

ФИЗИКА

О. Ф. Кабардин
С. И. Кабардина

КНИГА ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

8 класс

Москва «Просвещение» 2010

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
К12

Кабардин О. Ф.

К12 Физика. Книга для учителя. 8 класс : пособие для общеобразоват. учреждений / О. Ф. Кабардин, С. И. Кабардина. — М. : Просвещение, 2010. — 78 с. : ил. — ISBN 978-5-09-021289-2.

В пособии раскрываются основные концептуальные идеи учебника, показано, как организовать работу учителя при подготовке к каждому уроку и его проведению. С этой целью даны варианты изложения теоретического материала, рекомендации по подготовке и проведению экспериментальных заданий, примеры решения задач, варианты тестов для проверки усвоения учебного материала и т. д.

В пособии использованы материалы из работ, выполненных в ИНИМ РАО.

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

ISBN 978-5-09-021289-2

© Издательство «Просвещение», 2010
© Художественное оформление.
Издательство «Просвещение», 2010
Все права защищены

Глава 1

Цели и средства обучения физике в основной школе

1. Цели обучения. Данное методическое пособие предназначено для использования при обучении физике в 8 классе по учебнику О. Ф. Кабардина. Основное внимание в пособии уделено конкретным методическим рекомендациям по изучению отдельных тем школьного курса физики. Общие подходы к проблеме целей и средств обучения физике в основной школе изложены в главе 1 методического пособия к учебнику 7 класса. Основные положения концепции обучения физике в основной школе, принятой автором при разработке учебника, состоят в следующем.

Согласно федеральному компоненту Государственного стандарта основного общего образования по физике изучение физики в основной школе должно быть направлено на достижение таких целей:

усвоение знаний о механических, тепловых, электромагнитных и квантовых явлениях; величинах, характеризующих эти явления; законах, которым они подчиняются; методах научного познания природы и формировании на этой основе представлений о физической картине мира;

овладение умениями проводить наблюдения природных явлений, описывать и обобщать результаты наблюдений, использовать простые измерительные приборы для изучения физических явлений; представлять результаты наблюдений или измерений с помощью таблиц, графиков и выявлять на этой основе эмпирические зависимости; применять полученные знания для объяснения разнообразных природных явлений и процессов, принципа действия важнейших технических устройств, для решения физических задач;

развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей, самостоятельности в приобретении новых знаний с использованием

информационных технологий, при решении физических задач и выполнении экспериментальных исследований;

воспитание убежденности в возможности познания законов природы, в необходимости разумного использования достижений науки и технологий для дальнейшего развития человеческого общества; уважения к творцам науки и техники; отношения к физике как элементу общечеловеческой культуры;

использование полученных знаний и умений для решения практических задач повседневной жизни, обеспечения безопасности своей жизни, рационального природопользования и охраны окружающей среды.

В практике работы школы, как правило, на первом плане оказывается задача овладения суммой знаний, а задачи развития познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей учащихся отодвигаются на второй план. Но успешное овладение суммой знаний невозможно без развития умственных способностей, а сумма знаний, считающаяся сегодня необходимой каждому, завтра будет признана неполной.

Актуальной задачей современной российской школы является перенос основного внимания с процесса передачи знаний на процесс развития интеллектуальных и творческих способностей учащихся, формирование умений самостоятельного приобретения новых знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами учеников.

Эта задача очень трудная по многим причинам. Первой из них представляется тот факт, что для многих учителей обучение в школе есть процесс, в котором учителю принадлежит ведущая роль, а ученик является объектом целенаправленного педагогического воздействия для придания этому объекту наперед заданных свойств. Параметры этих

своих свойств вычитываются из образовательных стандартов, требований к знаниям и умениям учащихся, учебников, тестов ЕГЭ.

Школа при таком подходе к процессу обучения приобретает черты сходства с конвейерным производством, получающим на «входе» в качестве сырья необученные объекты и выдающим на «выходе» готовую продукцию в виде выпускников школы, соответствующих наперед заданным параметрам. Степень соответствия этим параметрам призваны определять оценки по учебным предметам.

При таком подходе учитель чувствует себя занятым ответственным и важным делом — государственным контролером за соответствием объектов обучения заданным требованиям к знаниям и умениям учащихся. Совокупность таких требований и правомерность оценивания учащихся по определенной шкале, подобно продуктам со штампами «первый сорт» (5), «второй сорт» (4), «третий сорт» (3), «брак» (2), выдаются за объективно необходимый социальный заказ общества.

Подобные взгляды на процесс обучения представляются принципиально неприемлемыми и обреченными на неудачу на практике. Принципиально неприемлем подход к ученику как объекту целенаправленного внешнего воздействия по одинаковой для всех объектов программе, потому что каждый ученик — это не какой-то неодушевленный предмет, а уникальная, неповторимая личность. Духовный мир одного человека вызывал у Иммануила Канта не меньшее благоговение и восхищение, чем весь звездный мир Вселенной.

Каждый ученик как уникальная, неповторимая личность должен рассматриваться не как объект планомерного внешнего воздействия, а как субъект, равный по значимости любому другому человеку, в том числе и учителю.

Поэтому ученик должен быть для учителя целью процесса обучения, а не объектом воздействия, не продуктом процесса.

2. Средства обучения. Если ученик — цель процесса обучения, то школа, учитель, учебные предметы лишь средства, служащие этой цели. Нормальная роль учителя в этой системе — это роль помощника ученика, а не контролера.

Соответственно любой учебный предмет должен рассматриваться не как цель, которой должен достигнуть учащийся, а лишь как одно из средств школы для достижения основной цели — максимального развития индивидуальных способностей каждой личности.

Подход к любому учебному предмету как средству развития способностей учащегося может изменить в принципе систему отношений между учителем и учеником в процессе обучения. Учитель призван средствами своего предмета предоставлять разнообразные возможности для развития личности учащегося и отмечать все его успехи, создавая тем самым стимулы к продолжению обучения.

Главное, что может дать такое понимание соотношения целей и средств обучения, — это изменение отношения учащихся к процессу обучения. Одним из основных мотивов к продолжению любой деятельности для человека является успешность этой деятельности. Нет успехов — нет желания к продолжению деятельности. Нет желания — нет и самой деятельности, а может быть лишь ее имитация. Поэтому обучение должно быть успешным, победным.

Возвратимся к альтернативному подходу к обучению в школе как целенаправленному процессу педагогического воздействия на учащегося, являющегося объектом обучения. Одна из самых слабых сторон этого подхода заключается в том, что гипотеза о возможности кого-то чему-то насильно научить ничем не оправдана и полностью опровергается практикой.

Восточная мудрость справедливо гласит: «И один человек может привести лошадь к водопою, но даже сто не могут заставить ее пить воду». Так и ученика можно заставить сидеть на уроке, но невозможно принудительно чему-то научить. Конь пьет воду тогда, когда хочет пить; ученик учится, когда хочет учиться. Нужно осознать, что школьники не выучивают и не запоминают что-то из предлагаемого учителем не назло ему, а просто потому, что это им неинтересно.

Отсюда следует сделать вывод, что для достижения поставленной цели — помощи ученику в развитии его способностей — учитель прежде всего должен

овладеть эффективными средствами оказания этой помощи.

Обучение и развитие, по Л. С. Выготскому, происходят эффективно в том случае, если предлагаемые задания по уровню трудности несколько выше достигнутого уровня развития обучаемого. Это ориентация на «зону ближайшего развития», на «завтра», а не на «вчера» в развитии ребенка. При таком подходе необходимым условием достижения целей обучения является постановка перед учащимися на каждом уроке трудных проблем, требующих умственных усилий.

Но ориентация просто на трудное обучение не приведет к успеху без внутренней мотивации учащихся к процессу учения. Выбор средств для мотивации к учению в основной школе очень небольшой. В этом возрасте немногие учащиеся задумываются о выборе жизненного пути после окончания школы. Поэтому основным средством мотивации к учению для них может служить возбуждение интереса к изучаемому предмету, к предлагаемым проблемам.

Способности учащихся в возрасте 12—14 лет удерживать произвольное внимание к чему-либо внешнему по отношению к ним самим, вне их собственных интересов, весьма ограничены, а непроизвольное внимание, возбужденное эффективным опытом или рассказом о необыкновенном явлении с использованием плаката или проекции, затухает через 5—10 мин. Эффективным средством решения проблем обучения может служить использование деятельностного подхода к процессу обучения.

Деятельностный подход к процессу обучения необходимо использовать не как одно из ситуативных средств обучения, а как одно из основных. Эта рекомендация основана на том, что познание окружающего мира и развитие способностей человека происходят только в процессе его индивидуальной самостоятельной и активной познавательной деятельности. Поэтому во время подготовки к каждому уроку основной вопрос, на который должен найти ответ учитель, — это не вопрос «Что я буду говорить и показывать на уроке?», а вопрос «Что ученики будут делать на этом уроке?». Если ответом является утверждение, что ученики должны внимательно слушать объяснение учителя и

затем отвечать на его вопросы, то это означает, что планируется урок с использованием метода вербального (словесного) обучения. Конечно, слушать объяснение и отвечать на вопросы — это тоже деятельность, но повседневно повторяемая на многих уроках и малоэффективная. Поэтому призыв к использованию деятельностного подхода к процессу обучения физике ориентирует на выбор таких видов деятельности учащихся, в которых они самостоятельно решают поставленные перед ними проблемы при выполнении опытов, экспериментальных заданий, решении задач, участии в коллективном обсуждении поставленных теоретических проблем, планов выполнения экспериментов или результатов их выполнения.

Задание учителя — это лишь внешняя, малоэффективная, понуждающая мотивация. Для повышения уровня мотивации к познавательной и творческой деятельности во многих случаях может быть использован метод проблемного обучения с постановкой перед учащимися интеллектуальных проблем, требующих серьезных умственных усилий для их разрешения, выполнения самостоятельных экспериментальных исследований.

3. Личностно ориентированный подход в учебном процессе как средство достижения целей развивающего обучения. Эффект педагогического воздействия учителя определяется не только его деятельностью, но в большой мере психическими особенностями ученика. Если в процессе обучения не учитываются индивидуальные особенности учащихся, то более способные и развитые задерживаются в своем умственном развитии, а отставание слабых учеников увеличивается. Одним из средств учета индивидуальных особенностей каждого учащегося в процессе обучения является осуществление принципа индивидуального подхода.

Однако индивидуальный подход в процессе обучения может быть реализован и при взгляде на ученика как на объект обучения. При подходе к ученику как субъекту процесса обучения этот процесс должен быть личностно ориентированным.

При личностно ориентированном развивающем обучении, по И. С. Якиманской, учащийся как носитель субъек-

ектного опыта не становится субъектом обучения, а является им изначально, учение рассматривается не в качестве производного процесса от обучения, а как самостоятельный, индивидуальный, личностно значимый и действенный источник развития. «Вектор развития» строится от учащегося к определению индивидуальных педагогических воздействий, способствующих его развитию.

Целями личностно ориентированного развивающего обучения является не формирование заранее заданных свойств личности, а развитие индивидуальных познавательных способностей учащегося, оказание ему помощи в самопознании, самоопределении и самореализации. В этих условиях приобретаемые знания становятся не столько конечной целью, сколько средством работы учителя с субъектным опытом учащегося, имеющимися у него способами усвоения учебного материала.

При личностно ориентированном развивающем обучении личность ребенка должна находиться в центре образовательной системы, а раскрытие индивидуальных особенностей и возможностей каждого ученика должны служить исходным пунктом методики обучения. В процессе обучения нужно создать условия для проявления индивидуальной избирательности учащегося к содержанию, виду и форме учебного материала, его мотивации, стремления использовать полученные знания самостоятельно, по собственной инициативе, в ситуациях, не заданных обучением.

Обучение должно быть направлено не только на расширение объема знаний, но и на преобразование индивидуального опыта каждого ученика. Учебный материал должен стимулировать учащихся к самостоятельному выбору и использованию наиболее значимых для них способов его проработки. Учителю следует контролировать и оценивать не только результат, но и процесс учения, обеспечивать возможность рефлексии, самооценки учения как субъектной деятельности. Использование в процессе обучения физике деятельностного подхода и методов проблемного обучения с достижением высокого уровня внутренней мотивации учащихся к учению является весьма сложной задачей для учителя. Среди трудностей на этом пути

первой можно назвать несоответствие между объемом обязательного учебного материала и временем, отводимым на его изучение. Традиционная методика по схеме «прослушай — прочитай — воспроизведи» требует значительно меньших затрат времени, чем методика изучения того же материала на основе принципа проблемного обучения и деятельностного подхода. Поэтому естественно возникает вопрос: зачем же нужна такая «затратная» методика?

Если целями обучения выбираются заучивание и воспроизведение каких-либо текстов, то проблемные и деятельностные методы обучения не нужны. Но если целями обучения выбираются развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей школьников, формирование умений самостоятельного приобретения новых знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами, то выбор должен быть сделан в пользу проблемных методов обучения.

Вторым препятствием на пути широкого использования методов развивающего обучения можно назвать отсутствие учебников и сопровождающих их учебно-методических материалов, ориентированных на применение проблемных методов обучения и деятельностного подхода к обучению.

Облегчить решение задач развивающего обучения может использование принципа личностно ориентированного обучения.

Принцип личностно ориентированного обучения заключается в том, что объем содержания обучения по каждому предмету и уровень его сложности в значительной мере должен определять для себя сам учащийся, каждый в соответствии со своими интересами и способностями.

Этот принцип обучения в школе можно рассматривать как подобие системы обслуживания в ресторанах по принципу шведского стола, когда каждый желающий может сам решать, какие блюда, с какими гарнирами и в каком количестве он хочет сегодня выбрать.

Принятие принципа личностно ориентированного обучения в основной школе может способствовать преодолению названных трудностей следующим образом. С принятием позиции о соот-

ношении целей и средств в процессе школьного обучения, согласно которой цель — это ученик, максимальное развитие его индивидуальных способностей, а школа, учебные предметы, учитель — это средства достижения цели, должен измениться взгляд на роль образовательных стандартов. Образовательные стандарты по всем учебным предметам должны рассматриваться не как догма, содержащая перечень терминов, правил, законов и фактов для «выучивания», а как систематизированный свод материалов, предлагаемых учителю и учащимся для достижения основной цели обучения — развития познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей школьников, формирования умений самостоятельного приобретения новых знаний в соответствии с жизненными потребностями и интересами. Этот свод материалов должен быть проанализирован с позиций пригодности его элементов для использования в учебном процессе с применением проблемного метода и деятельностного подхода.

На основе такого анализа может быть сокращен объем учебного материала, предлагаемого в качестве обязательного для изучения всеми школьниками. При этом условии может стать в принципе осуществимым переход от вербального метода обучения к проблемному обучению, от ориентации на пассивное восприятие информации учащимися на их систематическую самостоятельную активную поисковую деятельность.

Утверждение о необходимости существенного сокращения объема обязательного для изучения учебного материала не содержит призыва к пересмотру содержания основных образовательных программ по физике и требований к уровню подготовки выпускников. **Речь идет лишь о сокращении в школьных учебниках объема материала, предлагаемого в качестве обязательного для изучения.** Это может быть достигнуто путем более строгого отбора обязательного материала, выделения самого главного в каждой теме.

4. Формы организации учебного процесса. Для осуществления деятельностного подхода к обучению на практике необходимо планировать процесс обучения таким образом, чтобы на самостоятельную познавательную и поисковую

деятельность учащихся — выполнение экспериментальных заданий, опытов, решение задач — отводилось более половины учебного времени.

Видами самостоятельной познавательной и поисковой деятельности учащихся на уроках физики могут быть выполнение кратковременных экспериментальных заданий или опытов почти на каждом уроке, экспериментальных заданий, рассчитанных на целый урок, решение задач, выполнение самостоятельной работы над текстом учебника, участие в коллективном обсуждении проблем, поставленных учителем перед всем классом.

Самостоятельная познавательная и поисковая деятельность учащихся не должна ограничиваться только уроками физики. На каждом уроке школьникам, проявляющим интерес к изучению физики, желательно предлагать различные задания по выбору. Это могут быть экспериментальные задания для выполнения в классе или в домашних условиях, задачи повышенной трудности, материалы по истории физики или применению физики в технике и в повседневной жизни, темы для самостоятельных исследований, задания конструкторского типа.

Личностно ориентированный подход к обучению на обычных уроках можно рассматривать как мягкую форму дифференциации процесса обучения с целью выявления талантливых детей и предоставления им возможности более быстрого и успешного развития. Существующие формы дифференциации обучения школьников с использованием для различных групп учащихся разных программ и учебников нецелесообразны в основной школе по ряду причин.

Первая из них — невозможность определения способностей учащегося к физике или к любому другому предмету без осуществления процесса обучения физике. Следовательно, сначала нужно обучать всех школьников физике, и только потом они смогут понять, нравится ли им физика, а учитель может попробовать оценить их способности.

Вторая причина заключается в том, что дети не рождаются раз и навсегда с генетически заданным набором способностей, генетически заданными являются лишь их некоторые индивиду-

альные особенности, которые называют задатками способностей. Не рождаются дети с выдающимися способностями к математике или физике, к составлению компьютерных программ или игре в шахматы. Очевидно, что и до изобретения шахмат и компьютера дети рождались примерно с такими же наборами генов в хромосомах, но никто из них не становился ни компьютерщиком, ни шахматистом. Они могли бы ими стать, но около них не было тех, кто помог бы им развить свои способности в этих областях.

Человек как мыслящее существо не развивается по заданной программе. Он не подсолнух, в котором все «подсолнечниковое» развивается по программе, заложенной в семечке. Все человеческое в ребенке создается, возникает в результате взаимодействия с окружающими его людьми. Поэтому задача учителя не подобна задаче искусного садовода, которому для успеха в своем деле нужно лишь отобрать элитные семена, посадить их в хорошую землю и ухаживать, вовремя и в нужных количествах поливая и удобряя землю. Задача учителя значительно труднее и ответственнее, так как от его участия в становлении и развитии человеческих личностей во многом зависит, кем станут его учени-

ки, какими способностями они будут обладать, на какие действия будут направлены эти способности.

Важное отличие учителя от садовода заключается в том, что от его воздействия в значительной мере может зависеть не только урожай данного вида растений, но и сам вид растений. Из таких же в среднем учеников, как и у других учителей, у талантливого учителя математики почему-то ежегодно обнаруживается больше детей, способных к математике. Увлеченный своим предметом, учитель литературы обнаруживает будущих талантливых поэтов, артистов и писателей. Это показатель того факта, что генетическая заданность человеческих способностей лишь потенциальная и неспецифическая. Какие именно специфические способности разовьются у данной личности, определяются воздействиями человеческого окружения, в котором учитель зачастую играет не последнюю роль.

Третья причина, заслуживающая внимания, заключается в том, что возраст, в котором могут проявиться задатки способностей детей, зависит от очень многих причин и может варьироваться в широких пределах. Поэтому ранняя дифференциация обучения с использованием разных программ и учебников на основе уже обнаруженных способностей может помешать раскрытию других способностей, возможно, более важных для этой личности.

Личностно ориентированный подход в обучении как мягкая форма дифференциации, основанная только на личном интересе учащегося, не уменьшает возможностей проявления интереса к другим учебным предметам и внешкольным занятиям. «Вход» в эту форму дифференциации и «выход» из нее открыты на каждом уроке в течение всего процесса обучения. Свобода «входа» и «выхода» в любое время является признаком реальной личностной ориентации процесса обучения. Эта особенность привлекательна для многих учащихся, у которых возникает интерес к определенной теме, но они не хотели бы заниматься физикой углубленно, на повышенном уровне.

Таким образом, мы получаем систему связей целей и принципов, средств и методов развивающего обучения, представленную в виде схемы (рис. 1).



Рис. 1

Глава 2

Задачи обучения при изучении физики в основной школе

1. Особенности физики как учебного предмета в основной школе. При выборе развития личности ученика в качестве ведущей цели обучения в основной школе, при ориентации всего учебного процесса на максимальное удовлетворение интересов и развитие индивидуальных способностей учащихся, физика как учебный предмет должна рассматриваться не как цель, которой должен достигнуть учащийся, а как одно из средств школы для достижения основной цели обучения.

Справедливость этого положения далеко не очевидна. Оно может показаться отрицательным самоценность для каждого человека знаний основных свойств и законов окружающего физического мира. В действительности смысл предлагаемого подхода к учебным предметам в основной школе, в первую очередь как к средствам развития способностей учащихся, совсем иной. Рассмотрим эту проблему подробнее на примере школьного курса физики.

Почему сегодня не удается убедить большинство учащихся и их родителей в необходимости серьезного изучения физики ссылками на практическую значимость приобретаемых на уроках физики знаний и умений, на открывающиеся возможности для получения инженерных профессий, для выбора дороги в науку?

