество теплоты ΔQ выделится после соединения внутренней сферы со средней сферой проводником, имеющим достаточно большое сопротивление?

Решение. На внутренней поверхности внешней сферы индуцируется заряд $-q$. Поскольку эта сфера заземлена, заряд на её внешней поверхности равен нулю. Поэтому электростатическое поле существует только в пространстве между внутренней и внешней сферами. Примем потенциал заземлённой внешней сферы за нуль. Тогда потенциал сферы радиусом R будет равен $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{3R} \right) = \frac{q}{6\pi\epsilon_0 R}$.

Следовательно, начальная энергия электростатического поля равна $W = \frac{q\varphi}{2} = \frac{q^2}{12\pi\epsilon_0 R}$. По прошествии

достаточно большого времени после соединения внутренней и средней сфер весь заряд с внутренней сферы перейдёт на среднюю сферу. Теперь электростатическое поле будет существовать только в пространстве между средней и внеш-

ней сферами. Потенциал средней сферы станет

$$\varphi' = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{2R} - \frac{1}{3R} \right) = \frac{q}{24\pi\epsilon_0 R}.$$

Поэтому конечная энергия электростатического поля будет $W' = \frac{q\varphi'}{2} = \frac{q^2}{48\pi\epsilon_0 R}$. При перемещении заряда по проводнику, соединяющему внутреннюю и среднюю сферы, выделится количество теплоты

$$\Delta Q = W - W'; \Delta Q = \frac{q^2}{16\pi\epsilon_0 R}.$$

2. Дайте определение электроёмкости. Запишите формулу для электроёмкости плоского конденсатора.

Задача. Плоский конденсатор, подключённый к источнику с ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В, состоит из двух квадратных обкладок площадью $S = 1$ м² каждая, расположенных на расстоянии $d = 1$ мм друг от друга. Между обкладками находится диэлектрическая пластинка с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 5$, заполняющая весь объём конденсатора. Пластинку начинают выдвигать вдоль одной из сторон конденсатора с постоянной скоростью $v_0 = 2$ м/с. Какой по величине и направлению электрический ток I будет течь в цепи источника при этом? Внутренним сопротивлением источника можно пренебречь. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Решение. Пусть пластинка выдвинута из конденсатора на расстояние x . Ёмкость конденсатора и заряд на нём при этом будут:

$$C(x) = \frac{ax\epsilon_0}{d} + \frac{a(a-x)\epsilon_0\epsilon}{d} = \frac{a\epsilon_0}{d} [a\epsilon - x(\epsilon - 1)],$$

$$q(x) = C(x)\mathcal{E},$$

где $a = \sqrt{S}$. За малое время Δt пластинка переместится на расстояние $\Delta x = v_0 \Delta t$ и заряд конденсатора уменьшится на величину.

Учитывая, что $I = \Delta q / \Delta t$, получаем ответ:

$$I = \sqrt{S} \frac{\epsilon_0 \mathcal{E}}{d} (\epsilon - 1) v_0 \approx 7,1 \cdot 10^{-8} \text{ А}.$$

Ток внутри источника направлен от положительной его клеммы к отрицательной.

3. Как определяется работа и мощность электрического тока? Сформулируйте закон Джоуля–Ленца.

Задача. При подключении к аккумулятору с внутренним сопротивлением $r = 0,16$ Ом нагревательный элемент развивает мощность $N_1 = 200$ Вт. При подключении нагревательного элемента к двум таким аккумуляторам, соединённым последовательно, выделяемая в нагревателе мощность составила $N_2 = 288$ Вт. Найдите ЭДС \mathcal{E} аккумулятора.

Решение. Мощность, выделяемая в нагревательном элементе при подключении его к одному аккумулятору, равна $N_1 = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(r+R)^2}$, где R – сопротивление нагревателя, \mathcal{E} – ЭДС аккумулятора, r – его внутреннее сопротивление. При подключении нагревателя к двум одинаковым аккумуляторам, соединённым последовательно, ЭДС и внутреннее сопротивление источника удваиваются, в результате чего мощность, выделяющаяся в нагревателе, будет

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

Вводя величину $k = \sqrt{\frac{N_2}{N_1}}$, получаем

$$k = 2 \frac{r+R}{2r+R}. \text{ Отсюда } R = \frac{2r(k-1)}{2-k}.$$

Учитывая, что $\mathcal{E}^2 = \frac{(r+R)^2}{R} N_1$, получаем ответ:

$$\mathcal{E} = \sqrt{\frac{r N_2}{2(2 - \sqrt{N_2/N_1})(\sqrt{N_2/N_1} - 1)}} = 12 \text{ В}.$$

4. Какими носителями заряда создаётся электрический ток в электролитах? Сформулируйте законы электролиза.

Задача. Электроды, подключённые к батарее с ЭДС $\mathcal{E} = 5$ В, погружены в водный раствор серной кислоты. Изменяя расстояния между электродами, их установили так, что батарея стала отдавать во внешнюю цепь максимальную мощность. Определите эту мощность N , если за время $\tau = 50$ мин при электролизе выделяется $m = 0,3$ г водорода. Поляризацией электродов при электролизе можно пренебречь. Элементарный заряд $e = 1,602 \cdot 10^{-19}$ Кл, постоянная Авогадро $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$.

Решение. Поскольку, по условию, поляризация электродов мала, то силу тока I в цепи можно счи-

тать постоянной. По закону Фарадея, $m = \frac{1}{F} \cdot \frac{\mu}{z} \cdot I\tau$,

где $F = eN_A = 96,5$ кКл/моль – постоянная Фарадея, $z = 1$ – валентность, а $\mu = 1$ г/моль – атомарная масса

водорода. Отсюда $I = \frac{mzF}{\mu\tau}$. С другой стороны,

по закону Ома для полной цепи, $I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}$, где R –

сопротивление электролита, а r – внутреннее сопротивление батареи. По закону Джоуля–Ленца, мощность, выделяющаяся во внешней цепи, равна

$$N = I^2 R = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R+r)^2}.$$

Элементарный анализ этого выражения показывает, что максимальная мощность во внешней цепи выделяется при $R = r$ и равна

$$N_{max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4R}.$$

При этом $I = \frac{\mathcal{E}}{2R}$. Поэтому максимальная мощность может быть записана в виде:

$$N_{max} = \frac{\mathcal{E}I}{2}; N_{max} = \frac{\mathcal{E}mzeN_A}{2\mu\tau} \approx 24 \text{ Вт}.$$

5. Как определяется модуль и направление вектора магнитной индукции? Сформулируйте закон Ампера.

Задача. Металлический стержень массой $m = 7,5$ г и длиной $L = 30$ см подвешен горизонтально на двух невесомых гибких проводниках длиной $l = 15$ см каждый. Стержень находится в вертикальном однородном магнитном поле с модулем индукции $|\mathbf{B}| = 0,057$ Тл. По стержню пропускают кратковременный прямоугольный импульс постоянного тока силой I_0 и длительностью $\tau = 0,01$ с. При каком минимальном значении I_0 стержень совершит полный оборот, двигаясь по окружности вокруг оси, проходящей через точки подвеса гибких проводников? Считайте, что смещение стержня за время τ ничтожно мало. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с 2 .

Решение. Импульс силы Ампера за время τ равен $I_0 BL\tau$. По второму закону Ньютона $mv_0 = I_0 BL\tau$, откуда скорость, которую приобретает стержень по

$$\text{окончании импульса тока, равна } v_0 = \frac{I_0 BL\tau}{m}.$$

Уравнение движения стержня по окружности в

$$\text{верхней точке траектории имеет вид: } \frac{mv^2}{l} = mg + T,$$

где T – суммарное натяжение нитей. Скорость стержня v в верхней точке минимальна, если $T = 0$.

Следовательно $v^2 = gl$. Из закона сохранения механической энергии вытекает равенство:

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2mgl + \frac{mv^2}{2} = \frac{5}{2}mgl.$$

Отсюда $v_0 = \sqrt{5gl}$. Объединяя записанные выражения, находим ответ:

$$I_0 = \frac{m\sqrt{5gl}}{BL\tau} \approx 12 \text{ А.}$$

6. Дайте определение напряжённости электрического поля. Что такое силовые линии электрического поля?

Задача. Свободная заряженная частица движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл по окружности радиусом $R = 4$ м. В некоторый момент времени включают однородное электрическое поле, направленное параллельно магнитному. Модуль напряжённости $|\mathbf{E}| = 10$ В/м. Через какое время Δt после включения электрического поля кинетическая энергия частицы увеличится в $n = 2$ раза? Силу тяжести не учитывайте.

Решение. Уравнение движения частицы по окружности в однородном магнитном поле имеет вид:

$$\frac{mv_0^2}{R} = qv_0B, \text{ где}$$

m – масса, q – заряд, v_0 – скорость частицы. Отсюда $v_0 = \frac{qBR}{m}$. Таким образом,

кинетическая энергия частицы до включения электрического поля

$$W_0 = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{(qBR)^2}{2m}.$$

После включения электрического поля частица за время Δt приобретет в направлении поля скорость $v_1 = \frac{qE}{m}\Delta t$ и кинетическая энергия частицы станет равной

$$W_1 = \frac{m(v_0^2 + v_1^2)}{2} = \frac{(qBR)^2}{2m} + \frac{(qE\Delta t)^2}{2m}.$$

По условию. $W_1 = nW_0$. Объединяя записанные выражения, получаем:

$$\Delta t = \sqrt{n-1} \cdot \frac{BR}{E} = 0,16 \text{ с.}$$

Тренировочный вариант ЕГЭ по физике. 2011 г.

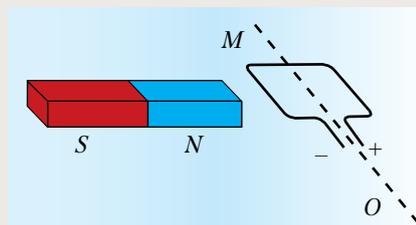
КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: решение задач, ЕГЭ

Продолжение. См. № 2/2011

ЧАСТЬ 3

Задания **С1–С6** представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в бланке ответов № 2. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (**С1** и прочее), а затем решение соответствующей задачи.

С1. Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси MO , если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.

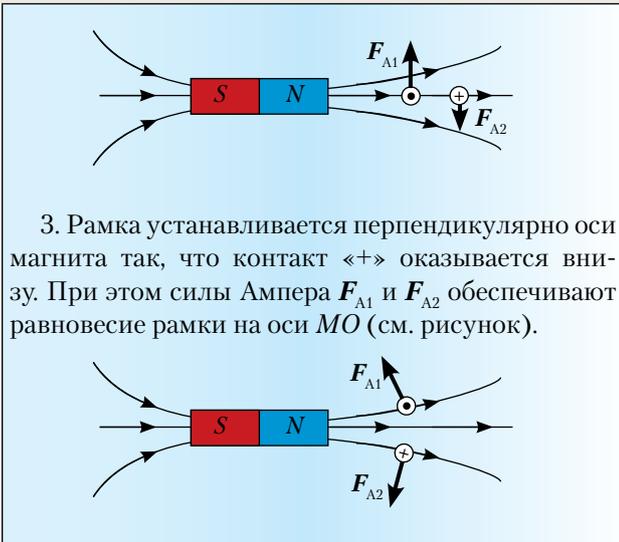


Ответ: _____

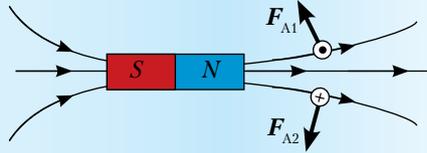
Образец возможного решения

1. *Ответ.* Рамка повернётся по часовой стрелке и встанет перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» окажется внизу.
2. Рассмотрим сечение рамки плоскостью рисунка в условии задачи. В исходном положении в левом звене рамки ток направлен к нам, а в правом – от нас. На левое звено рамки действует сила Ампера \mathbf{F}_{A1} , направленная вверх, а на правое звено – сила Ампера \mathbf{F}_{A2} , направленная вниз. Эти силы разворачивают рамку на неподвижной оси MO по часовой стрелке (см. рисунок).

Авторы-составители М.Ю. Демидова <demidovaktv1@yandex.ru> (ФИПИ, МИОО, г. Москва) и др. – Ред.



3. Рамка устанавливается перпендикулярно оси магнита так, что контакт «+» оказывается внизу. При этом силы Ампера F_{A1} и F_{A2} обеспечивают равновесие рамки на оси MO (см. рисунок).



Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае, п. 1), и полное верное объяснение (в данном случае, п. 2–3) с указанием наблюдаемых явлений (<i>магнитное поле полосового магнита, действие магнитного поля на проводник с током</i>) и законов (в данном случае – <i>определение направления силы Ампера</i>).	3
Приведено решение и дан верный ответ, но имеется один из следующих недостатков: – В объяснении содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи, хотя указаны все необходимые физические явления и законы. ИЛИ – Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном объёме или в них содержатся логические недочёты. ИЛИ – Указаны не все физические явления и законы, необходимые для полного правильного решения.	2
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но дан неверный или неполный ответ. ИЛИ – Приведены рассуждения с указанием на физические явления и законы, но ответ не дан. ИЛИ – Представлен только правильный ответ без обоснований.	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

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

C2. В безветренную погоду самолёт затрачивает на перелёт между городами 6 часов. Если во время полёта дует боковой ветер перпендикулярно линии полёта, то самолёт затрачивает на перелёт на 9 минут больше. Найдите скорость ветра, если скорость самолёта относительно воздуха постоянна и равна 328 км/ч.

Ответ. _____

Образец возможного решения
(рисунок не обязателен)

Выражение для пройденного пути в отсутствие ветра в первом случае: $s = v_{cb} t_1$, где v_{cb} – скорость самолёта относительно воздуха.

Закон сложения скоростей для перелёта во время ветра: $v_c = v_{cb} + v_b$, где v_c – скорость самолёта относительно Земли, v_b – скорость ветра.

Выражение для скорости самолёта относительно Земли во втором случае имеет вид: $v_c = \sqrt{v_{cb}^2 - v_b^2}$.

Тогда пройденный путь во втором случае:

$$s = v_c t_2 = \sqrt{v_{cb}^2 - v_b^2} \cdot t_2.$$

Следовательно, $v_{cb} t_1 = \sqrt{v_{cb}^2 - v_b^2} \cdot t_2$.

$$\text{Отсюда: } v_b = \frac{v_{cb} \sqrt{t_2^2 - t_1^2}}{t_2}.$$

Ответ: $v_b = 72 \text{ км/ч} = 20 \text{ м/с}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>законы сложения скоростей, уравнения кинематики для равномерного движения</i>); 2) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).	3
Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но имеет один из следующих недостатков: – В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка. ИЛИ – Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.	

<p>ИЛИ</p> <p>– Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>– Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

$$M + m = m_r \left(\frac{29}{4} - 1 \right) = 6,25 m_r.$$

Следовательно, $m_r = \frac{M + m}{6,25}$. Ответ. $m_r = 100$ кг.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>условие равновесия тела, закон Архимеда и уравнение Клапейрона–Менделеева</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет ОДИН из следующих недостатков:</p> <p>– В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>– Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

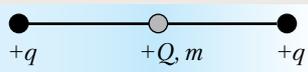
С3. Газонепроницаемая оболочка воздушного шара имеет массу 400 кг. Шар заполнен гелием. Он может удерживать груз массой 225 кг в воздухе на высоте, где температура воздуха 17 °С, а давление 10⁵ Па. Какова масса гелия в оболочке шара? Оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объёма шара, объём груза пренебрежимо мал по сравнению с объёмом шара.

Ответ. _____

Образец возможного решения
<p>Шар с грузом удерживается в равновесии при условии, что сумма сил, действующих на него, равна нулю: $(M + m)g + m_1g - m_2g = 0$, где M и m – массы оболочки шара и груза, m_r – масса гелия, а $F = m_2g$ – сила Архимеда, действующая на шар. Из условия равновесия следует: $M + m = m_r - m_r$.</p> <p>Давление гелия p и его температура T равны давлению и температуре окружающего воздуха. Следовательно, согласно уравнению Клапейрона–Менделеева, $pV = \frac{m_r}{\mu_r} RT = \frac{m_2}{\mu_2} RT$, где μ_r – молярная масса гелия, μ_2 – средняя молярная масса воздуха, V – объём шара.</p> <p>Отсюда: $m_2 = m_r \frac{\mu_2}{\mu_r}$; $m_r - m_r = m_r \left(\frac{\mu_2}{\mu_r} - 1 \right)$.</p>

С4. По гладкой горизонтальной направляющей длиной $2l$ скользит бусинка, имеющая положитель-

ный заряд $Q > 0$ и массу m . На концах направляющей закреплены положительные заряды $q > 0$ (см. рисунок).