Сегодня эти ссылки неубедительны по ряду причин. Одной из них является увеличение разрыва между содержанием школьного курса физики и техническими приложениями физики, окружающими человека на каждом шагу, из-за резко возросшей скорости научно-технического прогресса. Школьники изучают на уроках физики рычаги и блоки, которыми не пользуются или не замечают, как пользуются на практике,

а используют лазерные проигрыватели, мобильные телефоны, компьютеры, принцип действия которых не рассматривается и в старших классах профильного уровня изучения физики. В результате школьная физика выглядит отстающей от практической жизни.

Такое положение нельзя исправить какой-то модернизацией школьного курса для сближения с современностью, так как попытка перескочить через трудный систематический курс физики к заманчивым современным плодам науки приведет лишь к бесполезным потерям времени на популяризаторские объяснения того, что нельзя понять без овладения основами физики.

Учитель физики, естественно, имеет право признать как свершившийся факт отказ российского общества от общепринятого ранее положения о необходимости овладения каждым выпускником средней школы основами современных научных представлений о мире и не пытаться личными единичными усилиями преодолеть трудности, созданные всем обществом. Но возможна и иная личная позиция учителя.

Что же может сделать учитель физики для своих учеников сегодня и чего не может?

Он не может говорить ученикам, что знание физики откроет им двери в самые престижные университеты и они смогут приобрести самые престижные профессии, так как престижности вузов и профессий изменились.

Но он может сказать более важную для всех учеников правду: те из них, кто будет серьезно изучать физику, станут значительно умнее; они будут лучше понимать, как устроен мир, какие законы им управляют, что может произойти в этом мире и чего в нем не бывает, а бывает лишь в сказках или в обманах.

Естественно, возникает вопрос: отличается ли чем-то особенным учебный предмет «физика» от других учебных предметов в школе, или то же самое о своем предмете с полным правом может сказать учитель любого учебного предмета?

Обратим сначала внимание на некоторые существенные различия в содержании и задачах обучения гуманитарным и естественно-научным предметам.

Общественные явления разными людьми и в разное время объясняются по-разному; достоверно подтвердить или опровергнуть какое-то из объяснений невозможно, так как все явления в обществе неповторимы, их нельзя воспроизвести. Оценки одних и тех же общественных явлений существенно зависят от социального положения человека в обществе, его воспитания и культурного развития. Изучая общественные явления, человек формирует свою систему взглядов на них, приобретает навыки оценки явлений, учится формулировать и отстаивать свои взгляды и убеждения.

Искусство и литература должны способствовать развитию внутреннего мира человека, пониманию чувств и идеалов других людей, формированию умения выражать свои чувства. Мир чувств и идеалов еще более относителен, чем мир общественных отношений. Каждому человеку нужно знакомство с этим миром, со спектром возможных мнений и оценок в этой области человеческих отношений.

Физика, химия, биология, география изучают явления материального мира, в котором живет человек. Эти науки называются естественными науками. Изучение основ естественных наук необходимо каждому человеку прежде всего для понимания того, что собой представляет материальный мир, каким законам он подчиняется. На уроках по всем предметам естественно-научного цикла изучаются объективно существующие в природе явления и закономерности.

Вне зависимости от взглядов и убеждений отдельных людей или сообществ, от политического строя в стране или исповедуемой религии происходит движение планет вокруг Солнца по неизменному закону всемирного тяготения, плавание тел по закону Архимеда, соединение атомов водорода и кислорода

с образованием молекул воды. Изучение естественно-научных предметов должно не только привести к усвоению набора фактов, но и способствовать формированию системы представлений о мире как познаваемой объективной реальности, управляемой устойчивыми, воспроизводимыми законами.

Человек, познавший объективные законы окружающего мира, способен более уверенно планировать свою деятельность в нем для достижения желаемых результатов.

Не противопоставляя физику всем другим учебным предметам и не вознося ее выше всех остальных, можно обратить внимание учащихся на ряд особенностей физики как учебного предмета среди других предметов естественно-научного цикла.

От других предметов естественно-научного цикла физика отличается тем, что изучает самые общие свойства предметов материального мира. Физику называют фундаментальной наукой, так как знания физических свойств тел и физических законов необходимы для успешных исследований в области химии, биологии и других естественных наук. Физика является фундаментом, на котором строятся остальные естественные науки, развивается техника и совершенствуются технологии.

Но и эта особенность физики как науки не может служить убедительным обоснованием необходимости изучения физики всеми школьниками на протяжении трех — пяти лет. Чем может быть полезно изучение этого предмета теми школьниками, которые не будут заниматься научными исследованиями, изобретать или конструировать машины, приборы, а хотят стать бизнесменами, менеджерами, экономистами, артистами, бухгалтерами, продавцами?

В современном мире для достижения успеха при выборе любой профессии человек должен постоянно овладевать новыми знаниями и умениями, понимать поставленные перед ним задачи и находить эффективные способы их решения, осознавать новые возникающие проблемы. При нахождении собственных способов решения возникающих проблем нужно уметь объяснить свое решение, доказать его правильность и эффективность. При этом важно уметь выслушать мнения других людей, понять

смысл их доводов, при несогласии опровергнуть эти доводы. Все эти умения приобретаются и развиваются постепенно. Процесс овладения такими профессиональными умениями происходит быстрее и успешнее у тех, кто уже имеет опыт решения проблем в какой-то другой области. Изучение физики дает возможность приобретения такого опыта. Для большинства учащихся основной школы наибольшую ценность может представлять не набор конкретных фактов на запоминание из области физики, а овладение методами решения разнообразных проблем, способами добывания новых знаний.

Для решения любой проблемы нужно прежде всего понять, в чем она заключается: что известно и что неизвестно по условию задачи, что требуется узнать или какого результата нужно добиться.

Может показаться, что в отношении приобретения опыта решения задач ни один предмет не может соперничать с математикой. В определенном смысле это именно так. Без овладения основами математики не может быть никаких успехов и в решении большинства физических задач.

Но между задачами, решаемыми на уроках математики, и большинством задач, с которыми человек встречается на практике, имеются очень существенные различия. На уроках математики даже в задачах с практическим содержанием в условии данные представляются в таком виде, что для решения задачи необходимо лишь произвести одно или несколько математических действий и получить искомый результат. Это утверждение не содержит в себе критики «неправильно составленных» задач по математике, так как целью уроков математики является именно научение использованию методов математики, а не решению задач из области физики, химии, астрономии или техники.

На практике любая задача, требующая для своего решения применения методов математики, должна быть сначала преобразована в задачу по математике. Это превращение и есть собственно решение задачи, а математические вычисления лишь техническая процедура.

Экспериментальные задания и теоретические задачи по физике могут

быть образцами, на которых можно научиться общим методам решения практических проблем и задач. Именно этим физика как учебный предмет в общеобразовательной школе может быть особенно полезной всем школьникам.

2. Развитие теоретического мышления при изучении физики. Человек живет и действует в материальном мире, в мире практики. Но как только он стал использовать речь, обозначая словами предметы, явления, действия, началось создание теоретического мира. Каждое слово, обозначающее предмет или явление материального мира, в действительности относится к объекту теоретического мира. С овладения словами «мама», «папа», «дай», «на» начинается развитие теоретического мышления ребенка. Если смысл и назначение первых двух слов усваиваются очень легко (эти слова похожи на этикетки на предметах, которые можно потребовать, вызвать), то смысл двух следующих слов, сопровождающих или вызывающих направленные действия, ребенку различить оказывается довольно трудно. Необходимо более высокий уровень развития теоретического мышления.

Многие не осознают, что они постоянно пользуются теоретическим мышлением, уровень развития которого определяет степень умственного развития человека.

Одной из важных особенностей физики как учебного предмета является тот факт, что изучение физики может быть мощным средством развития теоретического мышления человека. Так чем же отличается физика от других учебных предметов?

В каждом школьном учебном предмете на каждом уроке используются теоретические понятия, и едва ли не на каждом уроке вводятся новые абстрактные понятия.

Словами «глагол», «наречие», «роман», «трава», «сердце», «кислота», «прямая», «окружность», «континент», «государство» обозначены теоретические понятия. Но процесс создания каждого теоретического понятия для учащихся обычно остается скрытым от понимания.

Определения понятий вводятся, например, так:

«Окружностью с центром O и радиусом R называется фигура, состоящая из

всех точек плоскости, которые находятся на расстоянии R от точки O ». (При этом понятия точки и плоскости не определяются.)

«Кислоты — это электролиты, которые при диссоциации поставляют в водный раствор катионы водорода и никаких других положительных ионов не образуют».

«Сердце — полый мышечный орган, состоящий из левой (артериальной) и правой (венозной) половинок».

«Глагол — это самостоятельная часть речи, которая обозначает действие, состояние или отношение и отвечает на вопросы *что делать?* и *что сделать?*».

Такие определения теоретических понятий большинством школьников воспринимаются очень упрощенно, как этикетки-названия на предметах. Сердце — вот этот предмет, кислота — вот эта жидкость с определенными свойствами, окружность — вот эта линия на бумаге, глагол — вот это слово, написанное на бумаге, которое нужно подчеркнуть.

В процессе обучения физике возможно существенное продвижение в осмыслении самого процесса создания теоретического мира по той причине, что основные теоретические понятия физики нельзя использовать как этикетки-названия на предметах окружающего мира. Нет в природе такого тела, такого предмета, которым соответствовало бы понятие «масса», на которое можно было бы навесить этикетку с таким словом-обозначением. Точно так же нет в природе предметов, соответствующих понятиям «сила», «энергия», «импульс», «температура», «скорость», «ускорение», «электрический заряд», «электрический ток», «электрическое напряжение», «электрическое сопротивление» и многим другим.

Совокупность взаимосвязанных теоретических понятий физики образует теоретический мир этого предмета. Только освоившись в этом теоретическом мире, можно понять основные законы физики, которыми описываются свойства материального мира.

Особенность физики в том, что каждое новое теоретическое понятие в ней вводится по необходимости, при обнаружении таких явлений в материальном мире, которые нельзя объяснить с использованием ранее известных по-

ятий. Нужно придумать новое теоретическое понятие, использование которого дает возможность объяснить, как и почему происходит новое наблюдаемое природное явление.

Процесс создания теоретических понятий в физике происходит явно. Это приводит к определенным трудностям для понимания смысла физических законов, так как учащиеся не имеют опыта целенаправленного создания теоретических понятий.

Чем может быть полезен опыт формирования физических понятий «масса» и «плотность», например, будущему индивидуальному предпринимателю? Не все ли равно, будет ли он считать, что плотность вещества — это масса одного кубического метра вещества, или что плотностью вещества называется отношение массы вещества к его объему?

Далеко не все равно. Овладевать новыми теоретическими понятиями в жизни понадобится человеку любой профессии. Если на уроках физики учащийся поймет, чем различаются понятия «масса» и «плотность» вещества, то, начав заниматься частным предпринимательством, он легче осмыслит различие между понятиями «прибыль» и «норма прибыли».

Еще одной особенностью физики как учебного предмета является возможность ознакомления учащихся с полным циклом процесса познания окружающего материального мира.

Начиная с работ Галилея, в процессе изучения любого природного явления выделяют следующие стадии. На первой стадии происходит непосредственное наблюдение явления, выявление его существенных признаков и свойств.

Как отмечал Галилей, чувственный опыт привлекает наше внимание к наблюдаемому явлению, но не открывает законов природы, так как книга природы «написана на языке математики». Поэтому за чувственным опытом должно следовать выдвижение гипотезы.

Выдвижение гипотезы является творческим процессом, в котором создается упрощенная теоретическая модель наблюдаемого явления, способная сделать его понятным для нас.

За выдвижением гипотезы следует этап ее математического развития. Гипотеза оказывается плодотворной, если

ее математическое развитие приводит к выводу следствий, до сих пор неизвестных науке, и эти следствия могут быть проверены экспериментально. Развита до такого уровня гипотеза превращается в физическую теорию.

Физическая теория заслуживает названия научной теории, если предсказываемые ею следствия могут быть проверены в экспериментах. При экспериментальном подтверждении следствий физическая теория считается подтвержденной экспериментом.

Необходимость экспериментальной проверки следствий из теории Галилей обосновал тем, что «наши рассуждения должны быть о чувственном мире, а не о бумажном мире».

Полный цикл процесса познания физических свойств окружающего мира на уроках физики может быть пройден многократно на разных примерах с активным участием учащихся на всех его этапах.

Такой цикл может быть пройден при изучении атомистической теории строения вещества, явления атмосферного давления, закона всемирного тяготения, электромагнитных явлений, физики атома и атомного ядра.

Заслуживает обсуждения и такой вопрос: а нужно ли раскрывать школьникам такие секреты науки, как использование придуманных человеком абстрактных теоретических понятий для объяснения реального мира?

Если на основе теории удается правильно предсказывать результаты опыта с реальными физическими объектами, проектировать, строить и успешно использовать разнообразные машины, то это означает, что в абстрактной физической модели реального мира выделены существенные свойства реального мира. Теория необходима для нахождения путей практического использования человеком природных явлений и процессов.

Необходимо раскрыть и такой секрет науки, как существование определенных границ применимости любой физической теории и следующих из нее законов. Границы применимости теории определяются прежде всего условием применимости физической модели, использованной при создании теории. Экспериментально установленные законы применимы лишь в тех условиях,

в которых они были открыты. Например, если в молекулярно-кинетической теории использована модель идеального газа, то выводы и законы этой теории применимы к реальным газам лишь в том случае, если свойства реального газа приближаются к свойствам идеального газа.

3. Развитие общих познавательных и творческих способностей учащихся при изучении физики. При обучении физике в основной школе учителю необходимо постоянно помнить, что на каждом уроке перед ним одновременно с конкретными познавательными задачами по конкретной теме урока стоят задачи развития общих познавательных и творческих способностей учащихся. Это вовсе не означает, что учителю нужно заниматься придумыванием и предложением учащимся каких-то общих учебных упражнений и общих развивающих заданий. Речь не идет о дополнительной параллельной нагрузке на учителя-предметника. Речь идет о другом.

Нужно один раз понять и никогда не забывать, что для успешного обучения физике ученик должен прежде всего научиться учиться. Если учитель предполагает, что этому всех учеников уже научили учителя-предшественники, то он ошибается. Приемов и методов обучения очень много, доступными для овладения они становятся постепенно в соответствии с возрастом и уровнем развития учащихся. Кроме того, одни приемы и методы обучения специфичны для одного учебного предмета, другие — для другого. Поэтому общая задача — учить учиться — стоит перед каждым учителем в каждом классе.

Особенности физики как учебного предмета, о которых говорилось выше, диктуют необходимость обращения особого внимания на уроках физики формированию у учащихся ряда общих учебных навыков. Одним из первых среди них является развитие умения работать с учебником.

Чем должна отличаться работа с учебником физики от работы с другими учебниками? Какому новому общему умению при работе с книгой должен научиться школьник в процессе обучения физике? При изучении физики учащимся нужно перейти от привычной при работе с учебниками по ряду других пред-

метов установки на запоминание и воспроизведение к установке на выделение главного в прочитанном, на овладение способами самостоятельной проверки понимания прочитанного. Это изменение у большинства школьников не произойдет само собой.

Изменению установок при работе с учебником могут помочь специально выделенные уроки, на которых учащиеся самостоятельно изучают новый учебный материал. Темы таких уроков нужно подбирать специально. При выборе тем для самостоятельного изучения можно отдавать предпочтение темам, не опирающимся на демонстрационные опыты и не очень сложным.

Установку на выделение главного при самостоятельном изучении нового материала по учебнику можно дать формулировкой задания в таком виде:

«Прочитайте § ... учебника физики. Выпишите из него пять (или четыре, или шесть) предложений, которые вы считаете наиболее важными по содержанию в этом параграфе».

Овладению способами самостоятельной проверки понимания прочитанного поможет опыт выполнения письменных ответов на контрольные вопросы к изучаемому параграфу.

Большие возможности для развития общих познавательных и творческих способностей учащихся открываются в процессе самостоятельного выполнения системы экспериментальных заданий и решения теоретических задач. Разнообразные примеры использования деятельностного подхода и методов проблемного обучения при выполнении экспериментальных заданий рассмотрены в методическом пособии к учебнику для 7 класса. Здесь мы рассмотрим пути и способы развития общих познавательных и творческих способностей учащихся при решении задач по физике.

При решении задач по физике открываются возможности для развития таких общих умений, как:

понимание смысла поставленной задачи;

выяснение обязательных условий нахождения решения задачи выбранным способом;

обработка условия задачи путем отбрасывания несущественных деталей либо использования упрощенной модели исследуемого процесса или явления;

выявление возможного принципиального пути решения задачи на основе применения известных законов;

нахождение способа конкретного варианта решения задачи в общем виде;

выражение значений всех физических величин в основных единицах;

вычисление значения искомой величины;

распознавание вида зависимости одной величины от другой по графику;

выражение зависимости одной величины от другой в виде графика.

Перечисленные элементы общих умений решения многих типов задач не представлены в каждой задаче, а встречаются в разных комбинациях в различных задачах. Не надо конструировать какие-то особые экспериментальные задания или теоретические задачи, в которых были бы представлены все эти элементы общих умений или даже еще большее их количество. Но имеет смысл при обсуждении плана выполнения эксперимента, его результатов, способов решения теоретических задач обращать внимание учащихся на те общие познавательные умения, которыми они овладевают при выполнении заданий по физике. Можно обсудить и возможные примеры применения приобретенных общих умений при изучении других учебных предметов, в практической жизни. Рассмотрим пример задачи.

Задача. Имеются источник постоянного тока напряжением 12 В и три резистора с электрическим сопротивлением 8 Ом каждый. Сколько резисторов из этих трех и каким образом нужно подключить к данному источнику тока, для того чтобы на резисторах мощность выделяемой энергии была максимальной?

При решении задачи учтите, что каждый из резисторов рассчитан на силу тока не более 1 А. Напряжение на выходе источника тока можно считать одинаковым при любом способе подключения к нему резисторов.

Данная задача отличается от задач на применение знаний в стандартной ситуации тем, что ее нельзя решить по формуле подстановкой чисел из условия задачи в формулу, изученную на уроке. Это задача, требующая не только знания формулы мощности тока на участке цепи, но и четкого понимания условия задачи, смысла задания.

Эта простая в принципе задача может быть решена подбором возможных вариантов подключения трех резисторов к источнику тока с вычислением силы тока и мощности тока в каждом случае. Она вызывает у многих учащихся затруднения из-за выработавшейся привычки решения задач методом подстановки чисел из условия задачи в подходящую формулу. Но здесь данных в условии задачи больше, чем нужно для простой подстановки их в формулу для вычисления мощности. Указано и напряжение, и сила тока, и электрическое сопротивление резистора, и число резисторов — не один, а три.

Пытаясь решить задачу трафаретным способом, одни учащиеся пренебрегают указанным в условии задачи критическим допустимым значением силы тока и предлагают в качестве ответа вариант параллельного включения трех резисторов. Другие фактически решают иную задачу, вычисляя мощность тока на трех резисторах при силе тока 1 А. Эти ошибки связаны с непониманием смысла поставленной задачи.

На примере такой задачи нужно обратить внимание учащихся на то, что важным первым шагом в решении любой задачи не только по физике, но и особенно в практической жизни является понимание ее смысла. Не поняв смысла задачи, не следует приступать к поискам формул и вычислениям.

Возвращаясь к примеру задачи, рассмотрим возможный вариант ее решения.

Решение. Начнем решение задачи с того, что переберем все возможные варианты схем подключения трех резисторов к источнику тока (рис. 2). Их оказывается семь.

Чтобы не делать лишних расчетов, определим сначала, какие из семи возможных схем включения неприемлемы из-за существующего ограничения силы тока через один резистор. Для этого вычислим предельное напряжение $U_{\text{пр}}$, какое может быть приложено к концам резистора:

$$U_{\text{пр}} = I_{\text{пр}} R = 1 \text{ А} \cdot 8 \text{ Ом} = 8 \text{ В}.$$

Мы получили, что на концы резистора можно подавать не более 8 В, иначе сила тока через резистор превысит предельно допустимое по условию задачи значение силы тока 1 А. Так

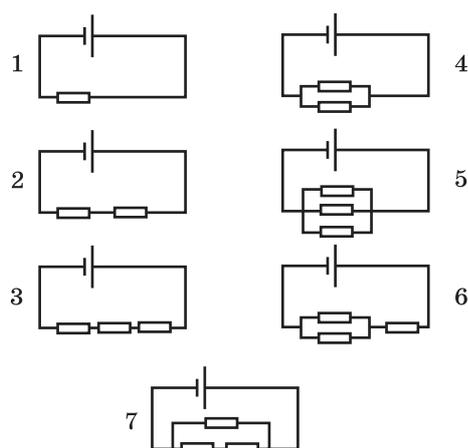


Рис. 2

как на выходе источника тока напряжение равно 12 В, то варианты подключения 1, 4, 5 и 7 не подходят.