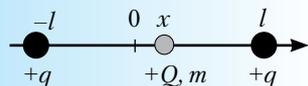
Бусинка совершает малые колебания относительно положения равновесия, период которых равен T .

Чему будет равен период колебаний бусинки, если её заряд увеличить в 2 раза?

Ответ. _____

Образец возможного решения

При небольшом смещении $x (|x| \ll l)$ бусинки от положения равновесия на неё действует возвращающая сила:



$$F_x = k \frac{qQ}{(l+x)^2} - k \frac{qQ}{(l-x)^2} = kqQ \frac{(l-x)^2 - (l+x)^2}{(l+x)^2(l-x)^2} =$$

$$= -kqQ \frac{4lx}{(l+x)^2(l-x)^2} \approx -k \frac{4qQ}{l^3} x,$$

пропорциональная смещению x .

Ускорение бусинки, в соответствии со вторым законом Ньютона, $ma = -k \frac{4qQ}{l^3} x$, пропорционально

смещению. При такой зависимости ускорения от смещения бусинка совершает гармонические

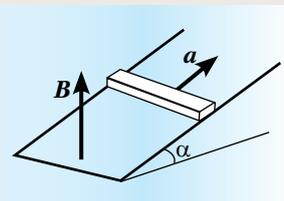
колебания, период которых $T = \pi \sqrt{\frac{m}{kqQ}} l^3$. При увеличении заряда бусинки до $Q_1 = 2Q$ период

колебаний уменьшится: $\frac{T_1}{T} = \sqrt{\frac{Q}{Q_1}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$.

Ответ. $T_1 = \frac{T}{\sqrt{2}}$.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>– В необходимых математических преобразованиях допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Необходимые математические преобразования логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный ответ в общем виде.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие ОДНОМУ из следующих случаев:</p> <p>– Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и ответа</p> <p>ИЛИ</p> <p>– В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

С5. Горизонтальный проводящий стержень прямоугольного сечения поступательно движется с ускорением вверх по гладкой наклонной плоскости в вертикальном однородном магнитном поле (см. рисунок). По стержню протекает ток I . Угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Отношение массы стержня к его длине $m/L = 0,1$ кг/м. Модуль индукции магнитного поля $B = 0,2$ Тл. Ускорение стержня $a = 1,9$ м/с². Чему равна сила тока в стержне?



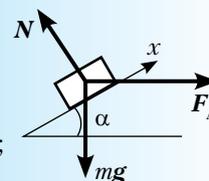
Ответ. _____

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – закон Кулона, второй закон Ньютона, взаимосвязь циклической частоты и периода колебаний, связь ускорения со смещением в гармонических колебаниях);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p> <p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет ОДИН из следующих недостатков:</p>	3

Образец возможного решения

1) На рисунке показаны силы, действующие на стержень с током:

- сила тяжести mg , направленная вертикально вниз;
- сила реакции опоры N , направленная перпендикулярно к наклонной плоскости;



– сила Ампера F_A , направленная горизонтально вправо, что вытекает из условия задачи.

2) Модуль силы Ампера $F_A = IBL$, где L – длина стержня.

3) Систему отсчёта, связанную с наклонной плоскостью, считаем инерциальной.

Для решения задачи достаточно записать второй закон Ньютона в проекциях на ось X (см. рисунок): $ma_x = -mgsin\alpha + IBLcos\alpha$, где m – масса стержня.

Отсюда находим $I = \frac{m \cdot (a_x + g \sin\alpha)}{L \cdot B \cos\alpha}$.

Ответ: $I \approx 4$ А.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>выражение для силы Ампера и второй закон Ньютона</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет ОДИН из следующих недостатков:</p> <p>– В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>– Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

С6. Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) в сосуде, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряжённостью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь $s = 5 \cdot 10^{-4}$ м? Релятивистские эффекты не учитывать.

Ответ: _____

Образец возможного решения
<p>Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта в данном случае имеет вид $\frac{hc}{\lambda_{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{кр}} + \frac{mv_0^2}{2}$. Откуда следует, что начальная скорость вылетевшего электрона $v_0 = 0$. Формула, связывающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля: $A = \frac{mv^2}{2}$.</p> <p>Работа силы связана с напряжённостью поля и пройденным путем: $A = Fs = eEs$.</p> <p>Отсюда $v^2 = \frac{2eEs}{m}$, $v = \sqrt{\frac{2eEs}{m}}$.</p> <p>Ответ: $v \approx 3 \cdot 10^6$ м/с.</p>

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>1) правильно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – <i>уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулы для изменения кинетической энергии частицы и для работы силы электрического поля</i>);</p> <p>2) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	3
<p>Представленное решение содержит п. 1 полного решения, но и имеет один из следующих недостатков:</p> <p>– В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Необходимые математические преобразования и вычисления логически верны, не содержат ошибок, но не закончены.</p> <p>ИЛИ</p>	2

Памяти Олега Фёдоровича КАБАРДИНА

3 января 2011 г. на 78-м году жизни скончался видный учёный-педагог, к. ф.-м. н., д. п. н., профессор Олег Фёдорович Кабардин.

В 1969 г. Олег Фёдорович был назначен заведующим лабораторией по факультативным курсам в Институте общего и политехнического образования АПН СССР (ныне ИСМО РАО). Здесь он защитил диссертацию на соискание учёной степени доктора педагогических наук, посвящённую проблемам развития школьного физического эксперимента.

Много лет Олег Фёдорович работал учителем физики в экспериментальной школе РАО № 82 г. Черноголовка (Московская область), возглавлял по научной части сборную команду СССР на международных физических олимпиадах школьников. И его ученики неоднократно побеждали и на всесоюзном, и на международном уровнях, многие стали видными учёными-физиками.

Олег Фёдорович – автор более 300 научно-педагогических работ, учебных и методических книг для средней и высшей школы, многие из них переведены с русского языка. Это учебники физики для 7–11-го классов, учебные пособия для факультативных курсов, методические и дидактические материалы, пособия для проведения лабораторных практикумов, сборники задач.

Олег Фёдорович активно участвовал в разработке образовательных стандартов по физике первого поколения, составлял задания для Единого государственного экзамена по физике, совершенствовал учебники для классов с углублённым изучением нашего предмета, которые выдержали 13 переизданий.



05.02.1933–03.01.2011

В последние годы О.Ф. Кабардин занимал должность главного научного сотрудника Института научной информации и мониторинга РАО. Главное внимание он уделял созданию учебников физики нового поколения. Учебники физики для 7–9-го классов, написанные с его участием, издаются и рекомендованы МОиН РФ к использованию в школах России.

О.Ф. Кабардин – отличник Народного Просвещения РСФСР, отличник Просвещения СССР, награждён медалью К.Д. Ушинского и медалью «За трудовую доблесть».

Память об Олеге Фёдоровиче Кабардине надолго сохранится в памяти его учеников, коллег и учителей России.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
– Не представлены преобразования, приводящие к ответу, но записан правильный числовой ответ или ответ в общем виде. ИЛИ – Решение содержит ошибку в необходимых математических преобразованиях и не доведено до числового ответа.	
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев: – Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и ответа. ИЛИ	1

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
– В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ – В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.	0

Жизнь в Солнечной системе

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: панспермия, жизнь на планетах и планетоидах Солнечной системы

Проф. И.А. СТЕПАНЮК,
stepanuk2009@rambler.ru,
РГГМУ, г. Санкт-Петербург

■ Сейчас считается общепринятой точка зрения, что высокоразвитая жизнь в Солнечной системе сосредоточена лишь на планете под названием Земля. Если где-нибудь и имеется нечто живое, то лишь на уровне вирусов или бактерий. И то предположительно. Белковая жизнь в зауклившемся состоянии предполагается даже на мелких метеоритах, прилетающих из внешнего Космоса, но тоже в виде микроорганизмов. Именно на таких предположениях основана идея панспермии, то есть как бы рассеивания основ жизни по Галактике. Там, где условия оказываются подходящими, жизнь и начинает развиваться. Но во всех этих предположениях речь идёт о белковой жизни. То есть о жизни в той форме, которая нам известна. А может ли быть жизнь в форме нам не известной?

Придуманная жизнь

Писатель с мировым именем и одновременно философ Станислав Лем, неоднократно участвовавший в различных научных конференциях, в том числе – по проблеме связи с внеземными цивилизациями (проблема *SETI*), предложил математическую формулу жизни, которая не включала белок и, в целом, углеводные соединения в качестве обязательного элемента. В своих произведениях он рассматривал придуманные формы жизни – знаменитый «океан» Соляриса (роман «Солярис» и фильмы с таким же названием), квазикристаллическую жизнь (роман «Непобедимый») и другие формы. Айзек Азимов описал странные небелковые формы разумной жизни в романе «Сами боги». Известный астрофизик Фред Хойл описал разумное космическое «Чёрное облако». Ко всему этому не стоит относиться пренебрежительно (мол, это фантастика!), поскольку всё это писали специалисты. А они считали ниже своего достоинства использовать приёмы, характерные для современных «фэнтези».

Известный кибернетик Тьюринг когда-то в пылу споров на тему «Может ли машина мыслить?» зая-

вил, что мыслящей может стать куча песка, если частицы в ней обладают нужным количеством степеней свободы.

Замедленная и ускоренная жизнь

Всё сказанное, кроме всего прочего, относится к ситуациям, когда совершенно не учитывается фактор времени. Действительно, скорость обмена информацией, которая имеет чрезвычайно важное значение для всего живого, всё-таки ограничена. Соответственно трудно представить себе мыслящий «океан» Соляриса как единое целое, живущее в привычном для нас времени. Либо у него весьма замедленный ритм жизни, либо он нашёл способы ускоренной передачи информации, не известные человечеству.

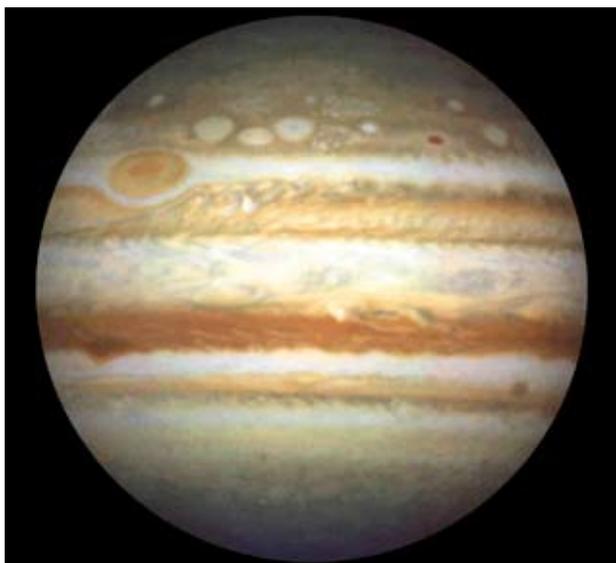
Идея существования организмов в ином (замедленном или ускоренном) ритме жизни не так уж нелепа. Ускоренный ритм характерен для некоторых насекомых. В то же время у многих животных периодически замедляется ритм жизни. Речь, конечно, идёт о впадении в зимнюю спячку, когда, как известно, замедляются все физиологические процессы.

Жизнь на Земле

Всё это разнообразие наблюдается у так называемых белковых существ. То есть у жизни в той форме, которая нам известна. Здесь с оговорками употреблено понятие белковых существ, поскольку всё не так просто. Известные формы жизни содержат некоторые длинные цепочки молекул, находящиеся в фоновом растворе. На Земле фоном является вода. На этом фоне формируется то, что мы называем жизнью, и главные роли в этом играют нуклеиновые кислоты и белки.

Вода, конечно, удивительная жидкость. И иногда представляется, что уникальность земных условий создана специально для формирования жизни. Однако это не так. Жизнь приспособилась к земным условиям. (Но в таком случае она могла приспособиться и к другим.)

Попытаемся, не обращаясь к приёмам «фэнтези», рассмотреть, опираясь на анализ биохимиков и астрофизиков [1], [2], жизнь на планетах и планетоидах Солнечной системы в той её форме, ко-



<http://solarsistem.by/ru/Jupiter2.jpg>

Юпитер

торая нам неизвестна. Можно рассмотреть либо другой фон жизни, либо других исполнителей главных ролей.

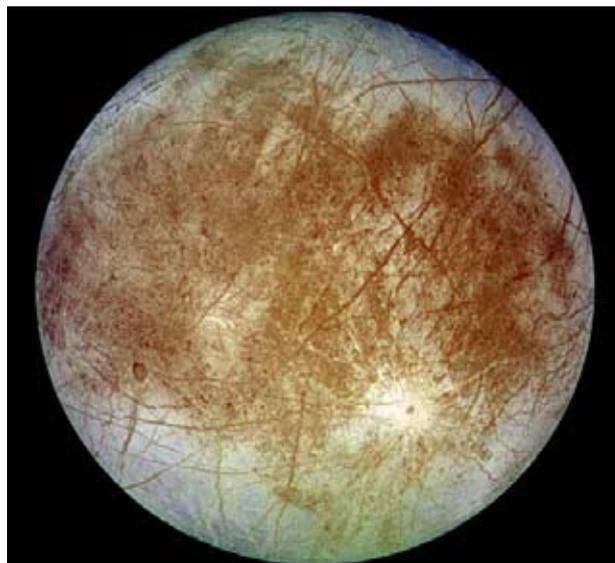
Жизнь на холодных планетах

Жизнь на Юпитере и Сатурне. Наиболее близким аналогом воды является аммиак. Молекула аммиака состоит из одного атома азота и трёх атомов водорода – NH_3 . Молярная масса воды равна 18 г/моль, аммиака – 17 г/моль. Как и вода, аммиак является сильным растворителем, он легко теряет один атом водорода. В общем, его очень легко представить фоном жизни. Правда, не на Земле. При нашем атмосферном давлении аммиак кипит примерно при $-30\text{ }^\circ\text{C}$, а замерзает при $-78\text{ }^\circ\text{C}$.

Атмосферы Юпитера и Сатурна содержат аммиак. Считается, что немного. Этот аммиак регистрируется в кристаллической форме в облаках. Возможность существования жидкого аммиака (аммиачных океанов) может последовать из того простого умозаключения, что температура кипения растёт с увеличением давления. Тем самым, на планетах-гигантах фон жизни, вероятно, существует. А вот где он находится, неизвестно. Ведь если судить аналогично о воде на Земле по верхнему слою облаков в тропосфере, где вода находится в кристаллическом состоянии, то вряд ли можно предположить наличие океанов на поверхности.

Считается, что атмосфера гигантов состоит преимущественно из водорода и гелия. Но ведь аммиачные облака на Юпитере и Сатурне откуда-то берутся – где-то есть источник?

А кто же исполняет главные действующие роли? Это может быть тот же самый белок. Однако с по-



<http://www.yaplakal.com/uploads/post-3-12599181966566.jpg>

Европа в натуральных цветах

нижением температуры белковые структуры получаются слишком стабильными, а биохимические реакции протекают слишком медленно. Это как бы препятствует гипотезе о развитии жизни на фоне аммиака. Но что такое «слишком медленно»? Для нас с вами – «медленно», для юпитерианских форм жизни – нормально.

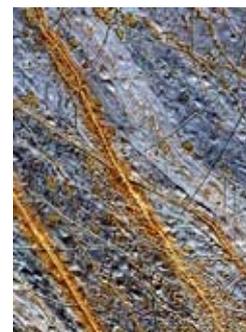
Спутники гигантов

● **Европа** (спутник Юпитера). Европа неожиданный спутник, в том смысле, что диаметр планеты равен 3122 км и большая часть территории покрыта океаном... из воды. Но океан этот покрыт слоем твёрдого льда толщиной до 1,5 км. Глубина же самого океана составляет 10–30 км. Ниже слоя твёрдого льда располагается жидкая вода. Вот это и есть самое интересное. Температура на поверхности Европы $-150\text{...}190\text{ }^\circ\text{C}$, но внизу значительно теплее. На сколько, пока однозначных данных нет. Но, видимо, достаточно, чтобы при тех давлениях вода могла существовать в жидком состоянии.