Варианты подключения резисторов 2 и 3 допустимы, так как на каждом из последовательно включенных резисторов на схеме 2 напряжение 6 В, а на схеме 3 — только 4 В.

Возможно ли подключение резисторов по схеме 6? Для ответа на этот вопрос проведем расчет силы тока через резистор, включенный последовательно с двумя параллельно соединенными резисторами на схеме 6.

Электрическое сопротивление двух параллельно соединенных резисторов с электрическим сопротивлением 8 Ом каждый равно 4 Ом, поэтому полное сопротивление трех резисторов на схеме 6 равно 12 Ом. Отсюда сила тока в общей цепи равна:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{12 \text{ Ом}} = 1 \text{ А}.$$

Следовательно, сила тока через резистор, включенный последовательно с двумя параллельно соединенными резисторами, равна 1 А, а через каждый из двух одинаковых параллельно включенных резисторов равна 0,5 А. Включение трех резисторов на схеме 6 допустимо.

Остается выяснить, при включении по какой из схем — 2, 3 или 6 — на резисторах выделяется максимальная мощность.

Общая мощность на трех резисторах может быть вычислена двумя способами. Первый из них — вычисление мощ-

ности тока на каждом из резисторов и нахождение их суммы. Вторым способом — вычисление общего сопротивления $R_{\text{общ}}$ электрической цепи и общей мощности, выделяемой на всех элементах цепи: $N = \frac{U^2}{R_{\text{общ}}}$.

При решении данной задачи предпочтителен второй способ, так как по условию задачи известно общее напряжение на всей цепи.

Общие сопротивления электрических цепей на схемах 2, 3 и 6 можно вычислить в уме. Они соответственно равны 16, 24 и 12 Ом.

Вычисляя общую мощность, выделяемую на всех элементах цепи, получаем значения мощности в цепях на схемах 2, 3 и 6:

$$N_2 = \frac{U^2}{R_{2\text{общ}}} = \frac{144}{16} \text{ Вт} = 9 \text{ Вт},$$

$$N_3 = \frac{U^2}{R_{3\text{общ}}} = \frac{144}{24} \text{ Вт} = 6 \text{ Вт},$$

$$N_6 = \frac{U^2}{R_{6\text{общ}}} = \frac{144}{12} \text{ Вт} = 12 \text{ Вт}.$$

Таким образом, для получения максимальной мощности электрического тока в цепи с использованием данного источника и резисторов нужно использовать схему 6 соединения резисторов с источником тока.

Рассмотрим еще одну задачу.

Задача. При подключении вольтметра к выводам источника постоянного тока измеренное напряжение равно 6 В. Когда к этому источнику тока подключили резистор с электрическим сопротивлением 4 Ом и последовательно с ним амперметр, сила тока в цепи стала равной 1 А. Определите мощность электрического тока на резисторе.

Главное отличие этой задачи от стандартных задач по физике на вычисление заключается в избыточном количестве сведений в условии. Задачи такого типа редко предлагаются учащимся. Их не любят ни учащиеся, ни большинство учителей, полагающих, что не нужно специально запутывать учащихся, предлагая «неправильные» задачи.

Но в действительности «неправильными» являются как раз задачи со специально подобранными сведениями, необходимыми и достаточными для решения. Такие задачи «неправильные» в том смысле, что они почти никогда не

встречаются в практической жизни. В практике человек сталкивается с проблемами двух типов: либо нужно найти значение какой-то величины, а исходных данных для решения проблемы недостаточно, и следует искать пути их получения, либо исходных данных очень много, и требуется понять, какие из них необходимо выбрать для решения поставленной задачи.

Рассматриваемая задача с избыточными данными относится ко второму типу задач. При формальном подходе к решению задач по формуле можно получить три разных ответа:

$$N = \frac{U^2}{R}, N = \frac{6^2}{4} \text{ Вт} = 9 \text{ Вт},$$

$$N = IU, N = 1 \cdot 6 \text{ Вт} = 6 \text{ Вт},$$

$$N = I^2R, N = 1 \cdot 4 \text{ Вт} = 4 \text{ Вт}.$$

Какой из трех ответов правильный и как могут получаться неправильные ответы при использовании одной и той же формулы для вычисления мощности тока на участке цепи, преобразованной с использованием закона Ома для участка цепи?

По условию задачи, сила тока измерялась при подключении к источнику тока резистора с известным электрическим сопротивлением. Поэтому правильным является только третий результат, для получения которого использовались данные, относящиеся к вопросу задачи.

В первом и втором вариантах решения используется значение электрического напряжения на клеммах источника тока до подключения резистора. Эти варианты решения были бы правильными, если бы в условии задачи были даны сведения о напряжении на резисторе при прохождении через него электрического тока. Но таких данных в условии задачи нет.

При анализе решений такой задачи прежде всего нужно обратить внимание учащихся на тот факт, что подобного типа задачи с избыточными данными постоянно встречаются в практической жизни. При выборе данных нужно тщательно анализировать, какие именно из них дадут правильный ответ на вопрос задачи.

4. Отбор и структурирование содержания обучения. При отборе и структурировании содержания обучения физике в 8 классе учитывались реальные

возможности учащихся по усвоению новых понятий в процессе обучения. На одном уроке физики, как правило, планируется овладеть одним — тремя новыми понятиями. Обязательным ориентиром при отборе содержания обучения являются требования образовательного стандарта к результатам обучения.

Для создания возможности использования деятельностного подхода к процессу обучения и методов проблемного обучения с целью развития общих познавательных и творческих способностей учащихся при изучении физики объем обязательного материала в данном учебнике сокращен примерно в 2 раза по сравнению с объемом обязательного материала в традиционном учебнике. Это не только расширяет возможности для организации активной самостоятельной познавательной деятельности учащихся при выполнении опытов и экспериментальных заданий, но и освобождает время для занятий по интересам. Для учащихся, проявляющих повышенный интерес к физике, в каждом параграфе учебника имеются второй разворот (две дополнительные страницы) для углубленного изучения теоретического материала и задания для выполнения самостоятельных экспериментов. В результате общий объем учебного материала по физике, предлагаемого учащимся основной школы для обязательного обучения и для изучения по собственному выбору, несколько превышает обязательные требования.

Учебник 8 класса является учебником фиксированного формата для лично-стно ориентированного обучения, где учебный материал разделен на 35 параграфов, а материал для обязательного изучения всеми учащимися в каждом параграфе представлен на первом развороте учебника (двух страницах). Все, что должно быть изучено на одном уроке, находится перед глазами учащегося, перед ним ставится обозримая проблема и вполне посильное по объему задание. На одном развороте легко найти материал для ответов на контрольные вопросы, формулу для решения задачи.

Построение учебника в соответствии с принципом фиксированного формата дает возможность организовать систематическую самостоятельную экспериментальную деятельность учащихся на уроках, обучение в соответствии с прин-

ципом лично-стно ориентированного обучения.

5. Содержание обучения физике в 8 классе. Содержание обучения в 8 классе отобрано в соответствии с федеральным компонентом Государственного стандарта основного общего образования по физике. Для изучения выбраны разделы «Электрические и магнитные явления», «Электромагнитные колебания и волны» и «Оптические явления».

Ниже представлена программа по физике для 8 класса, в соответствии с которой написан учебник. Материал, который подлежит изучению, но не включен в Требования к уровню подготовки выпускников, в программе выделен *курсивом*.

ПРОГРАММА ПО ФИЗИКЕ

8 класс (70 ч)

Электрические и магнитные явления (45 ч)

Электризация тел. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Взаимодействие зарядов. Закон сохранения электрического заряда.

Электрическое поле. Действие электрического поля на электрические заряды. *Проводники, диэлектрики и полупроводники. Конденсатор. Энергия электрического поля конденсатора.*

Постоянный электрический ток. *Источники постоянного тока.* Действия электрического тока. Сила тока. Напряжение. Электрическое сопротивление. Электрическая цепь. Закон Ома для участка электрической цепи. *Последовательное и параллельное соединения проводников.* Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля — Ленца. *Носители электрических зарядов в металлах, полупроводниках, электролитах и газах. Полупроводниковые приборы.* Правила безопасности при работе с источниками электрического тока.

Опыт Эрстеда. Магнитное поле тока. Взаимодействие постоянных магнитов. *Магнитное поле Земли. Электромагнит.* Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. *Электродвигатель. Электромагнитное реле.*

Демонстрации

Электризация тел.
Два рода электрических зарядов.
Устройство и действие электроскопа.
Проводники и изоляторы.
Электризация через влияние.
Перенос электрического заряда с одного тела на другое.
Закон сохранения электрического заряда.
Устройство конденсатора.
Энергия заряженного конденсатора.
Источники постоянного тока.
Составление электрической цепи.
Электрический ток в электролитах.
Электролиз.
Электрический ток в полупроводниках. Электрические свойства полупроводников.
Электрический разряд в газах.
Измерение силы тока амперметром.
Наблюдение постоянства силы тока на разных участках неразветвленной электрической цепи.
Измерение силы тока в разветвленной электрической цепи.
Измерение напряжения вольтметром.
Изучение зависимости электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала. Удельное сопротивление.
Реостат и магазин сопротивлений.
Измерение напряжения в последовательной электрической цепи.
Зависимость силы тока от напряжения на участке электрической цепи.
Опыт Эрстеда.
Магнитное поле тока.
Действие магнитного поля на проводник с током.
Устройство электродвигателя.
Лабораторные работы и опыты
Наблюдение электрического взаимодействия тел.
Сборка электрической цепи и измерение силы тока и напряжения.
Изследование зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах при постоянном сопротивлении.
Изследование зависимости силы тока в электрической цепи от сопротивления при постоянном напряжении.
Изучение последовательного соединения проводников.
Изучение параллельного соединения проводников.
Измерение сопротивления при помощи амперметра и вольтметра.

Изучение зависимости электрического сопротивления проводника от его длины, площади поперечного сечения и материала. Удельное сопротивление.

Измерение работы и мощности электрического тока.

Изучение электрических свойств жидкостей.

Изготовление гальванического элемента.

Изучение взаимодействия постоянных магнитов.

Исследование магнитного поля прямого проводника и катушки с током.

Исследование явления намагничивания железа.

Изучение принципа действия электромагнитного реле.

Изучение действия магнитного поля на проводник с током.

Изучение принципа действия электродвигателя.

Электромагнитные колебания и волны (15 ч)

Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Правило Ленца. Самоиндукция. *Электрогенератор.*

Переменный ток. *Трансформатор. Передача электрической энергии на расстояние.*

Колебательный контур. Электромагнитные колебания. Электромагнитные волны и их свойства. Скорость распространения электромагнитных волн. Принципы радиосвязи и телевидения.

Свет — электромагнитная волна. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы.

Демонстрации

Электромагнитная индукция.

Правило Ленца.

Самоиндукция.

Получение переменного тока при вращении витка в магнитном поле.

Устройство генератора постоянного тока.

Устройство генератора переменного тока.

Устройство трансформатора.

Передача электрической энергии.

Электромагнитные колебания.

Свойства электромагнитных волн.

Принцип действия микрофона и громкоговорителя.

Принципы радиосвязи.

Лабораторные работы и опыты
Изучение явления электромагнитной индукции.

Оптические явления (10 ч)

Прямолинейное распространение света. Отражение и преломление света. Плоское зеркало. Линза. Ход лучей через линзу. Фокусное расстояние линзы. Оптическая сила линзы. Глаз как оптическая система. Оптические приборы. Дисперсия света.

Демонстрации

Источники света.

Прямолинейное распространение света.

Отражение света.

Изображение в плоском зеркале.

Преломление света.

Ход лучей в собирающей линзе.

Ход лучей в рассеивающей линзе.

Получение изображений с помощью линз.

Принцип действия проекционного аппарата и фотоаппарата.

Модель глаза.

Дисперсия белого света.

Получение белого света при сложении света разных цветов.

Лабораторные работы и опыты

Изучение явления распространения света.

Исследование зависимости угла отражения от угла падения света.

Изучение свойств изображения в плоском зеркале.

Исследование зависимости угла преломления от угла падения света.

Измерение фокусного расстояния собирающей линзы.

Получение изображений с помощью собирающей линзы.

Наблюдение явления дисперсии света.

Получение белого света при сложении пучков света всех цветов спектра.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОУРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

8 класс (70 ч)

Электрические и магнитные явления

Урок 1. § 1. Электризация тел. Электрический заряд. Два вида электрических зарядов. Взаимодействие за-

рядов. Экспериментальное задание 1.1. Обнаружение явления электризации тел при соприкосновении.

Урок 2. § 2. Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле.

Урок 3. § 3. Действие электрического поля на электрические заряды. *Проводники и диэлектрики*. Экспериментальное задание 3.1. Исследование действия электрического поля на проводники и диэлектрики.

Уроки 4—5. § 4. *Энергия электрического поля*. Электрическое напряжение. *Конденсатор*.

Урок 6. Тестовый контроль знаний и умений. Тест 1.

Уроки 7—8. § 5. Постоянный электрический ток. Электрическая цепь. Действия электрического тока. Экспериментальное задание 5.1. Сборка и испытание электрической цепи постоянного тока.

Уроки 9—10. § 6. *Источники постоянного тока*. Экспериментальное задание 6.1. Изготовление и испытание источника постоянного тока.

Уроки 11—12. § 7. Сила тока. Экспериментальное задание 7.1. Измерение силы тока.

Уроки 13—14. § 8. Закон Ома для участка электрической цепи. Электрическое сопротивление. Экспериментальное задание 8.1. Исследование зависимости силы тока на участке электрической цепи от напряжения.

Уроки 15—16. § 9. Измерение электрических величин. Экспериментальное задание 9.1. Измерение удельного электрического сопротивления металла.

Уроки 17—18. § 10. *Последовательное соединение проводников*. Экспериментальное задание 10.1. Исследование связи между напряжениями на последовательно соединенных элементах цепи постоянного тока.

Уроки 19—20. § 11. *Параллельное соединение проводников*. Экспериментальное задание 11.1. Исследование связи между силой тока в параллельно соединенных элементах цепи постоянного тока и силой тока в общей цепи.

Уроки 21—22. § 12. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля — Ленца. Экспериментальное задание 12.1. Измерение мощности электрического тока.

Урок 23. § 13. Природа электрического тока. *Носители электрических зарядов в металлах, электролитах и газах.*

Урок 24. § 14. *Полупроводниковые приборы.* Экспериментальное задание 14.1. Изучение работы полупроводникового диода.

Урок 25. § 15. Правила безопасности при работе с источниками электрического напряжения.

Урок 26. Тестовый контроль знаний и умений. Тест 2.

Уроки 27—28. § 16. Взаимодействие постоянных магнитов. *Магнитное поле Земли.* Экспериментальное задание 16.1. Исследование явления магнитного взаимодействия.

Уроки 29—30. § 17. Опыт Эрстеда. Магнитное поле тока. Экспериментальное задание 17.1. Исследование действия электрического тока в прямом проводнике на магнитную стрелку.

Уроки 31—32. § 18. *Электромагнит. Электромагнитное реле.* Экспериментальное задание 18.1. Исследование явления намагничивания вещества.

Уроки 33—34. § 19. Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера. Экспериментальное задание 19.1. Исследование действия магнитного поля на проводник с током.

Уроки 35—36. § 20. *Электродвигатель.* Экспериментальное задание 20.1. Изучение принципа действия электродвигателя постоянного тока.

Электромагнитные колебания и волны

Уроки 37—38. § 21. Электромагнитная индукция. опыты Фарадея. Экспериментальное задание 21.1. Изучение явления электромагнитной индукции.

Урок 39. § 22. Правило Ленца.

Урок 40. § 23. Самоиндукция.

Урок 41. § 24. Электрогенератор. Экспериментальное задание 24.1. Изучение работы электрогенератора постоянного тока.

Урок 42. § 25. Переменный ток. Экспериментальное задание 25.1. Получение переменного тока при вращении катушки в магнитном поле.

Урок 43. § 26. Производство и пе-

редача электрической энергии. Трансформатор.

Урок 44. § 27. Электромагнитные колебания. Колебательный контур.

Уроки 45—46. § 28. Электромагнитные волны и их свойства. Скорость распространения электромагнитных волн. Влияние электромагнитных излучений на живые организмы. Свет — электромагнитная волна.

Уроки 47—48. § 29. Принципы радиосвязи и телевидения.

Урок 49. Тестовый контроль знаний и умений. Тест 3.

Оптические явления

Уроки 50—51. § 30. Свойства света. Прямолинейное распространение света. Экспериментальное задание 30.1. Изучение явления распространения света.

Уроки 52—53. § 31. Отражение света. Плоское зеркало. Экспериментальное задание 31.1. Исследование зависимости угла отражения света от угла падения. Экспериментальное задание 31.2. Изучение свойств изображения в плоском зеркале.

Уроки 54—55. § 32. Преломление света. Экспериментальное задание 32.1. Исследование зависимости угла преломления света от угла падения.

Уроки 56—57. § 33. Линзы. Ход лучей через линзу. Фокусное расстояние линзы. Оптическая сила линзы. Экспериментальное задание 33.1. Определение фокусного расстояния собирающей линзы и ее оптической силы.

Уроки 58—59. § 34. Оптические приборы. Глаз как оптическая система. Экспериментальное задание 34.1. Получение увеличенных и уменьшенных изображений с помощью собирающей линзы.

Урок 60. § 35. Дисперсия света. Экспериментальное задание 35.1. Обнаружение явления дисперсии белого света.

Урок 61. Тестовый контроль знаний и умений. Тест 4.

Урок 62. Тестовый контроль знаний и умений. Итоговый тест.

Резерв времени — 8 ч.

Глава 3

Электрические и магнитные явления

§ 1. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Электризация тел

Изучение электростатических явлений предпочтительно начинать с выполнения учащимися самостоятельных опытов по обнаружению явления электризации тел при соприкосновении или при трении одного тела по поверхности другого, с изучения особенностей взаимодействия наэлектризованных тел. После коллективного обсуждения результатов выполненных опытов учитель может дать их объяснение на основе гипотезы о существовании в природе электрических зарядов двух видов.

Для выполнения опытов в соответствии с описанием, данным в учебнике, необходимо столько резиновых шаров, сколько учащихся в классе (с запасом в три-четыре шара) и столько же кусков нити для завязывания шаров. Подготовка к эксперименту начинается с надувания шаров и завязывания их нитями. Один учащийся надувает шар, другой завязывает его нитью. Затем они меняются ролями.

На этом этапе нужно предупредить учащихся о том, что при надувании

шара нельзя допускать его соприкосновения с одеждой, нельзя касаться его поверхности руками. Шар при надувании и завязывании нужно держать только пальцами у входного отверстия, иначе он наэлектризуется уже на этапе подготовки к опыту и два первых эксперимента, в которых обнаруживается отсутствие сил притяжения или отталкивания между шарами и одеждой до электризации, окажутся невыполнимыми.

Вместо резиновых шаров можно использовать полиэтиленовые пакеты. И в этом случае опыты нужно начать с установления факта отсутствия сил взаимодействия между пакетами до их электризации (рис. 3).

Затем нужно приложить пакет к груди и провести по его поверхности ладонью 2—3 раза (рис. 4).

При отведении пакета от груди он притягивается к одежде (рис. 5), а два пакета отталкиваются друг от друга (рис. 6).

После обсуждения особенностей явления электризации тел можно спросить, произойдет ли электризация двух



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6



Рис. 7



Рис. 8

полиэтиленовых пакетов, если их потереть друг о друга (рис. 7), а затем проверить правильность гипотезы экспериментально.

Третий возможный вариант опытов описан в учебнике в экспериментальном задании 1.2. В этом варианте можно использовать ластик, металлическую скрепку, полоску металлической фольги из конфетной обертки, а вместо палочек из эбонита и плексигласа пластмассовую ручку и сложенный в несколько раз лист бумаги.

Из скрепки изготавливается подставка в виде буквы «Г», которая вставляется в ластик. На подставку загнутым концом подвешивается полоска металлической фольги. Ручка и бумага электризуются при соприкосновении их поверхностей и трении (рис. 8).

Наэлектризованная ручка приближается к полоске фольги до соприкосновения (рис. 9). При соприкосновении

часть электрического заряда переходит с ручки на фольгу. Полоска фольги отталкивается от ручки (рис. 10). Следовательно, одинаковые электрические заряды отталкиваются.

При приближении бумаги, которой натиралась ручка, к полоске фольги, получившей электрический заряд от ручки, наблюдается притяжение полоски фольги к бумаге (рис. 11). Следовательно, при соприкосновении бумаги и ручки электрические заряды появляются и на поверхности бумаги. Эти заряды оказываются разными по своим свойствам. Один вид зарядов назвали положительным, другой вид зарядов — отрицательным.

Одноименные заряды отталкиваются, разноименные притягиваются.

Последний вариант экспериментов из-за малых размеров взаимодействующих тел возможен только для самостоятельных опытов учащихся. Следует



Рис. 9



Рис. 10



Рис. 11

иметь в виду, что при использовании ластиков, бывших в длительном пользовании, эксперимент по обнаружению отталкивания полоски фольги от ручки после перехода на нее части заряда мо-

жет не получиться из-за быстрого стекания заряда по проводящей загрязненной поверхности ластика. Лучше использовать новые ластики.

§ 2. Закон сохранения электрического заряда

При изучении этой темы первым ключевым элементом является эксперимент, на основании которого делается вывод о существовании в природе закона сохранения электрического заряда. Поэтому желательно продемонстрировать этот опыт учащимся. Как и все опыты по электростатике, он не такой простой, чтобы пытаться его выполнить без тщательной предварительной подготовки.

Если в оборудовании школьного кабинета нет специального комплекта из двух разнородных пластин или пластины и пленки для выполнения этого опыта, то можно подобрать такую пару в предварительных экспериментах.

Второй ключевой элемент этого параграфа — введение понятия об электрическом поле как материальном объекте, способном действовать на электрические заряды. Введение этого понятия лучше воспринимается при выполнении демонстраций, наглядно показывающих действие электрического поля на различные тела вокруг электрически заряженных тел. Созданию наглядных образов действия сил электрического поля на электрические заряды в разных точках пространства способствуют описанные в учебнике опыты с электрофорной машиной и пучками нитей.

§ 3. Действие электрического поля на электрические заряды

Первой задачей при изучении этой темы является введение понятий о веществах, проводящих электрические заряды, и веществах, не проводящих электрические заряды, называемых изоляторами или диэлектриками. Необходимые для решения этой задачи демонстрационные опыты описаны в учебнике.

Важным для понимания правил безопасной работы при использовании любых электроприборов на производстве и в быту является знание электрических свойств тела человека. Поэтому заслуживает особого внимания вопрос о том, является ли проводником электрических зарядов тело человека, и выполнение демонстрационных опытов, в которых обнаруживается способность тела человека проводить электрический ток. Затем нужно дополнить картину установлением того факта, что Земля является телом, проводящим электрические заряды. Проводит электрические заряды и обычная обувь. Так что человек постоянно находится на поверхности громадного проводящего тела Земли и при соприкосновении с любым

телом, обладающим электрическим зарядом, эти электрические заряды переходят через тело человека как через проводник на Землю. Во время этого перехода человек ощущает электрический удар.

После объяснения электрических свойств проводников и диэлектриков можно продемонстрировать опыты по наблюдению явления электростатической индукции. В этих опытах для большей эффективности можно использовать не маленькие стержни, хорошо видимые лишь с близкого расстояния, а предметы из проводника и диэлектрика длиной 1,5—2 м. В качестве тела из проводника может служить алюминиевая трубка или стальной стержень, в качестве предмета из диэлектрика — кусок пластмассовой водопроводной трубы или отделочного пластикового уголка. Более короткий кусок пластмассовой водопроводной трубы или отделочного пластикового уголка можно использовать в качестве электризуемого предмета.

При использовании пластмассовых труб нужно иметь в виду, что они легко электризуются, а нейтрализовать заря-

ды на них довольно трудно. Поэтому опыты по электростатической индукции нужно тщательно подготавливать.

Задача 3.1. Решение. При прикосновении эбонитовой палочки к верхней части стержня электрометра он получил электрический заряд того же знака, который был на эбонитовой палочке. При повторном приближении наэлектризованной эбонитовой палочки к электрометру ее электрическое поле отталкивает одноименные заряды с близкого к ней конца стержня электрометра, а на

дальнем конце стержня количество зарядов увеличивается. Поэтому отклонение стрелки увеличивается.

По условию задачи при приближении плексигласовой палочки отклонение стрелки электрометра уменьшается. Это означает, что часть зарядов с нижнего конца стержня переместилась на верхний конец. Отсюда можно сделать вывод, что плексигласовая палочка и эбонитовая палочка имеют заряды противоположного знака.

§ 4. Энергия электрического поля

При изучении явлений, характеризующихся тем, что электрическое поле обладает энергией, происходит первый этап введения понятия «электрическое напряжение». Это понятие будет рассматриваться и при изучении нескольких следующих тем. Прежде всего нужно обратить внимание на точность определения этого понятия, вводя электрическое напряжение как физическую величину U , равную отношению работы A электрического поля при перемещении электрического заряда q из одной точки поля в другую к заряду q :

$$U = \frac{A}{q}.$$

Упрощенное определение напряжения как работы электрического поля при перемещении электрического заряда в один кулон является грубой физической ошибкой. Работа и напряжение — разные физические величины и измеряются в разных единицах.

Задача 4.1. Решение. При ударе молнии силами электрического поля была совершена работа $A = q \cdot U = 10 \cdot 1\,000\,000 \text{ Дж} = 10\,000\,000 \text{ Дж}$. Если бы энергия, освободившаяся при таком ударе молнии, была полностью израсходована на работу по увеличению потенциальной энергии человека, т. е.

$$A = q \cdot U = mgh,$$

то высота, на которую можно поднять человека за счет такой работы, была бы равна

$$h = \frac{A}{mg} = \frac{10\,000\,000}{100 \cdot 10} \text{ м} = 10\,000 \text{ м} = 10 \text{ км}.$$

При введении понятия «электроёмкость» желательно не ограничиваться

рассказом об устройстве конденсаторов, а продемонстрировать внутреннее устройство хотя бы одного из них. Затем можно раздать учащимся разные конденсаторы для ознакомления с их внешним видом и приобретения опыта определения рабочих параметров конденсаторов по надписям на них. На конденсаторе обычно указываются значения его электроёмкости и максимально допустимого напряжения между его обкладками. При определении электроёмкости конденсатора учащиеся знакомятся с новыми для них приставками «пико» и «нано», обозначающими соответственно дольные единицы 10^{-12} и 10^{-9} основной единицы.

Для демонстрации способности энергии электрического поля заряженного конденсатора превращаться в другие виды энергии можно использовать конденсатор электроёмкостью 100—200 мкФ, электрическую лампочку от карманного фонарика, рассчитанную на 1 В, и источник постоянного тока напряжением 5—10 В.

Сначала нужно продемонстрировать, что при подключении к лампочке выводов незаряженного конденсатора

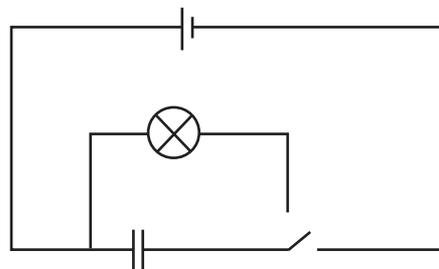


Рис. 12

она не горит. Затем отключить конденсатор от лампочки и подключить к источнику тока (рис. 12). Через короткое время выводы конденсатора отключить от источника тока и подключить к лампочке. Она кратковременно загорается.

Если в опыте используется электролитический конденсатор, нужно соблюдать полярность его подключения к источнику тока: плюс к плюсу, минус к минусу.

Если лампочку подключить последовательно с конденсатором, то в этом опыте можно обнаружить и кратковременно протекающий в цепи электрический ток при зарядке конденсатора (рис. 13).

Задача 4.2. Решение. Потенциальная энергия электрического поля кон-

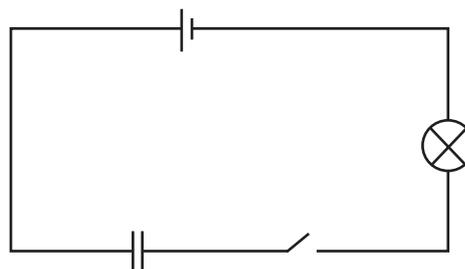


Рис. 13

денсатора, которая при вспышке лампы превращается в световую энергию, равна

$$W = \frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{1000 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^4}{2} \text{ Дж} = 20 \text{ Дж.}$$

§ 5. Постоянный электрический ток

В этой теме главным является выяснение условий существования постоянного тока. Для учащихся наиболее простой является механическая модель электрической цепи постоянного тока, в которой электрический ток подобен текущей по трубам воде. В этой модели нужно обратить внимание на два принципиально разных участка цепи: на внешний участок, на котором вода течет вниз под действием силы тяжести и может совершать работу, и на внутренний участок, на котором вода движется вверх, преодолевая действие силы тяжести. Движение воды вверх возможно только за счет работы внешних сил с потреблением энергии от какого-то источника. В водопроводной сети такую работу совершает электродвигатель, приводящий в действие насос. Подобную роль в электрической цепи выполняет источник постоянного тока.

В механической модели при движении сверху вниз воды массой m гравитационное поле совершает тем большую работу, чем больше разность высот h между начальным и конечным положениями воды:

$$A = mgh.$$

При перемещении по участку электрической цепи заряда q электрическое поле совершает тем большую работу, чем больше напряжение U на участке цепи:

$$A = qU.$$

Другая составная часть этой темы заключается в приобретении учащимися элементов новых знаний прикладного характера. Школьники должны узнавать обозначения простейших элементов электрической цепи, научиться собирать электрические цепи по условным схемам и изображать реальные электрические цепи условными схемами. Этим целям соответствует ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 5.1.

В дополнение к этому заданию учащимся можно предложить, например, нарисовать электрическую схему обычного электрического фонарика, электрическую схему, с помощью которой можно включать электрическую лампу при входе в одну комнату и выключать, находясь в другой комнате (рис. 14). Можно предложить нарисовать схему включения звонка вызова дежурной сестры в больнице, который можно включать из шести разных палат так, чтобы

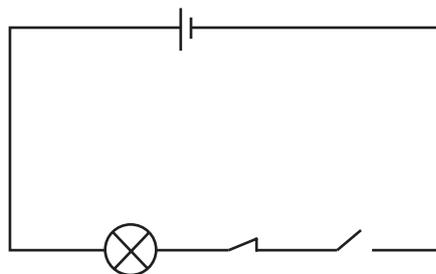


Рис. 14

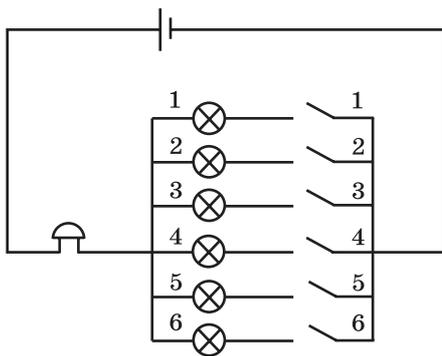


Рис. 15

сестра могла определить номер палаты, из которой поступил вызов (рис. 15).

Вопросы о действиях тока, о скорости распространения электрического тока и скорости движения электрических зарядов в проводнике не входят в обязательные требования образовательного стандарта. При наличии учебного времени эти вопросы могут быть рассмотрены на уроке. В противном случае этот материал может быть изучен самостоятельно теми учащимися, которым это будет интересно.

§ 6. Источники постоянного тока

Необходимо обратить внимание на то, что эта тема согласно образовательному стандарту подлежит изучению, но не включается в Требования к уровню подготовки выпускников.

Изучение этой темы имеет практическое значение для учащихся, так как современный человек повседневно использует различные источники постоянного тока. Для понимания принципа действия гальванических элементов необходимо введение понятий об электролитах и химических взаимодействиях ионов с атомами электродов гальванических элементов. Это ознакомление со сложными процессами атомных взаимодействий по необходимости будет упрощенным. По существу, можно лишь сообщить учащимся, каков результат взаимодействия тех или иных ионов с тем или иным веществом.

Не имея возможности дать теоретическое объяснение процессам, происходящим в гальванических элементах, следует сосредоточить основное внимание на самостоятельных экспериментах учащихся. Этим целям служит ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 6.1 по изготовлению и испытанию источника постоянного тока.

Для выполнения этого задания требуется простое оборудование: миллиамперметр, соединительные провода, сосуд для жидкостей, две медные пластины, цинковая пластина, поваренная соль, лимон, вода. Погружая две металлические пластины в различные жидкости, учащиеся должны установить, при каких условиях пластины, погружен-

ные в жидкость, могут служить источником постоянного тока.

В ходе экспериментов нужно обратить внимание учащихся на изменения, происходящие в гальваническом источнике тока, приводящие к его постепенному разрушению.

Далее нужно обсудить способы создания источников тока с большими значениями напряжения путем последовательного соединения гальванических элементов в батареи и способы создания источников тока с большими значениями силы тока путем параллельного соединения гальванических элементов.

Как особый вид гальванических элементов нужно рассмотреть повторно заряжаемые элементы, называемые аккумуляторами.

Материал второго разворота параграфа можно использовать различными способами. Учитель может сам изложить этот материал для ознакомления с историей замечательных открытий в физике, а также по желанию учащихся предложить им подготовить краткие сообщения или рекомендовать этот материал для самостоятельного изучения.

Задача 6.1. Решени е. Электрическое поле элемента в процессе разрядки совершает работу

$$A = q \cdot U = I \cdot U \cdot t = 0,05 \cdot 1,5 \cdot 2 \cdot 3600 \text{ Дж} = 540 \text{ Дж}.$$

Высота, на которую можно поднять человека за счет такой работы, равна

$$h = \frac{A}{mg} = \frac{540}{54 \cdot 10} \text{ м} = 1 \text{ м}.$$

Задача 6.2. Решение. Электрическим полем автомобильного аккумулятора в процессе разрядки была совершена работа

$$A = q \cdot U = I \cdot U \cdot t = 12 \cdot 5 \cdot 10 \cdot 3600 \text{ Дж} = 2\,160\,000 \text{ Дж}.$$

Высота, на которую можно поднять автомобиль за счет такой работы, равна

$$h = \frac{A}{mg} = \frac{2\,160\,000}{1000 \cdot 10} \text{ м} = 216 \text{ м}.$$

§ 7. Сила тока

При изучении данной темы возникает одна принципиальная трудность: определять единицу силы тока и объяснить методы измерения силы тока необходимо на основе явления магнитного взаимодействия токов до систематического изучения магнитных явлений. Поэтому, как и при изучении предыдущей темы, основное внимание на этом этапе следует акцентировать на самостоятельных экспериментах учащихся. Этим целям служит ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 7.1 по измерению силы тока.

При выполнении этого задания учащиеся должны приобрести умения сборки последовательной электрической цепи из источника постоянного тока, амперметра, ключа, электрической лампы и соединительных проводов с учетом полярности подключения клемм амперметра к источнику тока, считывания показаний прибора, перевода единиц силы тока из основных в дольные и из дольных в основные.

В связи с тем что в повседневной практической жизни, в технике и в научных исследованиях цифровые элект-

ронные электроизмерительные приборы неуклонно вытесняют стрелочные электроизмерительные приборы, желательно познакомить учащихся и с этим современным типом измерительных приборов. Такие приборы обычно изготавливаются для измерения различных электрических величин и называются мультиметрами.

Задача 7.1. Решение. На увеличенном изображении части шкалы амперметра видно, что значение силы тока равно

$$I = 0,25 \text{ А} = 250 \text{ мА} = 250\,000 \text{ мкА}.$$

Задача 7.2. Решение. (При использовании правой клеммы миллиамперметра снимать показания следует по верхней шкале.) Значение силы тока равно

$$I = 44 \text{ мА} = 44\,000 \text{ мкА}.$$

Задача 7.3. Решение. По показаниям верхней шкалы микроамперметра сила тока в цепи равна $I = 11 \text{ мкА}$.

§ 8. Закон Ома для участка цепи

Изучение данной темы начинается с введения определения единицы напряжения 1 В в соответствии с Международной системой единиц как такого напряжения на участке цепи, при котором прохождение электрического тока 1 А сопровождается выделением мощности 1 Вт.

Почему понадобилось так определять единицу напряжения в СИ, разъясняется дальше. Суть в том, что для экспериментального установления закона Ома необходимо иметь приборы для измерения силы тока и напряжения на участке цепи. Следовательно, определять напряжение 1 В как

напряжение на резисторе с электрическим сопротивлением 1 Ом логически бессмысленно, так как на вопрос, как сделать резистор с электрическим сопротивлением 1 Ом, последует ответ: изготовьте такой резистор, через который при напряжении 1 В протекает электрический ток 1 А. Бессмысленный логический круг замыкается, проблема измерения напряжения не решена.

Определение единицы напряжения в соответствии с Международной системой единиц включено в учебник 8 класса потому, что только оно на сегодняшний день правильное. Подробные пояс-

нения здесь и в учебнике даны для того, чтобы облегчить задачу учителя в том случае, если отдельные любознательные учащиеся будут требовать объяснения: зачем определять единицу напряжения 1 В так сложно, если можно это сделать проще? Пытаться добиться понимания этой проблемы всеми учащимися не следует: для большинства это слишком сложная логическая задача.

После выяснения возможных способов измерения электрического напряжения на участке цепи учащиеся могут приступить к самостоятельному «открытию» закона Ома для участка цепи при выполнении ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 8.1.

Если кабинет физики оборудован комплектом электропитания с разводкой к ученическим столам напряжения 42 В и источниками напряжения, рассчитанными на 4 В, то возможен вариант экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на участке цепи, который описан в учебнике. При отсутствии такого оборудования можно выбрать следующий вариант, который может быть выполнен практически в любом школьном кабинете физики и даже школьниками в домашних условиях.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

Оборудование: три гальванических элемента, проволочный резистор, амперметр, вольтметр, соединительные провода.

Исследуйте зависимость силы тока в проводнике от напряжения, приложенного между его концами.

Порядок выполнения задания

1. Соберите электрическую цепь по схеме (рис. 16) с одним гальваническим

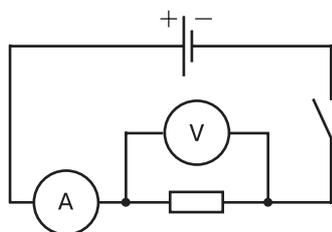


Рис. 16

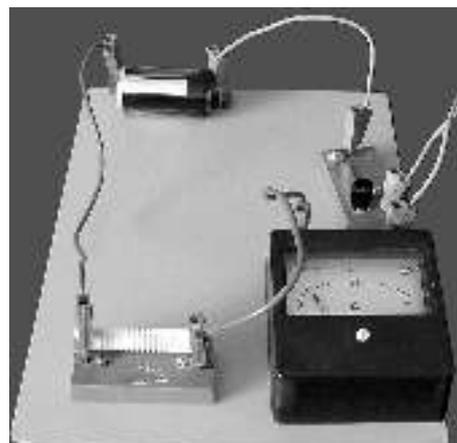


Рис. 17

элементом. Измерьте напряжение на проволочном резисторе и силу тока в цепи. Запишите результаты измерений в таблицу.

2. Включите в цепь два гальванических элемента (рис. 17) и измерьте напряжение на проволочном резисторе и силу тока в цепи. Запишите результаты измерений в таблицу.

3. Включите в цепь три гальванических элемента последовательно и повторите измерения напряжения и силы тока.

4. Вычислите отношения значений напряжения и силы тока в каждом опыте. Сделайте вывод, остается ли постоянным отношение напряжения к силе тока для одного участка электрической цепи при различных значениях напряжения.

Пример результатов измерений, полученных при выполнении опытов с одним, двумя и тремя гальваническими элементами, представлен в таблице.

U , В	1,5	3,0	4,5
I , А	0,25	0,50	0,75
U/I	6	6	6

При введении физического понятия «электрическое сопротивление» нужно обратить внимание учащихся на тот факт, что этим понятием обозначается свойство предметов, а не сами предме-

ты. Электрическое сопротивление 1 Ом нельзя взять в руку, нельзя дать кому-то точно так же, как нельзя дать или взять массу 1 кг, силу 1 Н. Можно взять гирию массой 1 кг, подействовать на тело силой 1 Н, включить в электрическую цепь проводник электрическим сопротивлением 1 Ом. Здесь же уместно ввести названия «резистор» и «реостат», которыми пользуются для обозначения специальных элементов электрической цепи, предназначенных для регулирования силы тока, и продемонстрировать различные резисторы и реостаты.

Зависимость электрического сопротивления однородного проводника от его длины, площади поперечного сечения и вещества исследуется экспериментально. Если в кабинете имеется необходимое лабораторное оборудование, то это исследование лучше провести в виде фронтальной лабораторной работы в соответствии с описанием хода исследования, приведенным в учебнике. При отсутствии лабораторного оборудования эти эксперименты можно выполнить в виде коллективного эксперимента, методика которого подробно описана в пособии для учителя к учебнику 7 класса.