Обо всём этом свидетельствуют формы рельефа поверхности – многочисленные разломы ледяного панциря, гряды торосов и наличие отдельных замороженных льдин, что могло произойти только из-за «прорывов» жидкой воды снизу.

Наличие жидкого океана вселяет большой оптимизм в решении проблемы поиска внеземных форм жизни. Естественно, белковой жизни, как и на Земле.

«Братьев по разуму» на Европе, скорее всего, нет. И не потому, что они бы уже об-



Поверхность Европы (цвета усилены)

http://megafire.com/uploads/posts/2010-03/1268061852_europa.jpg

наружились. Например, в качестве пилотов знаменитых НЛО. А потому, что для создания подобных НЛО нужны совсем не «водные» технологии. Если там существует разветвлённый биоценоз, то развитие, наверно, пошло бы по биологическому, а не технологическому пути. Однако современная наука предполагает наличие на Европе только микроорганизмов.

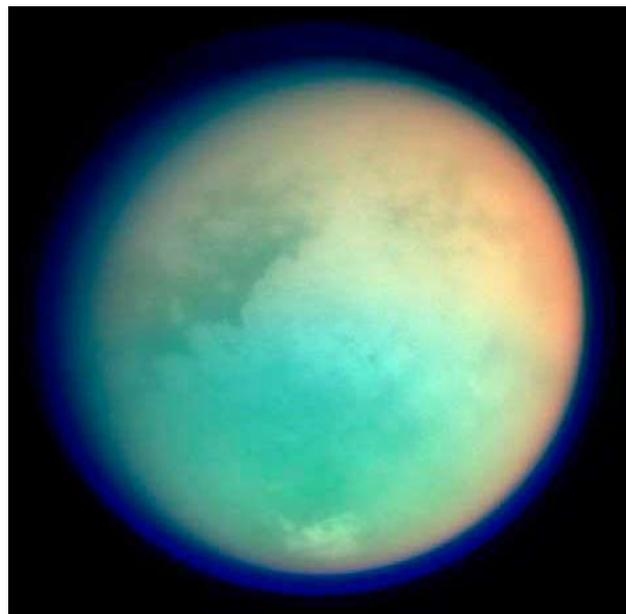
Существует ряд проектов по дальнейшему исследованию Европы. Наиболее интересный из них, по-видимому, наш отечественный. Академик Л.М. Зелёный, директор Института космических исследований РАН, заявил в январе 2008 г., что РФ будет участвовать в совместном проекте запуска к Юпитеру и к Европе космических аппаратов. Однако, в отличие от проектов Европейского космического агентства, РФ предлагает включить в состав направляемых аппаратов спускаемый аппарат, который просверлит лёд в районе разлома «твёрдого льда» и запустит в жидкий океан специальный зонд для выявления жизни.

Насколько это опасно – об этом речь не идёт. Но ведь пытаются же сейчас добраться через ледяной панцирь до жидкого озера на антарктической станции «Восток». И тоже не думают об опасности. (И об опасности не только для Земли – космический аппарат «Галилео», исследовавший Европу, был уничтожен в атмосфере Юпитера, чтобы не занести на Европу земные микроорганизмы.)

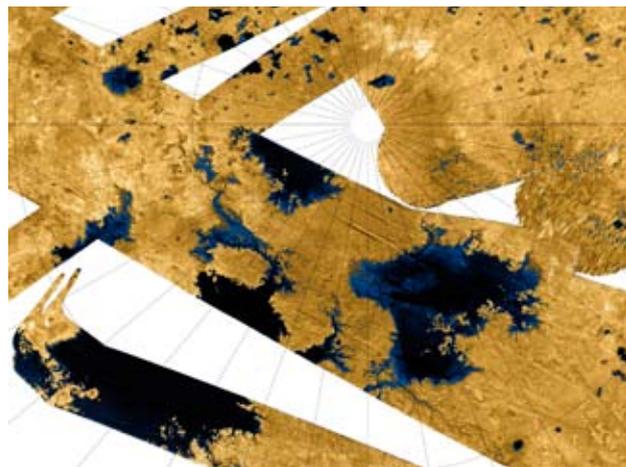
Предполагается, что подобные водные моря и океаны имеются на других спутниках Юпитера – на Ганимеде и Каллисто.

● **Титан** (спутник Сатурна). Конечно, в наше непростое время мало кто читал замечательный, но очень сложный роман Курта Воннегута «Сирены Титана». Роман фантастический, и автор полностью пренебрегает в нём известными физическими данными о Титане. А Титан интересный объект. Его диаметр больше, чем у Европы, он составляет 5150 км. Это единственный спутник в Солнечной системе, обладающий плотной атмосферой. Её давление у поверхности в 1,6 раза выше чем на Земле. Атмосфера состоит преимущественно из азота, как и атмосфера Земли. Очень много водяного льда, как и на Европе, и предполагается, что в глубине под слоем твёрдого льда находится жидкая фаза. Это интересно само по себе. Однако здесь нас больше интересует поверхность. И вот на этой поверхности имеются реки и озера – из метана.

Ну что ж. Тема статьи – жизнь в разных формах, в том числе и в той, которая нам неизвестна. Рассмотрим возможных «действующих лиц» на фоне жидкого метана. Температура кипения метана при земном атмосферном давлении пример-



Титан с голубым ореолом атмосферы



Метановые озёра в приполярной области Титана (по радарным снимкам «Кассини»)

но $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура замерзания примерно $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура у поверхности Титана примерно $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

А могут ли белки и нуклеиновые кислоты здесь быть главными действующими лицами? К сожалению, однозначно не могут. Как бы они ни старались приспособливаться, не получится. Метан не является полярной жидкостью и не может растворять белки. А это необходимое условие.

Но неполярная жидкость может растворять неполярные вещества. Значит, можно рассмотреть других главных действующих лиц. А есть ли вещества, образующие гигантские молекулы, аналогичные нуклеиновым кислотам? Такие вещества известны даже на Земле, даже в мозгу человека. Это – липиды. Есть также промежуточный вариант – липопротеиды. Всё это подробно рассмотрено в книге [1].

Не стоит углубляться в химию липидов. Это очень специальная область. Но получается, что на Титане может существовать жизнь, хотя и возникающая на совершенно иной основе. До каких пределов она могла развиваться, остаётся только гадать. На имеющихся снимках поверхности какие-либо искусственные объекты не обнаруживаются. Впрочем, может мы не то ищем?

Жизнь на самых дальних планетах – Уране и Нептуне. На планетах, расположенных дальше Юпитера и Сатурна, значительно холоднее. Аммиак, который здесь тоже имеется, не может находиться в жидком состоянии. Он, что называется, выморожен. Значит, жизнь на фоне аммиака не могла развиваться. Однако на этих планетах существует в обилии метан. Предполагается, что там имеются гигантские метановые озёра или моря. Тем самым, он тоже может быть фоном жизни.

Жизнь на Плутоне. Ну, уж это точно невозможно, – скажет любой образованный читатель. Хотя Плутон и близок по размерам к Земле, но там всё настолько выморожено, что о жизни в любой форме речи и быть не может.

Тем не менее, это не так очевидно. При столь низких температурах в жидком состоянии не могут быть ни аммиак, ни метан, но существует ещё одно вещество, очень широко распространённое во Вселенной, которое при сверхнизких температурах может существовать как жидкость. Это – водород. Температура кипения $-240\text{ }^{\circ}\text{C}$, температура замерзания примерно $-260\text{ }^{\circ}\text{C}$. Конечно, перепад очень маленький. Но теоретически водород может быть фоном жизни. Поскольку в жидком состоянии он неполярный, то главными действующими лицами здесь, как и в метане, могут являться липиды. Конечно, не такие, как на Земле.

Тёплые и горячие планеты

Традиционный вопрос во многих популярных публикациях 60–70-х годов: есть ли жизнь на Марсе? После открытия знаменитых «марсианских каналов» этот вопрос усложнился: есть ли на Марсе высокоразвитая цивилизация? Представляет ли она опасность для земной цивилизации?