На основе выполненных экспериментов вводится понятие «удельное электрическое сопротивление» вещества и получается выражение для вычисления электрического сопротивления проводника:

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

§ 9. Измерение электрических величин

Изучение этой темы направлено на овладение методами практического использования электроизмерительных приборов. Для предотвращения порчи приборов следует обратить внимание учащихся на особенности устройства, правила их подключения в электрические цепи, возможные последствия неправильного их подключения.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 9.1 по измерению удельного электрического сопротивления металла и **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 9.2** по измерению электрического сопротивления омметром по уровню сложности доступны для выполнения всем учащимся.

Задача 8.1. Решение. Из закона Ома для участка цепи следует, что электрическое сопротивление нити лампы равно

$$R = \frac{U}{I} = \frac{1,4}{0,07} \text{ Ом} = 20 \text{ Ом}.$$

Задача 8.2. Решение. По закону Ома для участка цепи сила тока цепи равна

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12}{0,6} = 20 \text{ А}.$$

Задача 8.3. Решение. Так как нить лампы перегорает при силе тока 200 мА, то максимально допустимое напряжение при условии, что электрическое сопротивление нагретой нити лампы 35 Ом, равно

$$U = IR = 0,2 \cdot 35 \text{ В} = 7 \text{ В}.$$

Задача 8.4. Решение. Площадь поперечного сечения вольфрамовой проволоки равна

$$S = \frac{\rho \cdot l}{R} = \frac{0,05 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1}{100} \text{ м}^2 = \\ = 55 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2 = 55 \cdot 10^{-6} \text{ мм}^2.$$

Задача 8.5. Решение. Электрическое сопротивление медной проволоки при указанных в условии площади поперечного сечения и длины равно

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} = \frac{0,017 \cdot 10^{-6} \cdot 100}{10^{-6}} = 1,7 \text{ Ом}.$$

Задача 9.1. Решение. При силе тока I в подводящих проводах и последовательно включенной спирали напряжение на спирали нагревателя равно

$$U_{\text{сп}} = IR_{\text{сп}}.$$

Падение напряжения на проводах составляет 2% от напряжения на спирали и равно

$$U_{\text{пр}} = IR_{\text{пр}} = 0,02 \cdot U_{\text{сп}} = \\ = 0,02 \cdot R_{\text{сп}} \cdot I.$$

Отсюда сопротивление алюминиевого провода равно

$$R_{\text{пр}} = 0,02 \cdot R_{\text{сп}} = 0,02 \cdot 10 \text{ Ом} = 0,2 \text{ Ом}.$$

Минимально допустимая площадь поперечного сечения провода равна

$$S = \rho \frac{l}{R}, S = 0,028 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{20}{0,2} \text{ м}^2 = 2,8 \text{ мм}^2.$$

Задача 9.2. Решение. По условию задачи электрические сопротивления кабеля из меди и кабеля из алюминия одинаковы, одинакова и их длина:

$$R_1 = R_2, \rho_1 \frac{l}{s_1} = \rho_2 \frac{l}{s_2}.$$

Отсюда

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}. \quad (1)$$

Обозначим через m массу кабеля, d плотность металла, V объем кабеля.

Найдем отношение цены кабеля из меди к цене кабеля из алюминия, учитывая цену металлов за 1 кг и полученное выше соотношение (1):

$$\frac{170 \cdot m_1}{60 \cdot m_2} = \frac{170 \cdot d_1 \cdot l \cdot S_1}{60 \cdot d_2 \cdot l \cdot S_2} =$$

$$= \frac{170 \cdot d_1 \cdot \rho_1}{60 \cdot d_2 \cdot \rho_2} = \frac{170 \cdot 9 \cdot 0,017}{60 \cdot 2,7 \cdot 0,028} \approx 5,7.$$

Кабель из алюминия дешевле кабеля из меди примерно в 5,7 раза.

Задача 9.3. Решение. По результатам двух измерений видно, что падение напряжения на миллиамперметре во втором опыте равно 0,1 В. Ток I в последовательной цепи общий и равен 0,001 А.

Внутреннее сопротивление вольтметра равно

$$R_V = \frac{U_V}{I} = \frac{14,9}{0,001} \text{ Ом} = 14\,900 \text{ Ом} = 14,9 \text{ кОм}.$$

Внутреннее сопротивление миллиамперметра равно

$$R_{mA} = \frac{U_{mA}}{I} = \frac{0,1}{0,001} \text{ Ом} = 100 \text{ Ом}.$$

§ 10. Последовательное соединение проводников

Следует обратить внимание на то, что эта тема согласно образовательному стандарту подлежит изучению, но не включена в Требования к уровню подготовки выпускников.

При выполнении ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 10.1 исследуется связь между напряжениями на отдельных элементах последовательной цепи постоянного тока и общим напряжением. В начале изучения этой темы нужно определить, что означают слова «последовательное соединение проводников». На основе экспериментально обнаруженного факта равенства суммы напряжений на отдельных элементах последовательной цепи постоянного тока общему напряжению на всех элементах цепи делается вывод о том, что общее электрическое сопротивление последовательно соединенных проводников равно сумме их электрических сопротивлений.

Тот же вывод можно получить при выполнении ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 10.2 по измерению электрического сопротивления последовательно соединенных элементов цепи постоянного тока с помощью омметра.

Задача расширения шкалы вольтметра имеет практический смысл в том, что помогает понять, как в действитель-

ности устроены электроизмерительные приборы, и на конкретных примерах дает возможность применить на практике теоретические знания о свойствах последовательного соединения проводников.

Задача 10.1. Решение. Общее электрическое сопротивление трех последовательно соединенных резисторов равно

$$R = 20 \text{ Ом} + 2 \text{ кОм} + 4 \text{ МОм} = (20 + 2000 + 4\,000\,000) \text{ Ом} = 4\,002\,020 \text{ Ом}.$$

Задача 10.2. Решение. Последовательно соединены между собой резисторы R_1 , R_2 , R_3 и R_4 .

Задача 10.4. Решение. По условию задачи напряжение на резисторе R_1 равно 6 В, сила тока через резистор R_1 — это сила тока в последовательной цепи: $I = I_1 = \frac{U_1}{R_1}$, $I = \frac{6}{10} \text{ А} = 0,6 \text{ А}$.

Напряжение на резисторе R_3 равно $U_3 = IR_3$, $U_3 = 0,6 \cdot 5 \text{ В} = 3 \text{ В}$.

Общее сопротивление трех последовательно соединенных резисторов равно 35 Ом. Общее напряжение данной электрической цепи равно

$$U_{\text{общ}} = IR, U_{\text{общ}} = 0,6 \cdot 35 \text{ В} = 21 \text{ В}.$$

§ 11. Параллельное соединение проводников

Следует обратить внимание на то, что эта тема согласно образовательному стандарту подлежит изучению, но не включена в Требования к уровню подготовки выпускников.

В этой теме, как и при изучении последовательной цепи постоянного тока, нужно объяснить, что называется параллельным соединением элементов цепи постоянного тока. Далее путем логических рассуждений, приведенных в учебнике, можно сделать вывод о том, что сумма сил токов в параллельных проводниках должна быть равна силе тока в неразветвленной цепи. Этот теоретический вывод проверяется экспериментально при выполнении задания 11.1 по исследованию связи между силой тока в отдельных элементах параллельной цепи постоянного тока и силой тока в общей цепи.

Далее теоретическим путем определяется связь общего электрического сопротивления двух параллельно соединенных проводников с электрическим сопротивлением каждого из двух проводников.

Полученная формула для вычисления общего сопротивления двух параллельно соединенных элементов цепи постоянного тока проверяется экспериментально при выполнении задания 11.2.

Если кабинет физики не располагает достаточным количеством омметров для выполнения этих измерений фронтальным способом, то можно использовать способ коллективного выполнения этого эксперимента, например, таким образом.

Учитель на доске заготавливает таблицу результатов измерений электрических сопротивлений трех резисторов R_1 , R_2 и R_3 , результатов вычисления общего электрического сопротивления двух параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 , R_1 и R_3 , R_2 и R_3 и трех параллельно соединенных резисторов R_1 , R_2 и R_3 .

На демонстрационном столе приготовлены три резистора с наклейками R_1 , R_2 и R_3 . Один учащийся под контролем учителя выполняет измерение электрического сопротивления резистора R_1 . Результат измерения он записывает в таблицу на доске, остальные учащиеся записывают этот результат в таблицы в своих тетрадях. При записи результатов измерений целесообразно округлять полученный результат до двух значащих цифр.

Электрическое сопротивление	Теоретическое, Ом	Экспериментальное, Ом
R_1		
R_2		
R_3		
R_{12}		
R_{13}		
R_{23}		
R_{123}		

Затем другие учащиеся аналогично выполняют измерения сопротивлений резисторов R_2 и R_3 и записывают результаты в таблицу на доске. Далее учитель ставит перед всеми учащимися общую задачу: вычислить общее сопротивление двух параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 , R_1 и R_3 , R_2 и R_3 и трех параллельно соединенных резисторов R_1 , R_2 и R_3 .

Учащийся, первым правильно выполнивший расчет сопротивлений двух параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 , записывает свой результат в таблицу на доске, остальные проверяют правильность своих решений по этому результату и записывают результат в свои таблицы. Аналогично выполняются расчеты сопротивлений двух других пар параллельных резисторов и записи в таблицы.

Далее вызываются учащиеся для измерения общего сопротивления параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2 , R_1 и R_3 , R_2 и R_3 , результат записывается в таблицы на доске и в тетрадях.

Основной смысл этих расчетов и измерений заключается не в заучивании правила вычисления общего сопротивления параллельно соединенных проводников, а в выявлении на этом примере общей закономерности связи между теорией и экспериментом в физике. Экспериментальное измерение общего сопротивления одной пары параллельно соединенных резисторов не позволяет предсказать, какое значение будет иметь общее сопротивление другой

пары. Теория способна предсказать ранее неизвестные общие связи между физическими величинами. Так, она дает выражение для расчета общего сопротивления любого числа параллельно соединенных резисторов. Но любые общие выводы теории должны быть подтверждены экспериментом.

Вычисление общего сопротивления трех параллельно соединенных резисторов является задачей повышенной трудности. Если кто-то из учащихся решит эту задачу, можно предложить ему объяснить решение всему классу.

Задача 11.1. Решение. Общее электрическое сопротивление двух параллельно соединенных проводников равно

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{20 \cdot 5}{20 + 5} \text{ Ом} = 4 \text{ Ом}.$$

Задача 11.2. Решение. Параллельно соединены между собой резисторы R_2 и R_3 .

Задача 11.3. Решение. Электрическая цепь состоит из последовательно соединенных двух резисторов, сопротивлением 4 Ом каждый, и участка цепи из двух параллельно соединенных резисторов, сопротивлением 10 Ом каждый. Общее сопротивление цепи равно

$$R_{\text{общ}} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} + 4 + 4 \text{ Ом} = 13 \text{ Ом},$$

$$I = \frac{26}{13} \text{ А} = 2 \text{ А}.$$

Сила тока через каждый резистор сопротивлением 4 Ом равна 2 А, через каждый резистор сопротивлением 10 Ом сила тока равна 1 А.

Рассмотрение задачи расширения шкалы амперметра и выполнение ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 11.3 имеют те же цели, которые были поставлены ранее. Умение решать такие задачи может быть полезным учащимся, принимающим участие в олимпиадах и конкурсах или занимающимся самостоятельными исследованиями в домашних условиях.

Анализ возможных вариантов подключения резисторов R_1 и R_2 приводит

к схеме, представленной на рисунке 18. Проверить правильность этого решения можно вычислением электрических сопротивлений между клеммами прибора 0—5 мА, 0—50 мА и 5—50 мА.

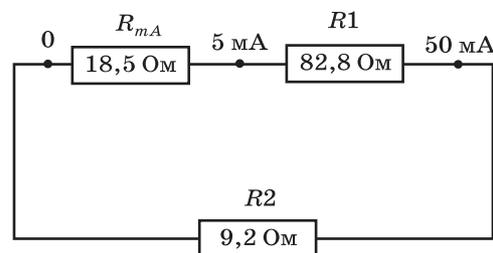


Рис. 18

К клеммам 0—5 мА подключены параллельно катушка миллиамперметра с электрическим сопротивлением R_{mA} и последовательно соединенные резисторы R_1 и R_2 . Общее сопротивление R цепи в этом случае равно

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_{mA}} + \frac{1}{R_1 + R_2}, \quad R = \frac{R_{mA} (R_1 + R_2)}{R_{mA} + R_1 + R_2},$$

$$R \approx \frac{18,5 \cdot (82,8 + 9,2)}{18,5 + 82,8 + 9,2} \text{ Ом} \approx 15,4 \text{ Ом}.$$

Аналогично вычисляются электрические сопротивления между клеммами прибора 0—50 мА и 5—50 мА. Затем электрические сопротивления между клеммами прибора измеряются с помощью омметра и сравниваются результаты измерений и вычислений. Пример результатов вычислений и измерений представлен в таблице.

Клемма	Электрическое сопротивление	
	$R_{\text{расч}}, \text{ Ом}$	$R_{\text{изм}}, \text{ Ом}$
0—5 мА	15,4	16,4
0—50 мА	8,4	8,4
5—50 мА	20,8	21,8

§ 12. Работа и мощность электрического тока

Теоретическая часть этой темы для учащихся не представляет особой трудности, поэтому основное внимание при ее изучении может быть уделено при-

менению теоретических знаний на практике при выполнении экспериментальных заданий и решении задач. Из двух предлагаемых в учебнике ЭКСПЕРИМЕН-

ТАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ 12.1 и 12.2 учитель может выбрать одно, в большей мере соответствующее уровню подготовки учащихся и возможностям кабинета физики. Предпочтительным является, конечно, задание 12.2. Возможен и третий вариант, при котором учащиеся сами выбирают, какое из экспериментальных заданий они будут выполнять.

В этой теме возможно применение теоретических знаний о связи между силой тока, напряжением и электрическим сопротивлением участка цепи, о работе и мощности электрического тока при решении задач. Половину из представленных в этом параграфе задач (например, с нечетными номерами) целесообразно решить в классе с разбором затруднений, остальные дать в качестве домашнего задания. Чтобы привлечь учащихся к решению задач повышенной сложности, можно сообщить, что решение одной такой задачи равносильно решению трех обычных задач, а решение двух таких задач оценивается пятеркой.

Задача 12.1. Решение. В нити лампы в электрическом фонарике выделяется мощность

$$N = IU = 4,5 \cdot 0,06 \text{ Вт} = 0,27 \text{ Вт}.$$

В течение 10 мин электрический ток совершает работу

$$A = Nt = 0,27 \cdot 10 \cdot 60 \text{ Дж} = 162 \text{ Дж}.$$

Задача 12.2. Решение. На резисторе выделяется мощность

$$N = I^2 R = (0,15)^2 \cdot 5 \text{ Вт} = 0,1125 \text{ Вт}.$$

В течение 2 ч электрический ток совершает работу

$$A = Nt = 0,1125 \cdot 2 \cdot 3600 \text{ Дж} = 810 \text{ Дж}.$$

Задача 12.3. Решение. На участке цепи выделяется мощность

$$N = \frac{U^2}{R} = \frac{12^2}{2} \text{ Вт} = 72 \text{ Вт}.$$

В течение 15 мин электрический ток на этом участке цепи совершает работу

$$A = Nt = 72 \cdot 15 \cdot 60 \text{ Дж} = 64\,800 \text{ Дж}.$$

Задача 12.4. Решение. Напряжение найдем из выражения $N = \frac{U^2}{R}$:

$$U = \sqrt{NR}.$$

Проведем расчет:

$$U = \sqrt{48 \cdot 12} \text{ В} = 24 \text{ В}.$$

Задача 12.5. Решение. Напряжение на лампе равно:

$$U = \frac{N}{I} = \frac{6}{0,5} \text{ В} = 12 \text{ В}.$$

Задача 12.6. Решение. Из формулы $Q = \frac{U^2}{R} t$ выразим R :

$$R = \frac{U^2 t}{Q} = \frac{12^2 \cdot 10 \cdot 60}{72\,000} \text{ Ом} = 1,2 \text{ Ом}.$$

Задача 12.7. Решение. Из формулы $Q = \frac{U^2}{R} t$ выразим R :

$$R = \frac{U^2 t}{Q},$$

где $Q = cm\Delta t$.

Отсюда

$$R = \frac{U^2 t}{cm\Delta t} = \frac{12^2 \cdot 300}{4200 \cdot 0,15 \cdot 80} \text{ Ом} \approx \approx 0,86 \text{ Ом} \approx 0,9 \text{ Ом}.$$

Задача 12.8. Решение. При последовательном подключении двух резисторов к источнику напряжением U напряжение на одном резисторе равно $U/2$. Мощность тока на одном резисторе равна:

$$N = \frac{(U/2)^2}{R}.$$

Отсюда можно найти сопротивление одного резистора:

$$R = \frac{(U/2)^2}{N} = \frac{9^2}{9} \text{ Ом} = 9 \text{ Ом}.$$

При параллельном подключении двух таких же резисторов к тому же источнику тока напряжение на одном резисторе равно U . Мощность на одном резисторе равна:

$$N = \frac{U^2}{R} = \frac{18^2}{9} \text{ Вт} = 36 \text{ Вт}.$$

Таким образом, мощность на одном резисторе при параллельном подключении резисторов к источнику тока в 4 раза больше, чем мощность на одном резисторе при последовательном подключении резисторов к тому же источнику тока.

Задача 12.9. Решение. При последовательном подключении двух одинаковых резисторов сопротивлением R на резисторах выделяется мощность, равная

$$N = \frac{U^2}{2R}.$$

Отсюда сопротивление резистора равно

$$R = \frac{U^2}{2N}, \quad R = \frac{12^2}{2 \cdot 6} \text{ Ом} = 12 \text{ Ом}.$$

При параллельном подключении этих резисторов напряжение на каждом из них равно 12 В. Мощность электрического тока на одном резисторе при их параллельном включении равна

$$N = \frac{U^2}{R}, \quad N = \frac{12^2}{12} \text{ Вт} = 12 \text{ Вт}.$$

Задача 12.10. Решение. При параллельном подключении двух резисторов к источнику тока (см. задачу 12.8) мощность на одном резисторе в 4 раза больше, чем при последовательном подключении тех же резисторов к тому же источнику. Поэтому спирали следует соединить по схеме, изображенной на рисунке 12.4 учебника, т. е. параллельно.

Сопротивление трех спиралей, по 3 Ом каждая, соединенных параллельно, равно 1 Ом.

Мощность такого нагревателя равна

$$N = \frac{U^2}{R_{\text{общ}}}, \quad N = \frac{12^2}{1} \text{ Вт} = 144 \text{ Вт}.$$

Если вся энергия электрического тока будет затрачена на нагревание воды, то

$$Nt = Q = cm\Delta t,$$

$$t = \frac{cm\Delta t}{N},$$

$$t = \frac{4200 \cdot 0,5 \cdot 72}{144} \text{ с} = 1050 \text{ с} = 17,5 \text{ мин}.$$

Нагреватель согреет воду от 28 до 100 °С за 17,5 мин.

Задача 12.11. Решение. Напряжение на резисторах R_2 и R_3 одинаково, при одинаковом сопротивлении одинакова и сила тока через каждый из них:

$$I_2 = I_3 = I.$$

Сила тока через резистор R_1 равна сумме сил токов через резисторы R_2 и R_3 :

$$I_1 = I_2 + I_3 = 2I.$$

Мощность электрического тока на резисторе R_1 равна

$$N_1 = I_1^2 R = (2I)^2 R = 4I^2 R.$$

Мощность электрического тока на резисторе R_3 равна

$$N_3 = I_3^2 R = I^2 R.$$

Мощность электрического тока на резисторе R_3 в 4 раза меньше мощности тока на резисторе R_1 :

$$N_3 = \frac{N_1}{4} = \frac{6}{4} \text{ Вт} = 1,5 \text{ Вт}.$$

Задача 12.12. Решение. Обозначим общее напряжение на всей цепи через U и найдем значение электрического тока I_1 в общей цепи:

$$I_1 = \frac{U}{R_{\text{общ}}},$$

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_{23} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3},$$

$$R_{\text{общ}} = 1 \text{ Ом} + \frac{2 \cdot 3}{2 + 3} \text{ Ом} = 2,2 \text{ Ом},$$

$$I_1 = \frac{U}{2,2} \text{ А}.$$

На резисторе R_1 мощность электрического тока равна

$$N_1 = I_1^2 R_1 = \frac{U^2}{(2,2)^2} \cdot 1 \text{ Вт} = \frac{U^2}{4,84} \text{ Вт} \approx 0,2U^2.$$

Напряжение на параллельно включенных резисторах R_2 и R_3 равно

$$\begin{aligned} U_{23} &= U - U_1 = U - I_1 \cdot R_1 = \\ &= U - \frac{U}{2,2} \cdot 1 \approx 0,55U. \end{aligned}$$

Вычислим мощность тока на резисторах R_2 и R_3 :

$$N_2 = \frac{U_{23}^2}{R_2} = \frac{(0,55)^2 U^2}{2} \approx 0,15U^2,$$

$$N_3 = \frac{U_{23}^2}{R_3} = \frac{(0,55)^2 U^2}{3} \approx 0,1U^2.$$

Таким образом, максимальная мощность электрического тока выделяется на резисторе R_1 сопротивлением 1 Ом.