У Герберта Уэллса (роман «Война миров») и его последователей (например, Кристофер Прист «Машина пространства», Л. Лагин «Майор Велл Эндью») ответ на этот вопрос однозначен: марсиане представляют опасность, да ещё какую! Их цивилизация старше и более развита, а значит – лучше вооружена. В голливудских фильмах, осо-



Планета Марс: долина Маринер и гора Олимп



Поверхность Марса с тонким слоем атмосферы

бенно в последнем («Война миров»), это очень подчёркнуто. И почему-то никто не задумывается на тему: а зачем это нужно гипотетическим марсианам?

Давайте рассмотрим, что такое планета Марс?! И имеются ли там марсиане? И могут ли их победить наши бравые голливудские простые парни? Планета сравнительно тёплая. В экваториальной зоне дневная температура на поверхности может достигать $+15...20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Правда, ночью она сильно падает до $-50...70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Так что ночные прогулки, скорее всего, противопоказаны. В приполяр-

ных областях температура у поверхности может подниматься в летнее время до $+10...15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и приводить к периодическому подтаиванию полярных шапок. Что это за шапки – то ли твёрдая углекислота, то ли вода (снег и лёд) – пока не выяснено. Идея водяной природы поддерживается наличием в атмосфере Марса водяного пара, к тому же идея твёрдой углекислоты ставится под сомнение из-за низкой температуры кристаллизации – при марсианском атмосферном давлении она составляет примерно $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$. Основная же часть атмосферы состоит из углекислого газа. Плюс совсем немножко кислорода и водорода.

В общем, особого комфорта не получается. Но всё это с точки зрения человека. А с точки зрения гипотетического марсианина? Видимо, он будет считать, что всё замечательно.

Ранее рассматривались два основных фактора, на которых основывается жизнь, – жидкий фон и гигантские цепочки молекул. Применительно к

«водяному» фону исполнителями главной роли, как и на Земле, оказываются нуклеиновые кислоты и белки. А кислород? А вот кислород вовсе необязателен. Даже в нынешних земных условиях существует жизнь (микроорганизмы), которой кислород даже противопоказан.

И если там, где имеется много жидкой воды (под поверхностью или в глубоких ущельях), существует высокоразвитая марсианская цивилизация, то может ли она представлять опасность для землян? С какой стати?! Они же все перемрут при нашем обилии кислорода. Да и очень жарко всё-таки, у нас.

Так что вторжение марсиан на Землю оставим для голливудских фильмов.

Жизнь на Земле. Ну, уж тут-то всё ясно, скажет любой. Земля – это Земля, здесь есть всё, что нужно для жизни. А вот всё ли? И для какой жизни? Как уже отмечалось, кислород для многих видов земной жизни противопоказан. Конечно, это сказано о микроорганизмах. Но ведь когда-то кислорода на Земле было чрезвычайно мало. Или вообще не было. А Жизнь развивалась. Получилось так, что развилась Жизнь, приспособившаяся к кислороду. Она же приспособилась и к температуре, и к её изменчивости.

В некоторых публикациях появились сообщения о «червяках», живущих во льду. Если такое животное взять в руку, оно сразу же растает. Конечно, во всё это верится с трудом. Но полных запретов на подобный вариант жизни нет. Питания во льду этим «червякам» имеется достаточно. И, скорее всего, живут там во льду не только такие «червяки». Так что условия биоценоза, видимо, обеспечены. Просто всё это мало изучено.

А уж если говорить о глубинах океана, и о странных формах жизни, которые там наблюдаются, то... Достаточно напомнить о довольно сложных формах жизни в бескислородной среде в зонах подводных вулканических выбросов. Приспособились же!

Последнее сообщение в Интернете на эту тему: международная научная экспедиция обнаружила в океане древнейшую форму жизни – микробов, которые дышат азотом. А как можно интерпретировать легенды о саламандрах?

Но обо всем этом надо писать отдельно.

Жизнь на Венере. В некоторых книгах Венере называли *сестрой Земли*. В какой-то мере это правда. Но уж очень жаркая сестра. Температура на поверхности Венеры по данным опускавшихся на эту поверхность земных аппаратов может достигать $300\text{ }^{\circ}\text{C}$. Венера ближе к Солнцу. Это – во-первых. А во-вторых, она покрыта сплошным



http://voilectee.galaxie.free.fr/images/venus/venus_1594x1593.jpg

Планета Венера



<http://astrobob.alavocis.com/files/2010/08/Venus-lightning-ESA-Venus-express-1-1024x768.jpg>

Гроза на Венере

мощным слоем облаков, которые задерживают излучение поверхности обратно в космос. В результате приходится энергии много, а уходит мало. Поэтому жарко.

Ну что ж, если уж так получается с температурой, то даже если на Венере много воды, то выжить при такой температуре белковые соединения не могут. Да и с жидкой водой всё не так просто – температура кипения примерно 100 °С. С повышением давления она, конечно, возрастает, но не настолько же! Так что вода в жидком виде на поверхности Венеры существовать, скорее всего, не может. Что же тогда подходит на роль фона Жизни?

Один из вариантов – сера. Температура плавления, то есть превращения в жидкость, примерно 114 °С, а температура кипения 445 °С. А какие гигантские цепочки молекул могли бы появиться в подобных морях из жидкой серы? Оказывается, так называемые фторуглеродные соединения. Соединения фтора не так уж хорошо изучены. С фтором очень трудно работать. Но во время создания атомной бомбы пришлось освоить работу с гексафторидом урана – это была единственная возможность осуществить длинную технологическую цепочку. Косвенный результат этих исследований – появление фторуглеродов. Они очень инертны, и в земном воплощении обладают слишком малой «гибкостью», чтобы напрямую представлять их в качестве основы развития жизни. Но это – в земных условиях. А сколько вариантов фторуглеродных соединений вообще неизвестно химикам?

И опять – а как же кислород? Да не нужен фторуглеродным существам кислород. И вообще, атмосфера Венеры в основном состоит из углекислого газа. Вывод простой: жизнь на Венере, в принципе,

возможна. Но она настолько отличается от земной, что гипотетические венериане никакой опасности для нас не представляют.

Жизнь на Меркурии. Казалось бы, столь жаркую планету вообще не стоило бы рассматривать – на солнечной стороне температура выше 400 °С. Тем не менее планета не рассыпается, а как нормальное небесное тело кружит по своей орбите.

Но что может существовать при такой температуре? До сих пор мы не говорили об образовании длинных цепочек молекул на основе широко известного кремния. Кремний (силиций) распространён на всех планетах, в том числе на Меркурии. Длинные цепочки образуются при соединении кремния с кислородом. А особенно интересно, когда такие цепочки «прихватывают» водород.

А что получится, если вместо атомов кислорода подобные цепочки заполучат атомы углерода? Конечно, в сочетании с атомами водорода. Такие гибридные соединения, имеющие как кремниевую, так и углеродную основу, называются силиконами.

А что будет, если водород в этих цепочках будет заменён фтором? Очень просто – получатся фторсиликоны. Вот сейчас мы вплотную подошли к вопросу о возможности жизни на Меркурии. Получается, что при меркурианских условиях возможна фторсиликоновая жизнь, причём, фторсиликоны в определённых комбинациях могут выступать как жидкий фон Жизни, а в других комбинациях – как её основа.

Итак, с гипотетическими меркурианскими формами жизни, как и с многими другими рассмотренными здесь, мы вряд ли найдём общий язык и уж никак не сможем конкурировать.

Но это ещё не всё. В настоящее время известно, что на Меркурии нет времён года – из-за того, что ось вращения планеты расположена под прямым углом к плоскости орбиты. Соответственно, условия на поверхности очень сильно зависят от расстояния до экватора (меркурианской широты), а ближе к полюсам существуют холодные зоны. Предполагается, что в этих зонах имеются даже ледники. Слой льда может достигать 2 м. И этот слой покрыт слоем пыли. Может ли быть какая-либо жизнь в этих зонах, остаётся только гадать. Слишком мало данных.

Литература

1. Азимов А. Вид с высоты. М.: Мир, 1965.
2. Шкловский И. Вселенная, жизнь, разум / 3-е изд. М.: Наука, 1973.



Меркурий

Как это устроено?