Задача 12.13. Решение. При решении задачи 12.12 мы получили, что на резисторе электрическим сопротивлением 2 Ом мощность электрического тока равна

$$N_2 = \frac{(0,55)^2 U^2}{2}.$$

Учитывая, что по условию задачи 12.13 эта мощность равна 2 Вт, найдем квадрат общего напряжения U :

$$U^2 = \frac{2N_2}{(0,55)^2} = \frac{2 \cdot 2}{(0,55)^2} \text{ В}^2 \approx 13,2 \text{ В}^2.$$

Теперь вычислим общую мощность тока на трех резисторах:

$$N = \frac{U^2}{R_{\text{общ}}} = \frac{13,2}{2,2} \text{ Вт} \approx 6 \text{ Вт}.$$

Задача 12.14. Решение. Из формулы $N = \frac{U^2}{R}$, где N — общая мощность электрического тока на четырех резисторах; R — общее сопротивление электрической цепи, получим

$$U = \sqrt{NR}.$$

Найдем общее сопротивление R электрической цепи с учетом данных, приведенных на рисунке 12.10:

$$R = R_1 + R_2,$$

$$R_1 = \frac{30 \cdot 6}{36} = 5 \text{ Ом},$$

$$R_2 = \frac{2,5 \cdot 10}{12,5} = 2 \text{ Ом},$$

$$R = 5 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 7 \text{ Ом}.$$

Напряжение U на выходе источника тока равно

$$U = \sqrt{NR} = \sqrt{7 \cdot 7} \text{ В} = 7 \text{ В}.$$

Задача 12.15. Решение. При последовательном подключении двух резисторов с одинаковым сопротивлением R напряжение на одном из них равно $U/2$. Мощность на одном резисторе при последовательном подключении равна

$$N_{\text{посл}} = \frac{\left(\frac{U}{2}\right)^2}{R} = \frac{U^2}{4R}. \quad (1)$$

При параллельном подключении тех же резисторов на двух резисторах выделяется мощность

$$N_{\text{пар}} = \frac{U^2}{R_{\text{общ}}} = \frac{U^2}{\frac{R}{2}} = \frac{2U^2}{R}.$$

Электрическое сопротивление одного резистора равно

$$R = \frac{2U^2}{N_{\text{пар}}} = \frac{2 \cdot 12^2}{6} \text{ Ом} = 48 \text{ Ом}.$$

Из выражения (1) мощность на одном резисторе при последовательном подключении равна

$$N_{\text{посл}} = \frac{U^2}{4R} = \frac{12^2}{4 \cdot 48} \text{ Вт} = 0,75 \text{ Вт}.$$

Дополнительная задача

К источнику постоянного напряжения U в первом случае подключают два одинаковых соединенных последовательно резистора сопротивлением R каждый. Во втором случае подключают такие же резисторы, но соединенные параллельно. В каком случае мощность электрического тока на участке цепи из двух резисторов будет больше и во сколько раз?

Решение. Решим задачу в общем виде. Найдем мощность через напряжение цепи и сопротивления участков цепи при последовательном и параллельном соединениях резисторов.

При последовательном соединении двух одинаковых резисторов сопротивлением R каждый общее сопротивление R_1 цепи равно

$$R_1 = R + R, \quad R_1 = 2R.$$

При параллельном соединении двух одинаковых резисторов сопротивлением R каждый общее сопротивление R_2 цепи равно

$$1/R_2 = 1/R + 1/R = 2/R, \quad R_2 = R/2.$$

Мощность N_1 на двух последовательно включенных резисторах равна

$$N_1 = \frac{U^2}{R_1} = \frac{U^2}{2R}.$$

Мощность N_2 на двух параллельно включенных резисторах равна

$$N_2 = \frac{U^2}{\frac{R}{2}} = \frac{2U^2}{R}.$$

Найдем отношение N_1/N_2 :

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U^2 \cdot 0,5R}{2R \cdot U^2} = \frac{1}{4}.$$

Таким образом, при одинаковом напряжении на последовательно и параллельно соединенных одинаковых резисторах в первом случае (последовательное соединение резисторов) мощность электрического тока в 4 раза меньше, чем во втором (параллельное соединение резисторов). За одно и то же время на участке цепи из двух параллельно соединенных резисторов выделится в 4 раза большее количество теплоты.

§ 13. Природа электрического тока

Следует обратить внимание на то, что эта тема согласно образовательному стандарту подлежит изучению, но не включена в Требования к уровню подготовки выпускников.

Однако учащимся нужно доступно объяснить способность металлов проводить электрический ток и зависимость сопротивления металлов от температуры. Рассказать им, что такое электролиты и как объясняется их способность проводить электрический ток, при каких условиях может возникнуть элект-

рический ток в газах, как может протекать ток в вакууме.

При изучении этой темы целесообразно опрашивать лишь желающих ответить и оценки выставлять только за вполне успешные ответы.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 13.1 по исследованию зависимости электрического сопротивления нити электрической лампы от силы тока может предлагаться в качестве необязательного задания для желающих.

§ 14. Полупроводниковые приборы

Необходимо обратить внимание на то, что эта тема согласно образовательному стандарту подлежит изучению, но не включена в Требования к уровню подготовки выпускников.

При изучении этой темы не нужно пытаться подробно объяснить природу электрического тока в полупроводниках, так как это выходит за пределы возможностей учащихся. Главная задача этой темы — наполнить конкретным смыслом слова «полупроводник», «диод», «транзистор», «полупроводниковый фотоэлемент», «солнечная батарея», «микросхема».

На уроке нужно не только продемонстрировать образцы полупроводниковых

приборов, но и показать их в действии, объяснить, в чем заключаются их особые преимущества, какие перспективы открываются на основе их практического применения. Показ тесной связи передовых современных технологий с физическими открытиями может способствовать развитию интереса учащихся к изучению физики.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 14.1 по изучению работы полупроводникового диода вполне посилено для выполнения всеми учащимися и может послужить ключом к пониманию функции полупроводникового диода.

§ 15. Правила безопасности при работе с источниками электрического напряжения

Задачей учителя физики является не только обеспечение безопасности учащихся при работе с источниками электрического тока на уроках физики. Нужно доступно и обоснованно объяснить совершенно необходимые в повседневной жизни правила безопасной работы с источниками электрического напряжения. Прежде всего необходимо объяснить учащимся, что электрическое напряжение 220 В, под которым находятся контакты

в электрических розетках и патронах электрических ламп в каждом доме, провода повседневно используемых бытовых электроприборов, не просто опасно, а смертельно опасно для человека.

Перечисленные в учебнике элементарные правила безопасности при работе с источниками электрического напряжения должны быть усвоены каждым учащимся.

§ 16. Взаимодействие постоянных магнитов

Основным видом деятельности учащихся при изучении этой темы должны быть опыты по исследованию явления

магнитного взаимодействия постоянных магнитов между собой и с телами из различных веществ.

Опыты простые и легковыполнимые, но четко выявить различие во взаимодействии магнитов между собой и магнита с железным стержнем, может быть, удастся не всем. Для того чтобы выполнение серии опытов не было превращено в забаву с магнитами, полезно четко поставить задачи исследования и потребовать заполнения таблицы для оценки результатов работы каждого учащегося. Кроме заполнения таблицы, учащиеся должны дать письменные ответы на два вопроса п. 5 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 16.1.

На втором уроке может быть выполнено ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 16.2 по исследованию взаимодействия магнита с магнитной стрелкой для формирования представлений о магнитном поле и силовых линиях магнитного поля.

Задача 16.1. Решение. Северный полюс магнитной стрелки компаса располагается по направлению к Южному магнитному полюсу Земли. Следовательно, недалеко от Северного географического полюса находится Южный магнитный полюс Земли.

§ 17. Магнитное поле тока

Изучение магнитного действия тока можно начать с рассказа об открытии Эрстеда и с демонстрации опыта. При демонстрации действия электрического тока на магнитную стрелку нужно обратить внимание учащихся на тот факт, что здесь наблюдается новый тип взаимодействия тел. В отличие от гравитационного взаимодействия тел и электростатического взаимодействия электрических зарядов, при которых силы направлены вдоль прямой, соединяющей взаимодействующие тела, проводник с током не притягивает и не отталкивает стрелку, а поворачивает ее вокруг оси. Угол поворота стрелки увеличивается с увеличением силы тока.

Опыт с несколькими магнитными стрелками вокруг прямого вертикального проводника, результаты которого представлены на рисунках 17.3 и 17.4 учебника, довольно трудно продемонстрировать классу. Если подготовить такой опыт не удастся, можно использовать эти рисунки как фотографии результатов выполненного опыта и поставить задачу: сформулировать правило определения направления магнитных силовых линий вокруг прямого проводника с током.

Для формулировки «правила винта» или хотя бы для осмысленного его запоминания и применения учащиеся должны иметь четкое представление о том, что значат слова «вращение по часовой стрелке» и в каком направлении перемещается винт при его вращении по часовой стрелке и против часовой стрелки. Так как большинство учащихся не имеют практических навыков завинчи-

вания и вывинчивания винтов и шурупов, может оказаться полезным такое упражнение, рассчитанное на 2—3 мин. С этой целью можно подготовить наборы различных винтов и шурупов для раздачи каждому учащемуся (рис. 19).

Здесь попутно следует заметить, что формулировка «правила винта» имеет в виду использование винта с правой резьбой, или обычного винта. Для некоторых целей изготавливаются и используются винты с левой резьбой, которые завинчиваются при вращении головки винта в направлении против часовой стрелки. Об этом здесь упоминается лишь для того, чтобы учитель был на всякий случай готов к вопросу технически грамотного ученика, какой винт он имеет в виду при формулировке правила — левый или правый.

После формирования представления о свойствах винта можно использовать их для описания силовых линий магнитного поля вокруг прямого проводника с током. Теперь можно сказать, что силовые линии магнитного поля имеют фор-



Рис. 19

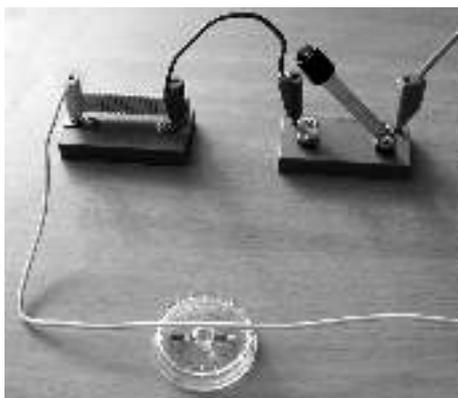


Рис. 20

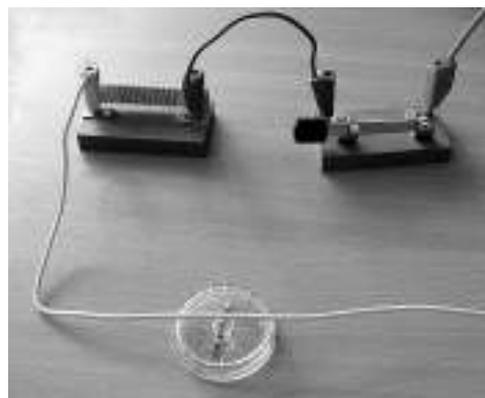


Рис. 21

му окружностей, лежащих в плоскости, перпендикулярной проводнику. При взгляде в направлении тока в проводнике северные полюсы магнитных стрелок ориентированы по направлению вращения часовой стрелки (рис. 17.4 учебника), такое направление имеют и магнитные силовые линии.

Здесь можно еще раз возвратиться к вопросу о направлении действия сил на магнитную стрелку со стороны магнитного поля: каждая магнитная стрелка располагается перпендикулярно прямой, соединяющей стрелку с проводником, что означает, что ни один из полюсов магнита не притягивается к проводнику с током. Направление действия силы на каждую магнитную стрелку перпендикулярно прямой, соединяющей проводник со стрелкой.

Далее нужно предоставить учащимся возможность самостоятельно выполнить фундаментальный эксперимент, в котором обнаруживается связь между электрическими и магнитными явлениями. При выполнении ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 17.1 по исследованию действия электрического тока в прямом проводнике на магнитную стрелку с использованием гальванических элементов в качестве источника постоянного тока провод может подключаться непосредственно к клеммам элемента кратковременно, чтобы не разрядить элементы.

При использовании источников постоянного тока, рассчитанных на 4 В, питаемых от сети переменного тока напряжением 42 В, для ограничения силы тока в цепи нужно подключить после-

довательно с прямым проводом над магнитной стрелкой проволочный резистор диаметром проволоки 0,36 мм из лабораторного набора «Электричество» (рис. 20 и 21).

По результатам опытов учащийся должен выполнить рисунки с указанием на них направления тока в проводнике и направления поворота стрелки при включении тока при расположении провода над компасом и под ним, а также сделать вывод о зависимости направления действия сил со стороны электрического тока на магнитную стрелку от направления тока.

На втором уроке по этой теме учащиеся могут выполнить ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 17.2 по исследованию действия электрического тока в катушке на магнитную стрелку. По результатам экспериментов они должны сформулировать общее правило определения направления магнитных силовых линий вокруг катушки с током как вариант правила винта.

Задача 17.1. Решение. Стрелка компаса показывает, что силовые линии магнитного поля под проводником направлены к читателю. Если смотреть вдоль проводника, мысленно встав справа от него, то по правилу винта рукоятку винта нужно поворачивать по направлению силовых линий магнитного поля, т. е. по часовой стрелке. Винт будет ввинчиваться — направление этого движения и есть направление тока в проводнике. В плоскости рисунка это направление справа налево.

Задача 17.2. Решение. Стрелка компаса показывает, что силовые линии

магнитного поля выходят из катушки. Для движения винта в направлении стрелки необходимо его вращение против часовой стрелки (при взгляде от

стрелки). По правилу винта направление тока в катушке — против часовой стрелки.

§ 18. Электромагнит

Следует обратить внимание на то, что эта тема согласно образовательному стандарту подлежит изучению, но не включена в Требования к уровню подготовки выпускников.

Поэтому при объяснении этой темы можно ограничиться демонстрацией явления намагничивания некоторых тел и устройства и принципа действия электромагнита. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 18.1 по исследованию явления намагничивания вещества может быть предложено всем учащимся. Если в кабинете недостаточно оборудования для

фронтального выполнения этих экспериментов, то можно разделить учащихся на несколько групп и предложить им разные экспериментальные задания 18.1—18.3. К этим заданиям можно добавить опыты с электромагнитом. Если учащиеся быстро заканчивают одно из заданий, они могут приступить к выполнению следующего.

Основное назначение этих экспериментов — пробуждение интереса к практическим приложениям физики в технике.

§ 19. Действие магнитного поля на проводник с током

Изучение явления действия магнитного поля на проводник с током можно начать с постановки проблемы. На опыте обнаружено действие проводника с током на постоянный магнит. Свободно подвешенный или свободно вращающийся на острие постоянный магнит — магнитная стрелка — поворачивается при пропускании тока через проводник. Как вы думаете, действует ли на проводник с током постоянный магнит?

После обсуждения высказанных гипотез можно поставить следующую проблему: какими экспериментами можно попытаться обнаружить действие магнитного поля постоянного магнита на проводник с током, если такое действие в природе существует?

Если будут предложены варианты поднесения постоянного магнита к проводнику с током, нужно предоставить автору гипотезы возможность проверить свое предположение на опыте.

Какой вывод можно сделать из того факта, что опыт с поднесением магнита к проводнику с током не обнаруживает действия магнита на проводник? Вывод об отсутствии действия магнита на проводник был бы поспешным, так как незаметно и гравитационное взаимодействие проводника с магнитом. Но мы знаем, что в действительности гравита-

ционные силы притяжения действуют и между телами малой массы, но эти силы очень малы и обычными приборами их не обнаружить. Так может быть, магнит действует на проводник с током, но силы этого действия малы? Как можно обнаружить эти слабые силы?

Если никто не предложит реального проекта, на этом этапе можно выполнить опыт с заранее подготовленной рамкой из провода, изогнутого в виде буквы «П». Рамку кладут на концы штекеров двух проводников, укрепленных горизонтально на штативе. Под горизонтальным участком проводника устанавливают постоянный магнит.

При использовании гальванических элементов в качестве источника постоянного тока рамка может подключаться непосредственно к клеммам элемента, но подключения должны быть кратковременными, чтобы не разрядить элементы.

При использовании источников постоянного тока на 4 В, питаемых от сети переменного тока напряжением 42 В, для ограничения силы тока в цепи нужно подключить последовательно с рамкой проволочный резистор диаметром проволоки 0,36 мм.

Основным результатом выполнения ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 19.1

должно быть усвоение правила левой руки для определения направления вектора силы Ампера, действующей на проводник с током в магнитном поле.

Если усвоение основного материала параграфа всеми учащимися идет успешно, то учитель может предложить ознакомиться с материалом второго разворота. Если же значительная часть учащихся еще не вполне усвоила основной материал, дополнительный материал второго разворота может быть рекомендован для самостоятельного изучения по желанию учащихся.

Задача 19.1. Решение. Поскольку провод находится над северным (N) полюсом магнита, то силовые линии магнитного поля выходят из полюса. Для определения направления силы Ампера ладонь левой руки мысленно нужно расположить над магнитом так, чтобы силовые линии входили перпендикулярно в ладонь, а вытянутые пальцы нужно направить в направлении тока. Большой палец руки, отогнутый в плоскости ладони под прямым углом к вытянутым пальцам, направлен к нам, перпендикулярно к плоскости

рисунка. Он указывает направление силы Ампера.

Задача 19.2. Решение. Чтобы узнать направление вектора силы Лоренца, нужно применить правило левой руки к движению положительного заряда, т. е. вытянутые пальцы левой руки направить противоположно направлению вектора \vec{v} движения отрицательного заряда (рис. 19.11 учебника).

Сила Лоренца направлена перпендикулярно плоскости рисунка, к наблюдателю.

Задача 19.3. Решение. Катушка с током притянулась к южному полюсу магнита. Следовательно, при взгляде справа катушка обращена к магниту своим северным полюсом, силовые линии выходят из катушки, ток в катушке направлен против часовой стрелки.

При изменении направления тока в катушке направление силовых линий в ней изменится на противоположное (рис. 19.12 учебника), она сместится влево. Южный полюс катушки оттолкнется от южного полюса магнита.

§ 20. Электродвигатель

При изучении этой темы важно объяснить принцип действия электродвигателя на основе знаний о существовании силы, действующей со стороны магнитного поля на проводник с током — силы Ампера. После объяснения и демонстрации работы электродвигателя можно перейти к выполнению ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 20.1 по изучению принципа действия электродвигателя постоянного тока.

Тем учащимся, которые до конца урока выполнили это задание, можно дать следующее ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ

ЗАДАНИЕ 20.2 по измерению полезной мощности электродвигателя постоянного тока или ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 20.3 по определению коэффициента полезного действия электродвигателя постоянного тока.

Задача 20.1. Решение. По правилу левой руки в точке 1 вектор силы Ампера направлен вверх, в точке 2 — вниз. Рамка растягивается, но не вращается! Этот результат позволяет еще раз возвратиться к вопросу: почему рамка в магнитном поле все же вращается?

Глава 4

Электромагнитные колебания и волны

§ 21. Электромагнитная индукция

Эта тема является одной из важнейших в курсе физики основной школы как по фундаментальности этого явления, так и по практической значимости его разнообразных технических приложений.

Изучение темы можно начать с краткого ознакомления истории открытия явления электромагнитной индукции и личности Майкла Фарадея, сына кузнеца, разносчика газет, переплетчика, самоучки, достигшего вершин научного познания мира только благодаря своему таланту и самоотверженному труду.

После рассказа об открытии Фарадея и демонстрации опытов по обнаружению возникновения электрического тока в проводнике при изменении магнитного поля в катушке нужно сделать обобщающий вывод, к которому пришел Фарадей: при изменении магнитного поля электрические заряды в катушке приходят в движение, значит, на них действует электрическое поле.