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водонапорные башни, давление

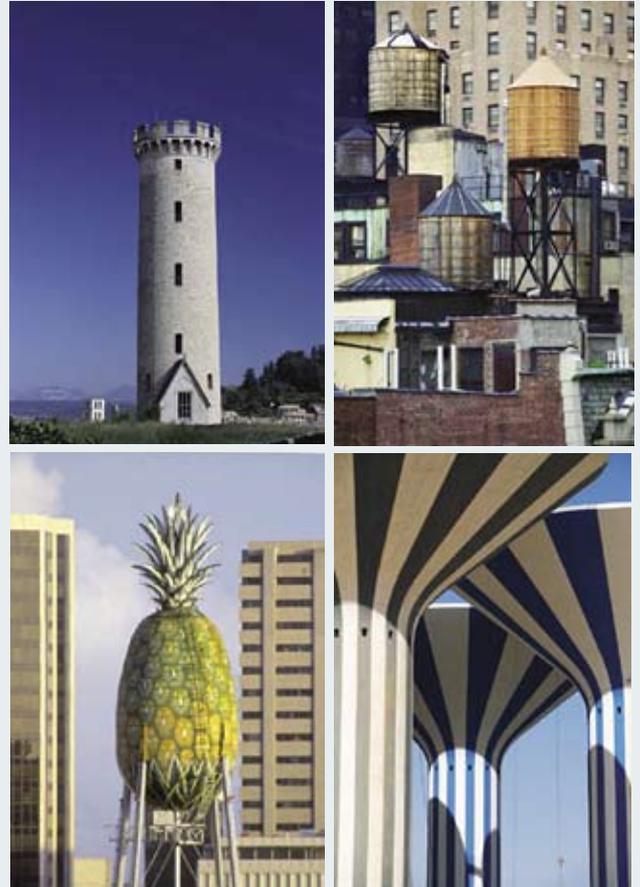
См. также № 1/2011

■ ВОДОНАПОРНЫЕ БАШНИ.

Кажется, время течёт мимо водонапорных башен, этих молчаливых и, казалось бы, отрешённых от текущей жизни гигантов. Однако эти башни играют главную роль в поддержании постоянного давления в муниципальной водопроводной сети. Большинство муниципалитетов получают воду из резервуара или какого-либо другого источника, пропускают её через очистные сооружения и отправляют на насосную станцию, которая отвечает за заполнение поднятых на довольно большую высоту танков одной или нескольких водонапорных башен. Вообще-то мощность насосов вполне достаточна, чтобы прокачивать воду сразу по сети городских труб, но давление в водопроводной сети тогда бы колебалось в зависимости от объёма потребляемой в каждый данный момент воды, так что в часы наиболее высокого потребления её через крана вода могла бы и не доходить. Водонапорная башня действует как конденсатор – она поддерживает постоянное давление на линии и обеспечивает резервный запас воды на часы пик. Её танки должны вмещать чуть больше однодневного запаса воды. Насосы могут работать круглосуточно, заполняя танки ночью, когда водопотребление мало. В часы пик (как правило, это утренние часы – все просыпаются и принимают душ) вода из танков быстро расходуется.

Водонапорные башни хорошо видны на ровных плоских местах, но танки с водой встраиваются (часто незаметно для постороннего глаза) повсюду: и на вершинах холмов в сельской местности, и на городских крышах. Их, как правило, располагают примерно на 30 м выше самого высокого потребителя. Каждый метр воды создаёт гидростатическое давление на дно примерно 10 кПа, то есть вся башня – давление примерно 300 кПа. Давление в уличных трубах, расположенных значительно ниже дна танков, ещё больше. Чтобы давление в трубах не вызывало протечек в прокладках и кранах в домах, в городские водопроводные сети встраивают редукторы, понижающие давление по крайней мере до 550 кПа. Из-за трения воды о стенки труб давление ещё понижается на 20–35 кПа. Коэффициент трения пропорционален квадрату скорости, так что в часы интенсивного водопотребления, когда вода бежит со скоростью в два

раза большей обычной, давление из-за трения снижается в четыре раза. Старые трубы, особенно если они сильно засорены осадками и ржавчиной, могут вызвать реальные проблемы с водоснабжением.



ФОРМЫ обманчивы. Фактически все резервуары являются цилиндрическими, чтобы вес воды равномерно распределялся на опоры. Муниципалитеты могут украшать башни извне для эстетики или рекламы. Красивые башни (по часовой стрелке с верхней левой): Форкалькье (Франция); Нью-Йорк; Кувейт; Гонолулу (Гавайи).

Знаете ли вы, что?..

- **БОЛЬШОЙ ВЕС.** Обычный танк вмещает до 4 млн литров воды и весит до 4,6 тыс. тонн! Этот вес должен поддерживаться бетонными опорами, да ещё и при ветре, дующем со скоростью 40 м/с (стандартный шторм). Грунт под водонапорной башней должен быть поэтому очень плотным, если не скальным. На равнинах, где грунт в основном представляет ледни-

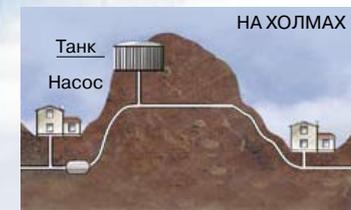
- ковые отложения, как в Северной Дакоте, требуется забивать стальные сваи на глубину до 30 м
- **ОБСЛУЖИВАНИЕ КЛАПАНОВ.** Пожарные весной открывают гидранты, проверяют работу клапанов и удаляют осадок, который снижает давление в магистрали
- **СТЕРИЛИЗАЦИЯ.** Резервуары раз в год сливаются полностью и дезинфицируются путём разбрызгива-

ТАНК – это, как правило, стальной цилиндр, укрепленный на крыше или под зданием. Через вентиляционный люк танк сообщается с атмосферой, так что изменение уровня воды не вызывает деформации крышки. Вытяжной вентилятор удаляет пары во время регулярной стерилизации и после покраски.

НАСОС прокачивает воду через очистное устройство, и она поступает через Т-муфту в городскую магистраль. В системах нового типа используются муфты новой конструкции, позволяющие перемешивать воду, не давая тем самым воде застаиваться в танке. Телеметрические датчики контролируют уровень воды в танке и давление в трубах и подают насосам команду включаться или выключаться.



ТИП ТАНКА определяется топографией местности. В городах они должны размещаться выше всех потребителей. На равнинных местах строятся водонапорные башни, на холмистых – танки закапываются в землю, чтобы быть повыше над домами, в городах они сооружаются на крышах, а насосы для подачи в них воды ставятся в подвалах.



ния хлора или аммиака. Для нейтрализации вредного действия хлора на окружающую среду при последней операции добавляют диоксид серы. В большинстве городов есть по крайней мере два танка, чтобы обеспечить такие операции ● **АРЕНДА ГАЛЛЕРЕЙ**. Многие муниципалитеты сдают в аренду верхнюю площадку, где установлен танк, провайдерам теле-

связии, потому что приёмопередатчики в локальных сетях очень хорошо работают, когда они установлены на 30–50 м выше сотовых телефонов пользователей, а это как раз типичная высота водонапорных башен.

Scientific American, 2006, September, p. 116–117
Сокр. пер. с англ. Н.Д. Козловой

Почему же, почему?..

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: батарейки, пятна на Солнце

См. также № 1/2011

? Когда наш пульт для ТВ перестал работать, я привёл его в порядок, быстро встряхнув батарейки. Почему такие действия оказываются эффективными? Что происходит?

Ответ 1. Внутри пульта обычно ставят электрические контакты из латуни. Они могут окисляться. При встряхивании же батареи поворачиваются, оксидный слой разрушается, электрический контакт восстанавливается и пульт снова начинает работать. Именно по этой причине в некоторых устройствах ставят контакты с золотым покрытием.



<http://www.tkat.ru/files/articles/610/6.jpg>

Ответ 2. В состав пульта входят микропроцессоры, которые могут «зависать», так же как и в компьютере. Обычно это происходит при одновременном нажатии клавиш, не предусмотренном при разработке программы микропроцессора. При встряхивании происходит перезагрузка, и нормальный режим работы восстанавливается.

Как мастер по обслуживанию телевизоров я не устаю изумляться тому, каким причудливым образом люди «управляют» своим телевизором. Не перестают удивлять, в частности, гендерные различия. В случае неисправности пульта женщины, нажимая на клавиши, одновременно резко двигают пульт в направлении телевизора; мужчины встряхивают его или ударяют о что-то твёрдое.