Следовательно, при изменении магнитного поля возникает электрическое поле, которое действует на неподвижные заряды. Это поле, порождаемое изменяющимся магнитным полем, называют вихревым электрическим полем.

Далее учащиеся должны выполнить ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 21.1 по исследованию явления электромагнитной индукции, выяснить условия возникновения индукционного тока в электрической цепи.

Желающие могут выполнить дополнительное ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 21.2 по обнаружению индукционного тока в магнитном поле Земли.

Задача 21.1. Решение. Генератор электрического тока с использованием магнитного поля Земли может состоять из катушки с большим числом витков. При вращении катушки вокруг оси, перпендикулярной силовым линиям магнитного поля Земли, в ней возникнет индукционный электрический ток.

§ 22. Правило Ленца

При изучении этой темы снова можно воспользоваться проблемным методом обучения. Проблему перед учащимися можно поставить в виде серии опытов с магнитом и алюминиевым кольцом.

В первом опыте медленно приблизьте к кольцу южный полюс полосового постоянного магнита. Опыт показывает, что алюминиевое кольцо не притягивается и не отталкивается магнитом.

Во втором опыте быстро вдвигайте магнит в кольцо. Кольцо медленно отодвигается от магнита, прибор вращается.

Теперь поставьте первую проблему: почему кольцо отодвинулось от магнита?

После обсуждения предлагаемых гипотез по объяснению выполненного эксперимента поставьте вторую проблему: что произойдет при быстром выведении южного полюса полосового постоянного магнита из кольца? После обсуждения этих гипотез выполняется опыт с быстрым выведением полосового постоянного магнита из кольца.

Далее продолжается серия экспериментов, описанная в учебнике, с постановкой проблем перед учащимися на каждом новом этапе, обсуждением гипотез, их проверкой, подведением итогов обсуждения и общим выводом.

В заключение этой темы нужно выяснить физический смысл правила Ленца.



Рис. 22



Рис. 23

Он заключается в том, что для создания индукционного электрического тока необходимо совершить механическую работу против сил, препятствующих перемещению магнита или проводника. Поэтому все попытки изобретателей «вечных двигателей» на основе использования магнитов как неиссякаемых источников энергии заранее обречены на полную неудачу. Магниты не могут служить такими источниками энергии. Магнит сам по себе не может создавать электрический ток. Энергия индукционного тока возникает за счет работы, совершаемой внешними силами при перемещении проводника в магнитном поле или источника магнитного поля относительно проводника.

Можно предложить одной группе учащихся придумать проекты «вечных двигателей» с использованием магнитов, а другой группе опровергнуть эти проекты.

Приведем один пример такого проекта.

Возьмем большую катушку и установим ее так, чтобы витки провода располагались горизонтально. На оси катушки подвесим на стальной пружине сильный постоянный полосовой магнит так, чтобы его середина в положении равновесия находилась в середине катушки, а при растяжении пружины

магнит мог свободно проходить сквозь катушку.

Приподнимем магнит и отпустим. При падении вниз магнит наведет индукционный ток в катушке, магнитное поле этого тока противоположно полю магнита, притягивает его и ускоряет движение магнита (рис. 22). Магнит пролетает сквозь катушку, а магнитное поле индукционного тока выталкивает противоположный полюс магнита и тем самым еще ускоряет движение магнита (рис. 23). Дополнительная кинетическая энергия, полученная магнитом за счет взаимодействия с магнитным полем индукционного тока, может быть использована, например, для штамповки монет. Так за счет даровой энергии получают реальные деньги. А энергию возникающего в катушке индукционного тока можно использовать для освещения и обогрева дома, на приготовление пищи.

Этот пример показывает, как легко впасть в заблуждение, пытаюсь запомнить правило Ленца не по смыслу, а формально, типа: «вдвигаемый магнит создает индукционный ток в катушке, магнитное поле которого направлено... (противоположно или в ту же сторону?) относительно магнитного поля магнита».

Не нужно запоминать отдельно правила для каждого полюса, для вдвигания и выдвигания магнита, для приближения и удаления катушки и т. д. Правило Ленца есть проявление универсального закона природы — закона сохранения и превращения энергии в применении к явлению электромагнитной индукции.

Отсюда и следует универсальная формулировка правила Ленца, применяемая к любым случаям возникновения индукционного тока: индукционный ток всегда имеет такое направление, что его магнитное поле препятствует тем действиям, которые вызывают появление индукционного тока.

Применив это правило к предложенному проекту «вечного двигателя», можно сразу обнаружить принципиальную ошибку в рассуждениях. Магнитное поле индукционного тока препятствует вызывающему его действию, поэтому не ускоряет движение магнита при приближении к катушке, а тормозит его, не ускоряет движение магнита после вылета из катушки, а замедляет

его. Так что кинетическая энергия магнита при каждом колебании не увеличивается, а уменьшается и колебания быстро затухают. Избыточная потенциальная энергия, которой обладал магнит в результате начального подъема вверх от положения равновесия, оказывается израсходованной на возбуждение индукционного тока в катушке и работу электрического тока.

Применив правило Ленца, по направлению действия магнитного поля индукционного тока на магнит можно узнать направление силовых линий магнитного поля индукционного тока, а по направлению силовых линий магнитного поля можно определить направление тока в катушке.

Задача 22.1. Решение. Направление индукционного тока в замкнутом алюминиевом кольце при введении в него южного полюса магнита будет противоположно направлению тока в первом опыте.

При выведении из кольца южного полюса магнита по правилу Ленца в кольце возникает индукционный ток такого направления, что его магнитное поле препятствует действию, порождающему индукционный ток, т. е. притягивает южный полюс магнита, препятствуя его выведению. Следовательно, полюс магнитного поля тока в кольце, обращенный к удаляющемуся южному полюсу магнита, северный. В кольце в этом случае при взгляде со стороны магнита ток направлен против часовой стрелки.

Задача 22.2. Решение. Катушка с током (рис. 22.9 учебника) аналогична по своему действию постоянному

магниту. При заданном направлении постоянного тока через обмотку катушки к алюминиевому сплошному кольцу обращен южный полюс.

По правилу Ленца магнитное поле возникающего в кольце индукционного тока, подобно магнитному полю постоянного магнита, препятствует движению катушки к кольцу и отталкивает ее. Следовательно, магнитное поле тока обращено к приближающейся катушке южным полюсом. Если смотреть на кольцо со стороны движущейся к нему катушки, то возникший в момент приближения катушки с током индукционный ток протекает по часовой стрелке, т. е. противоположно направлению тока в катушке.

Если в кабинете физики имеется несколько приборов Ленца, то завершить изучение темы можно проведением учащимися самостоятельных опытов по определению направления индукционного электрического тока при выполнении ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 22.1.

Задача 22.3. Решение. Магнитное поле катушки с таким направлением тока в ней (рис. 22.10 учебника) обращено к кольцу южным полюсом. Увеличение силы тока в неподвижной катушке аналогично движению катушки с током в направлении к сплошному алюминиевому кольцу.

По правилу Ленца между катушкой и кольцом возникнут силы отталкивания. Отталкивание кольца происходит при возникновении индукционного тока, магнитное поле которого обращено к катушке южным полюсом.

§ 23. Самоиндукция

Изучение явления самоиндукции дает возможность вновь воспользоваться методом обучения с постановкой проблем на основе наблюдения новых физических явлений. Эти эксперименты с использованием простого оборудования подробно описаны в учебнике.

После объяснения явления самоиндукции можно поставить перед учащимися новую проблему: откуда берется энергия для вспышки лампы при возникновении тока самоиндукции в цепи, состоящей из катушки и лампы,

после их отключения от источника тока?

Можно ожидать, что некоторые учащиеся способны предположить, что медленное увеличение силы тока в цепи с катушкой обусловлено расходом энергии источника тока на создание магнитного поля катушки и магнитное поле обладает определенным запасом энергии. Это предположение подтверждается фактом возникновения тока самоиндукции при размыкании электрической цепи. Энергия магнитного поля при

размыкании электрической цепи расходуется на создание тока самоиндукции.

Понятие об индуктивности как свойстве любых элементов электрических цепей создавать токи самоиндукции можно ввести для качественного предварительного ознакомления, но не следует требовать обязательного овладения этим понятием.

В качестве примера применения явления самоиндукции можно продемон-

стрировать люминесцентную лампу и пояснить назначение дросселя, имеющегося в электрической цепи каждой лампы.

Сведения о принципах работы люминесцентной лампы можно найти в учебном и методическом пособиях к элективному курсу физики «Измерения физических величин» С. И. Кабардиной и Н. И. Шефера.

§ 24. Электрогенератор

Изучение этой темы можно начать с постановки проблемы перед учащимися: с помощью электродвигателя электрическую энергию источника постоянного тока можно превратить в механическую энергию, совершить механическую работу по перемещению тел. А можно ли превратить механическую энергию в энергию электрического тока?

Фактически ответ на этот вопрос уже известен учащимся, так как они изучили явление электромагнитной индукции и правило Ленца. После получения ответа о возможности использования для этой цели явления электромагнитной индукции нужно уточнить постановку проблемы: каково должно быть устройство машины, способной за счет затрат механической энергии создавать постоянный электрический ток?

Далее нужно объяснить принцип действия электрогенератора постоянного тока и продемонстрировать его работу.

Рассмотрение процесса разделения электрических зарядов в металлическом проводнике при его движении в магнитном поле можно использовать во время объяснения принципа действия электрогенератора, но не нужно требовать от всех учащихся этого объяснения.

Более интересным и полезным для школьников этого возраста будет подробное рассмотрение деталей устройст-

ва машины постоянного тока, многократное приведение ее в действие с участием учащихся в проведении опытов.

После выяснения принципа действия электрогенератора постоянного тока важно обратить внимание на свойство обратимости машины постоянного тока: одна и та же машина может служить либо электродвигателем, либо электрогенератором.

Затем нужно предоставить учащимся возможность самостоятельно выполнить **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 24.1** по исследованию работы электрогенератора постоянного тока.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 24.2 по определению коэффициента полезного действия электрогенератора можно дать учащимся, проявляющим повышенный интерес к изучению физики.

Учащимся, имеющим склонность к изобретательству и конструированию, можно рекомендовать домашнее **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 24.3** по изучению машины постоянного тока с использованием комплекта «Лего». Если учащиеся справятся с этим заданием, нужно предоставить им возможность рассказать о результатах своих исследований в классе с демонстрацией опытов и объяснением принципа действия еще одного варианта машины постоянного тока.

§ 25. Переменный ток

Эта тема довольно трудная для учащихся основной школы. Однако хотя бы ознакомительное ее изучение необходимо по той причине, что в современной жизни каждый человек ежедневно

пользуется несколькими машинами и приборами переменного тока. Он должен иметь хотя бы самые общие представления о принципе действия машин, которые его обслуживают.

После объяснения, что называется переменным электрическим током, какими особыми свойствами обладает переменный ток, как устроен генератор переменного тока, можно приступить к выполнению ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 25.1 по получению переменного тока при вращении катушки в магнитном поле. Это задание выполняется с использованием простого оборудования и призвано «приземлить» изучаемую тему, приблизить уровень ее изучения к реальным возможностям учащихся данного возраста.

Изучение материала второго разворота этого параграфа учебника всеми учащимися зависит от уровня подготовленности учеников класса, круга их основных интересов. Это решает учитель. Он может рекомендовать его для самостоятельного изучения учащимся, интересующимся физикой и техникой.

§ 26. Производство и передача электроэнергии

Изучение этой темы можно провести в виде небольших сообщений учащихся по таким заранее распределенным темам, как производство электроэнергии, тепловые электростанции, проблемы передачи электроэнергии на большие расстояния, устройство, принцип действия и назначение трансформатора, проблема обеспечения человечества энергией, альтернативные источники энергии. Участие в подготовке сообщений по этим темам должно быть добровольным.

Задача 26.1. Решение. Потенциальная энергия воды массой m , падающей с высоты h , равна mgh . 90% этой

Задача 25.1. Решение. Скорость движения поверхности ротора относительно обмотки в статоре равна

$$v = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu = 2 \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot \frac{93,75}{60} \text{ м/с} \approx \approx 79 \text{ м/с} \approx 283 \text{ км/ч.}$$

При одном обороте ротора, имеющего n пар полюсов в каждой обмотке, направление тока изменяется n раз. Ротор Красноярской ГЭС имеет число n пар полюсов, делает $93,8/60$ оборотов в секунду и вырабатывает ток, изменяющий направление 50 раз в секунду:

$$n \cdot \frac{93,75}{60} \text{ об/с} = 50 \text{ с}^{-1}.$$

Отсюда число n пар полюсов электромагнитов у ротора генератора равно

$$n = \frac{50 \cdot 60}{93,75} = 32.$$

энергии преобразуется в электроэнергию. Поэтому можно записать следующее выражение:

$$0,9mgh = Nt,$$

где $m = \rho V$ — масса падающей воды; N — мощность гидроагрегата; $t = 1$ с. Преобразуем формулу и вычислим объем воды, падающей с высоты 120 м за 1 с:

$$0,9\rho Vgh = Nt,$$

$$V = \frac{Nt}{0,9\rho gh} = \frac{508 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 120} \approx 470 \text{ м}^3.$$

§ 27. Электромагнитные колебания

Изучение этой темы необходимо для ознакомления с такими понятиями, как электрический колебательный контур, свободные электромагнитные колебания в контуре, затухающие колебания в электрическом контуре, а также для ознакомления с принципом действия автоколебательного генератора. Без этого невозможно объяснение принципов радиопередачи и радиоприема, телевидения и радиолокации, мобильной связи.

На качественном уровне с опорой на демонстрационный эксперимент учащиеся основной школы могут понять, поче-

му переменный ток проходит через конденсатор, почему амплитуда колебаний силы тока через конденсатор увеличивается с возрастанием частоты приложенного переменного напряжения, а амплитуда колебаний силы тока через катушку при увеличении частоты колебаний приложенного переменного напряжения уменьшается. На основе этих зависимостей можно объяснить явление электрического резонанса, без понимания которого нельзя уяснить принципы радиосвязи и телевидения.

§ 28. Электромагнитные волны и их свойства

Наиболее важным для понимания в этой теме является развитие представлений Майкла Фарадея об электрических и магнитных полях, на основе которых Джеймс Клерк Максвелл выдвинул гипотезу. Согласно гипотезе Максвелла любое изменение электрического поля сопровождается возникновением вихревого магнитного поля так же, как изменения магнитного поля порождают вихревое электрическое поле при электромагнитной индукции. Процесс взаимного порождения изменяющимся электрическим полем магнитного поля и изменяющимся магнитным полем электрического поля может неограниченно распространяться в пространстве. Этот процесс и называется электромагнитной волной.

Из теории Максвелла следует, что в вакууме скорость c электромагнитной волны должна быть равна

$$c = 299\,792\,458 \text{ м/с} \approx 300\,000 \text{ км/с.}$$

На этом этапе ознакомления с историей открытия электромагнитных волн важно обратить внимание учащихся на общую закономерность взаимосвязи научной гипотезы и физического эксперимента. Когда гипотеза не только объясняет уже открытые явления, но и предсказывает новые неизвестные явления, возникает необходимость в проведении новых экспериментов для проверки существования явлений, предсказанных гипотезой.

Для подтверждения гипотезы Максвелла о существовании электромагнитного поля необходимо было экспериментальное открытие электромагнитных волн и измерение скорости их распространения.

Открытие электромагнитных волн Генрихом Герцем и измерение скорости их распространения подтвердили гипотезу Максвелла, тем самым произошло превращение гипотезы в физическую теорию электромагнетизма.

Вычисленная на основе гипотезы Максвелла скорость электромагнитной

волны совпала с наблюдаемой в опытах скоростью света. Это совпадение подтверждало предположение Фарадея об электромагнитной природе света.

При ознакомлении с гипотезой Максвелла и открытием электромагнитных волн Герцем полезно использовать таблицу 4 к разделу «Электромагнитные колебания и волны».

Различные виды электромагнитных излучений и их свойства нужно рассмотреть на отдельном уроке. Возможный вариант изучения этой темы — подготовка кратких выступлений учащихся по заранее распределенным темам. Представленные в учебнике материалы по темам: радиоволны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновские лучи, гамма-излучение, свойства электромагнитных волн, радиолокация — могут служить основой для подготовки сообщений.

Логическим завершением изучения этой темы может служить выполнение ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 28.1 по исследованию свойств электромагнитных волн. Это экспериментальное задание можно выполнить коллективно в классе или предложить для самостоятельного выполнения желающим в качестве домашнего эксперимента.

Для выполнения этого экспериментального исследования нужны два мобильных телефона, пластмассовая или стеклянная коробка с крышкой, металлическая фольга. Результатом выполнения экспериментов будет обнаружение способности электромагнитных волн проникать сквозь преграды из диэлектрика и их неспособность проникать сквозь проводящие преграды, например сквозь металлическую фольгу.

Эти эксперименты при выполнении в классе можно дополнить опытом, в котором мобильный телефон помещают под вакуумный колпак для проверки способности электромагнитных волн распространяться в вакууме.

§ 29. Принципы радиосвязи и телевидения

Процесс излучения электромагнитных волн можно объяснить на основе образного представления электромаг-

нитных волн с помощью силовых линий. Эта модель позволяет наглядно представить причину, по которой обыч-

ный колебательный контур, состоящий из конденсатора и катушки, почти не излучает электромагнитные волны. Рисунок 29.1 учебника показывает, что при изменениях электрического поля в конденсаторе (красные силовые линии) магнитное поле (голубые силовые линии) «привязано» к нему и не может выйти в окружающее пространство, к катушке «привязано» магнитное поле катушки и порождаемое им вихревое электрическое поле.

Распространение электромагнитных волн от антенны как открытого колебательного контура поясняется рисунком 29.2 учебника, на котором наглядно изображен процесс замыкания силовых линий электрического поля и их «отпочкования» от антенны в момент встречи разноименных электрических зарядов в середине антенны. При объяснении этого процесса полезно использовать таблицу 5 к разделу «Электромагнитные колебания и волны».

Об истории изобретения радио А. С. Поповым может либо кратко рассказать учитель, либо сообщение на эту тему поручить одному из учащихся.

При объяснении принципов радиопередачи и радиоприема особое внимание можно уделить двум элементам, наиболее простым и доступным учащимся для понимания, — микрофону и динамику.

Объяснение принципа действия электродинамического микрофона можно завершить демонстрацией, пользующейся неизменным успехом у учащихся, — демонстрацией осциллограммы на выходе микрофона при произнесении перед ним различных звуков. Если учитель захочет поставить такую демонстрацию, то он должен ее заранее тщательно подготовить.

Для успешного проведения демонстрации нужно прежде всего правильно

подключить выводы от микрофона к входу усилителя вертикального отклонения луча: контакт, соединенный с металлической экранирующей оплеткой микрофонного провода, должен быть подключен к заземленной клемме входа усилителя. Затем нужно убедиться, что микрофон и осциллограф способны обеспечить получение хорошо видимой осциллограммы. Обычно при выполнении этого опыта требуется установить рукоятки регулировки усиления сигнала вертикального отклонения луча на максимум усиления.

Если сигнал от микрофона имеет достаточно большую амплитуду, то нужно регулировкой частоты горизонтальной развертки луча и уровня синхронизации частоты развертки с усиливаемым сигналом добиться получения на экране неподвижной картинке — осциллограммы сигнала. Это возможно только при наблюдении длительного сигнала постоянной частоты и амплитуды. Такие сигналы на выходе микрофона можно получить при длительном произнесении гласных звуков «а», «о», «у», «и», «э» на одном тоне, т. е. фактически при пении этих звуков.

Можно использовать и звуковой генератор с динамиком, поставив микрофон перед динамиком.

Далее можно продемонстрировать сначала осциллограмму переменного напряжения на выходе звукового генератора, затем устройство электродинамического громкоговорителя, объяснить его принцип действия и продемонстрировать его звучание при подключении к выходу звукового генератора.

При объяснении принципов телевидения можно воспользоваться таблицей 6 к разделу «Электромагнитные колебания и волны».

Глава 5

Оптические явления

§ 30. Свойства света

Свойство прямолинейного распространения света в однородной среде многим кажется настолько очевидным, что их может даже удивить вопрос: как доказать, что свет действительно распространяется прямолинейно? Однако в действительности это сложный вопрос, правильный ответ на который может быть только один: невозможно доказать, что свет распространяется прямолинейно. Причин тому, как минимум, две. Во-первых, свет обладает свойством дифракции и у края препятствия отклоняется от прямолинейного направления распространения. Во-вторых, если пренебречь явлением дифракции, то возникает вопрос: как проверить, прямолинейно ли распространяется луч света?