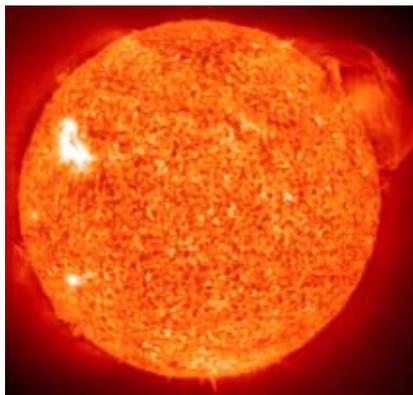
Ответ 3. Протекающая внутри батарейки химическая реакция вызывает постепенное растворение её оболочки с выделением водорода в области центрального электрода. Пузырьки водорода нарушают электрический контакт. Для борьбы с этим явлением используют окислитель, превращающий водород в воду. Однако если окисли-

теля слишком много, оболочка может разрушиться. Чтобы этого не происходило, окислителя добавляют очень немного, и на электроде всё же образуются пузырьки водорода. При встряхивании они исчезают, и система возвращается в рабочее состояние.

The on-off switch <http://www.newscientist.com/article/mg20727732.300-the-onoff-switch.html>
New Scientist, 11 Aug 2010

? Я слышал, что длительность суток на самом деле не является строго фиксированной. Какие факторы могут вызвать колебания этой величины?

Ответ. Мы и не замечаем, что продолжительность суток слегка варьируется относительно всем знакомой цифры 24 часа. Флуктуации периода вращения Земли вокруг своей оси могут достигать миллисекунд. Судя по всему, они имеют непосредственное отношение к пятнам на Солнце.



<http://www.galspace.spb.ru/foto.file/sol.jpg>

Какой же фактор может привести к изменению скорости вращения Земли вокруг оси? В первую очередь — колебания скорости и направления перемещения воздушных масс в атмосфере Земли, и, безусловно, водных масс в земных океанах. Именно по этой причине Земля вращается то медленнее, то быстрее — ведь полный момент импульса Земли (включая её гидро- и атмосферу) должен оставаться неизменным. Эксперты располагают большим числом наблюдений, подтверждающих, что уровень воздействия перемещения воздушных масс в атмосфере Земли на её скорость вращения изме-

няется со сменой времён года. Группа исследователей из Парижского института геофизики недавно установила, что амплитуда этих сезонных эффектов меняется в унисон с 11-летним циклом солнечной активности. А именно: в интервале 1962–2009 гг. сезонные изменения скорости вращения Земли были сильнее, когда пятен на Солнце было относительно немного, и слабее, когда число пятен увеличивалось.

По мнению французских геофизиков, связь между изменением числа пятен и скоростью вращения Земли обусловлена воздействием солнечного излучения на процессы, протекающие в её атмосфере. В частности, такое воздействие обусловлено УФ-составляющей излучения Солнца. Она нагревает стратосферу, что, естественно, запускает различные процессы в более низких слоях атмосферы. Для подтверждения (или опровержения) этой гипотезы нужна более подробная информация о том, в каких именно участках атмосферы (и когда) происходят изменения. Необходимо также выяснить, связаны ли эти изменения на самом деле с колебаниями интенсивности УФ-излучения Солнца. Только тогда можно выйти на уровень прогнозов относительно изменения скорости вращения Земли вокруг своей оси. Такие прогнозы важны для службы слежения за движением космических зондов. Если зонд удалён от Земли на расстояние порядка расстояния до Марса, то даже миллисекундная неточность в информации о периоде вращения Земли вызовет ошибку определения реального положения зонда в тысячи километров. Если программа полёта предполагает высадку аппарата на поверхность планеты или его выход на околопланетную орбиту, такая ошибка может стать критической.

David Shiga. Sunspots squeeze and stretch the day.
New Scientist, 28 Aug 2010

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



Вячеслав Леонидович Булынин закончил физический факультет Ленинградского государственного университета в 1964 г. и 27 лет работал в области прикладной сверхпроводимости. С началом перестройки в 1992 г. пришёл в Московский классический лицей (ныне лицей № 1572) при МИИТ, где 14 лет преподавал физику, астрономию и математику. Свыше 90% из более 600 его выпускников поступили в различные вузы. Два года работал в Лицее информационных технологий № 1537. Все 52 выпускника поступили в вузы, двое – в МВТУ им. Н.Э. Баумана без экзаменов как победители олимпиады по физике, 13 вошли в альбом «Лучшие выпускники г. Москвы-2004». Старостин Игорь стал победителем трёх олимпиад, в том числе (единственный москвич) Всероссийской олимпиады по физике. Сейчас Вячеслав Леонидович преподаёт физику в лицее № 1574 и в Центре образования №1468, а также на факультете довузовской подготовки МИИТ. Он является автором двух сборников задач для подготовки к ЕГЭ, а также нескольких статей в газетах «Физика-ПС», «Математика-ПС». Вячеслав Леонидович делится опытом с коллегами других школ, выступая с докладами на окружных конференциях. Вячеслав Леонидович женат, имеет двух дочерей, трёх внуков. Поэзия, классическая литература, классическая музыка, живопись, история, философия – вот неполный круг интересов педагога. В качестве штриха к портрету помещаем его напутствие выпускникам в 2010 г., с которым он обратился при вручении им аттестатов в зале Царскосельского Лицея.

В древнем Китае учитель Кун (Конфуций) говорил, что государство стоит крепко и прочно, пока люди в нём исполняют ритуал. А ритуалом он называл совсем простые, казалось бы, обыденные вещи. Во-первых, сыновняя почтительность: родителей надо почитать и уважать, наставления их выслушивать терпеливо, не прекословя – это ритуал. Вставать, когда входит старший или учитель, это – ритуал. Честно и добросовест-

но исполнять свой долг, это – ритуал. Сегодня мы, находясь в этом зале Царскосельского Лицея, в котором когда-то получали свои аттестаты многие славные сыны России, вручили вам аттестаты с надеждой, что вы проникнитесь духом этого места и наших славных предков и с честью исполните свой долг перед Отечеством. Такое прощание с вами – это тоже ритуал. И для этого дня я написал стихотворение, которое так и назвал «Прощание с учениками, или Ритуал».

Последний раз стою я перед вами,
Последний вам преподаю урок,
Надеюсь я, что пройденное нами
Хоть чем-то, да пойдёт вам впрок.

Но, к сожалению, физики законы
Вас не научат в этом мире жить.
Ведь жизнь свои поставит вам препоны,
Она начнёт по-своему учить.

Как убеждает опыт миллионов
(Веками сотни раз проверен он):
Превыше всех физических законов
Среди людей лишь нравственный закон.

Всем сердцем, не формально, не условно
Учитесь ритуалы исполнять:
Родителям внимать – беспрекословно,
На людях – не курить, пред старшими – вставать.

Друзей своих не разрывайте круга,
Не забывайте всё, что я сказал,
Последний раз приветствуем друг друга,
В последний раз исполним ритуал!

С литературными пробами пера В.Л. Булынина можно ознакомиться на сайтах www.proza.ru, www.stihi.ru, а поздравления можно послать по адресу v.bulynin@mail.ru

*Поздравляем Вячеслава Леонидовича с 70-летием,
желаем ему здоровья и творческих успехов!*

Вы блестящий учитель, у Вас прекрасные ученики!



Издательский дом

ПЕРВОЕ СЕНТЯБРЯ

представляет



Льготная редакционная подписка на II полугодие 2011 года



Подпишитесь на нашем сайте
www.1september.ru

и вы получите скидку на подписку!

БУМАЖНАЯ ВЕРСИЯ



~~1200
рублей~~

1080
рублей

- льготная цена
на полгода

960
рублей

- льготная цена на полгода
для тех, кто подписывался
через сайт на первое
полугодие 2011 года

ЭЛЕКТРОННАЯ ВЕРСИЯ



~~780
рублей~~

699
рублей

- льготная цена
на полгода

599
рублей

- льготная цена на полгода
для тех, кто подписывался
через сайт на первое
полугодие 2011 года

Справки по телефону: 8-499-249-31-38, e-mail: podpiska@1september.ru