Для такой проверки нужно провести прямую линию и пустить луч света вдоль нее. Для проведения прямых линий используется линейка. А как проверить, хорошо ли изготовлена линейка, прямой ли край линейки? Прямоугольный край линейки обычно проверяют, приближая линейку к глазу и смотря вдоль края линейки, нет ли на краю выступов или впадин, т. е. прямолинейна ли линейка проверяется по световому лучу (рис. 24). Не случайно в математике луч имеет то же название, что и луч света в физике. Исторически понятие прямой линии сформировалось на основе наблюдений распространения узких пучков света. Так замыкается логический круг при попытке проверить прямолинейность распространения света.

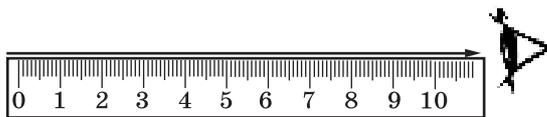


Рис. 24

Эти принципиальные трудности определений основных понятий здесь обсуждаются не для того, чтобы излагать их на уроке физики в основной школе, а для более глубокого понимания проблемы учителем физики. Это понимание поможет учителю в том случае, если у одного из учеников в классе возникнут подобные вопросы. Вот тогда и окажется необходимым признать невозможность доказательства прямолинейности распространения света и сознаться, что, по существу, называют прямой ту линию, по которой в однородной среде распространяется свет.

Но не следует отвечать на трудные вопросы до того, как они возникли у одного из учащихся. Начать нужно с простого и понятного ученикам: с наблюдений свойств света. Этой цели служит **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 30.1** по изучению явления распространения света.

Хотя учащиеся уже знают о том, что бывают солнечные и лунные затмения, в этой теме нужно обратить их внимание, каким образом из факта существования затмений делается вывод о прямолинейности распространения света.

Обсуждение корпускулярных и волновых свойств света в основной школе должно иметь предварительный, ознакомительный характер.

Понятие о световом луче как прямой линии, указывающей направление распространения света, вводится для дальнейшего использования при изучении явлений отражения и преломления света, построения оптических изображений предметов.

Исторический материал, связанный с развитием представлений о природе света, учитель может либо использовать

на уроке, либо рекомендовать для самостоятельного изучения по желанию учащихся.

Обсуждение экспериментальных методов измерения скорости света можно начать с постановки проблемы: как можно измерить скорость света? Предметом обсуждения должен стать метод, сходный, по существу, с описанным в учебнике методом Галилея. С этого метода следует начать по той причине, что его замысел доступен пониманию учащихся основной школы. Далее мож-

но рассказать об эксперименте Рёмера, учитывая, что суть этого метода довольно трудно изложить без упрощения и еще труднее учащимся усвоить.

ДОМАШНЕЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 30.2 по изготовлению камеры-обскуры можно предложить для выполнения по желанию учащихся. Изготовленные приборы можно продемонстрировать в классе с объяснением принципа их действия (прямолинейность распространения света).

§ 31. Отражение света

Изучение явления отражения света можно начать с выяснения физической картины этого явления. Почему свет отражается от тончайшей металлической пленки на стекле зеркала и свободно проходит через твердое стекло толщиной в десятки сантиметров?

Ответ на этот трудный вопрос, скорее всего, должен дать сам учитель. А постановка такого вопроса важна для обоснования утверждения об электромагнитной природе света. Способность металлических тел отражать свет подтверждает гипотезу об электромагнитной природе света.

После определений понятий падающего пучка света, угла падения, отраженного пучка света, угла отражения

можно приступить к выполнению **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 31.1** по исследованию зависимости угла отражения от угла падения света.

Затем выполняется **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 31.2** по изучению свойств изображения в плоском зеркале.

В классе, в котором большинство учащихся проявляют повышенный интерес к физике и ее приложениям в технике, при наличии учебного времени материал второго разворота § 31 может быть рассмотрен на уроке и ученикам предоставлена возможность познакомиться на практике со свойствами сферических зеркал при выполнении **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 31.3**.

§ 32. Преломление света

Изучение преломления света следует начать с демонстрации опытов, в которых обнаруживается это явление. Самый простой вариант демонстрационного эксперимента можно выполнить с использованием стеклянного полуцилиндра из лабораторного комплекта по оптике.

После обнаружения в демонстрационном опыте того факта, что направление распространения света изменяется при переходе из одной среды в другую, вводятся определения падающего пучка света и угла падения, преломленного пучка света и угла преломления.

Еще один важный опытный факт, который нужно установить в демонстрационном эксперименте, — это свойство обратимости световых лучей, заключающееся в том, что в любых средах пучок

света, направленный из среды *1* в среду *2*, идет по тому же пути, по которому он идет из среды *2* в среду *1*.

При подготовке к выполнению **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 32.1** по исследованию зависимости угла преломления света от угла падения необходимо предварительно выяснить, введены ли на уроках математики понятия синуса и косинуса, умеют ли учащиеся определять значение синуса угла с помощью таблиц или микрокалькулятора. Если они недостаточно хорошо владеют этими понятиями, нужно пополнить их знания и умения. Необходимые для этого краткие сведения из математики даны в учебнике. Далее можно приступить к выполнению экспериментального задания 32.1.

Ознакомление с явлением полного внутреннего отражения при переходе из оптически более плотной среды в оптически менее плотную среду учитель по своему усмотрению может дать на уроке или оставить этот материал на самостоятельное изучение по желанию учащихся.

Задача 32.1. Решение. Из закона преломления света для случая перехода света из воздуха в стекло $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$

следует, что $\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n}$.

Получим числовое значение угла преломления:

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{\sin 30^\circ}{1,5} \approx \frac{0,5}{1,5} \approx 0,333,$$

$$\beta \approx 19,5^\circ.$$

Задача 32.2. Решение. Представим на схеме (рис. 25) ход пучка света через плоскопараллельную пластину.

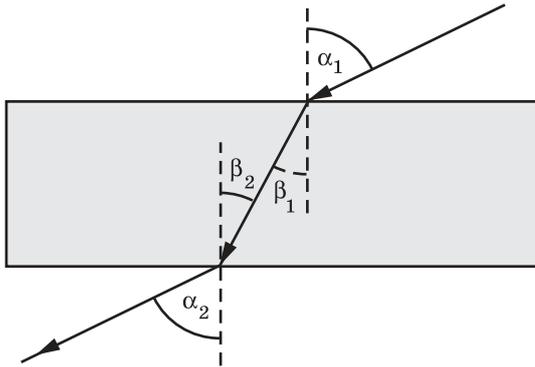


Рис. 25

Запишем закон преломления света для границы воздух — стекло:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \beta_1} = n, \quad (1)$$

где n — относительный показатель преломления на границе воздух — стекло.

Запишем закон преломления света для границы стекло — воздух:

$$\frac{\sin \beta_2}{\sin \alpha_2} = \frac{1}{n}, \quad (2)$$

где n — относительный показатель преломления на границе воздух — стекло.

Так как плоскости поверхностей стекла параллельны, то перпендикуляры к этим плоскостям параллельны

между собой. Поэтому углы β_1 и β_2 равны как соответственные при параллельных прямых. В этом случае из выражений (1) и (2) следует, что $\sin \alpha_1 = \sin \alpha_2$, угол α_2 равен углу α_1 . Следовательно, луч света из оконного стекла выходит в воздух в комнате под углом 60° .

Задача 32.3. Решение. При прохождении луча света, упавшего из воздуха на грань стеклянной призмы (рис. 32.5 учебника), угол преломления луча на границе воздух — стекло должен быть меньше угла падения согласно закону преломления:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n,$$

где $n = 1,5$ — относительный показатель преломления на границе воздух — стекло.

Угол преломления луча на границе стекло — воздух должен быть больше угла падения согласно закону преломления:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n}.$$

Такому условию соответствует схема 1 на рисунке 32.6 учебника.

Задача 32.4. Решение. Для нахождения кажущейся глубины h бассейна на рисунке 26 проведем линию BC кажущегося дна. Из построенного треугольника ABC найдем:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{l}{a + h}.$$

Из полученного выражения вычислим h :

$$h = \frac{l}{\operatorname{tg} \beta} - a = \frac{12 \text{ м}}{\operatorname{tg} 80^\circ} - 1,65 \text{ м} \approx \approx \frac{12 \text{ м}}{5,67} - 1,65 \text{ м} \approx 0,47 \text{ м}.$$

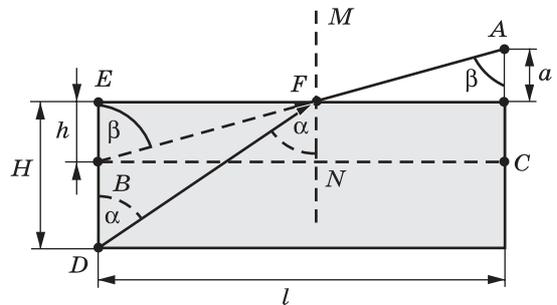


Рис. 26

Треугольники EDF и EBF имеют общую сторону EF :

$$EF = h \operatorname{tg} \beta, EF = H \operatorname{tg} \alpha.$$

Отсюда следует:

$$h \operatorname{tg} \beta = H \operatorname{tg} \alpha, H = \frac{h \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Для нахождения угла α воспользуемся законом преломления света для случая прохождения луча через границу вода — воздух:

$$\begin{aligned} \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} &= \frac{1}{n} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sin \beta}{n} = \frac{\sin 80^\circ}{1,33} \approx \\ &\approx \frac{0,9848}{1,33} \approx 0,74 \Rightarrow \alpha \approx 47,6^\circ. \end{aligned}$$

Вычислим истинную глубину бассейна:

$$H = \frac{h \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \approx \frac{0,47 \cdot 5,67}{1,1} \text{ м} \approx 2,42 \text{ м}.$$

§ 33. Линзы

Изучение линз начинается с определений понятий «линза», «собирающая линза», «рассеивающая линза», «главная оптическая ось линзы», «оптический центр линзы». После введения этих понятий в демонстрационных опытах исследуются закономерности преломления линзами параллельных световых

пучков. На основе этих опытов вводятся понятия «главный фокус линзы», «фокусное расстояние линзы», «оптическая сила линзы». Дается определение единицы оптической силы линзы — 1 диоптрия.

После этого можно выполнять ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 33.1 по определению фокусного расстояния собирающей линзы и ее оптической силы.

Следующим этапом изучения оптических свойств линз является экспериментальное обнаружение способности собирающей линзы создавать действительное изображение предмета и способности рассеивающей линзы давать мнимое изображение предмета. Понятия «действительное изображение предмета» и «мнимое изображение предмета» нужно определить.

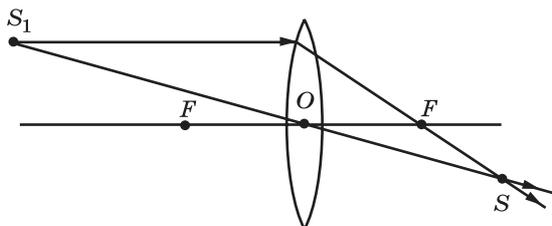


Рис. 27

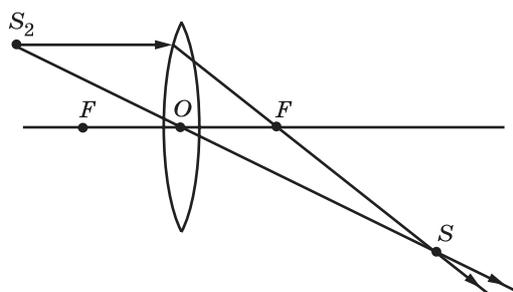


Рис. 28

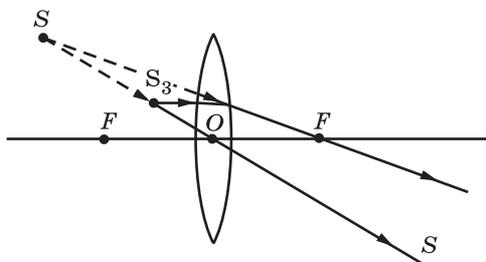


Рис. 29

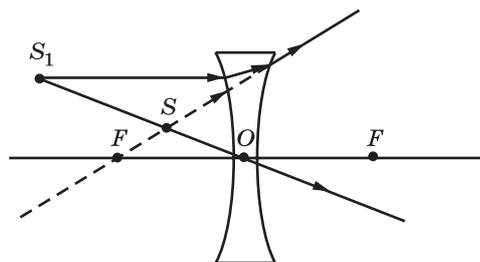


Рис. 30

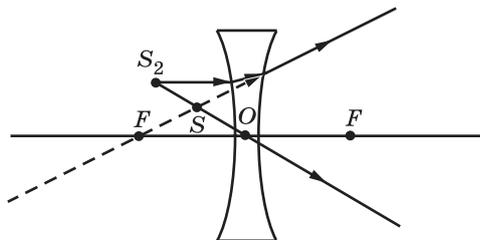


Рис. 31

Для ознакомления с возможными способами геометрического решения задач на построение изображений, даваемых линзами, нужно выделить три замечательных луча и объяснить приемы их использования для построения изображений.

Задача 33.1. Решение. Рисунки 27—29.

Задача 33.2. Решение. Рисунки 30, 31.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 33.2 по определению фокусного расстояния и оптической силы рассеивающей линзы можно предлагать лишь тем учащимся, которые проявляют повышенный интерес к физике.

§ 34. Оптические приборы

Перед объяснением принципа действия конкретных оптических приборов необходимо на опыте продемонстрировать еще одно замечательное свойство собирающей линзы — ее способность собирать параллельные пучки света любых направлений в точки на одной плоскости. Плоскость, на которую линза собирает параллельные пучки света любых направлений, перпендикулярна главной оптической оси и пересекает ее в главном фокусе. Она называется фокальной плоскостью.

Используя свойства замечательных лучей, можно построить изображения предметов на расстоянии, большем двойного фокусного расстояния, на расстоянии, равном двойному фокусному расстоянию, на расстоянии, меньшем двойного фокусного расстояния, но большем фокусного расстояния, и на расстоянии, меньшем фокусного расстояния. Из этих построений нужно сделать общие обобщающие выводы о виде получаемого изображения в зависимости от расстояния между линзой и предметом.

Далее полученные общие выводы применяются при рассмотрении принципов работы фотоаппарата, глаза человека, очков, лупы, проекционного аппарата, телескопа, микроскопа.

Теоретические знания об оптических приборах применяются учащимися на практике во время выполнения ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЗАДАНИЯ 34.1 при получении увеличенных и уменьшенных изображений с помощью собирающей линзы.

Задача 34.1. Решение. Из подобия треугольников ABO и CDO (рис. 32) следует, что

$$\frac{H}{h} = \frac{f}{d}.$$

Таким образом, отношение размеров H даваемого линзой изображения

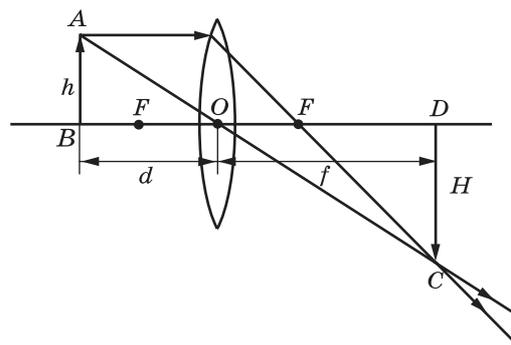


Рис. 32

к размерам h предмета равно отношению расстояния f от линзы до изображения к расстоянию d от линзы до предмета.

Задача 34.2. Решение. Фокусное расстояние F глаза человека с нормальным зрением равно диаметру глаза: $F = 17$ мм.

Оптическая сила нормального глаза равна:

$$d = \frac{1}{F} = \frac{1}{0,017} \text{ дптр} \approx 59 \text{ дптр}.$$

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ 34.2 (по сборке и испытанию модели микроскопа) и 34.3 (по сборке и испытанию модели телескопа) можно предлагать учащимся, проявляющим повышенный интерес к изучению физики. Этим же учащимся предназначены и задачи 34.3—34.6.

Задача 34.3. Решение. Из подобия треугольников ABO и NMO (рис. 33) следует:

$$\frac{a}{b} = \frac{d}{f}. \quad (1)$$

Из подобия треугольников COD и NMD следует:

$$\frac{a}{b} = \frac{F}{f - F}. \quad (2)$$

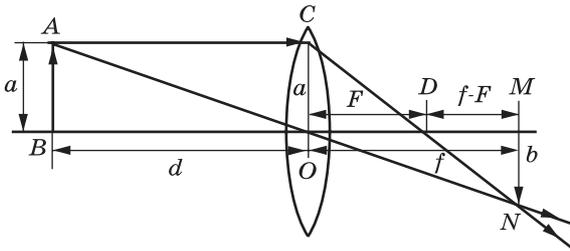


Рис. 33

Приравняем правые части выражений (1) и (2):

$$\frac{d}{f} = \frac{F}{f - F}. \quad (3)$$

Преобразуем выражение (3):

$$\begin{aligned} d(f - F) &= Ff, \\ df &= Ff + Fd. \end{aligned}$$

Разделив последнее выражение на произведение dfF , получим

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}. \quad (4)$$

Выражение (4) принято называть формулой тонкой линзы.

Задача 34.4. Решение. Для получения изображения точки A сделаем вспомогательные построения.

Обозначим линией MN фокальную плоскость линзы (рис. 34). Через оптический центр линзы проведем произвольную прямую до пересечения с фокальной плоскостью в некоторой точке D . Так как линза собирает любые параллельные пучки света в одну точку на фокальной плоскости, любой луч, параллельный этой прямой, после преломления в линзе проходит через точку D . Из точки A проведем луч, параллельный прямой CD . После преломления в линзе луч пройдет через точку D и пересечет главную оптическую ось в точке A_1 . Другой луч из точки A направим вдоль главной оптической оси.

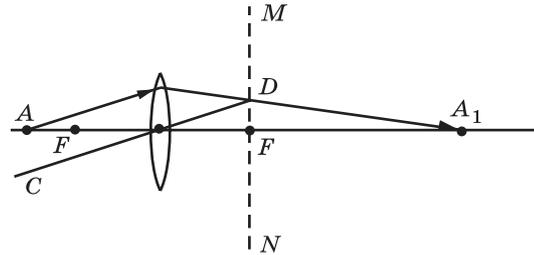


Рис. 34

Через линзу он пройдет без преломления и пересечется с первым лучом в точке A_1 . Таким образом, точка A_1 является изображением точки A . Описанный метод позволяет построить изображение любой точки.

Задача 34.5. Решение. Оптическая сила d системы глаз — очки, обеспечивающая человеку нормальное зрение, складывается из оптической силы d_r глаза и оптической силы d_o очков:

$$d = d_r + d_o.$$

Найдем d_o :

$$d_o = d - d_r = \frac{1}{F} - \frac{1}{F_r}.$$

Используя данные задачи: $F = 16,95$ мм, $F_r = 16$ мм, найдем числовое значение оптической силы d_o очков:

$$d_o = \frac{1}{0,01695} - \frac{1}{0,016} \approx -3,5 \text{ дптр}.$$

Задача 34.6. Решение. Телескоп увеличивает угол, под которым виден далекий объект, как бы приближая его к наблюдателю. В результате в глаз человека попадает во столько раз больше света, во сколько раз площадь объектива больше площади зрачка глаза:

$$\frac{S_r}{S_r} = \frac{D_r^2}{D_r^2} = 2,5 \cdot 10^5.$$

§ 35. Дисперсия

Изучение явления дисперсии света нужно начинать с его наблюдения. Расположение проекционного аппарата, призмы и экрана для получения сплошного спектра представлено в виде схемы на рисунке 35.

На этой схеме обозначены лампа про-

екционного аппарата 1, конденсор 2, щель 3, объектив 4 и призма 5. До установки призмы на пути светового пучка сначала перемещением объектива нужно добиться получения резкого изображения щели на экране 6 на другом конце демонстрационного стола. Затем на

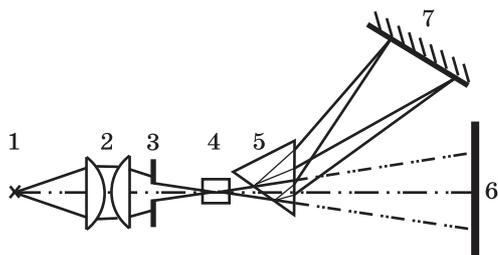


Рис. 35

пути светового пучка устанавливается стеклянная призма, а экран перемещается в положение 7, куда отклонила призма световой пучок. Если в школьном кабинете имеется призма прямого зрения, то при ее использовании спектр получается прямо на экране 6.

После наблюдения демонстрацион-

ного опыта можно предложить учащимся высказать свои гипотезы для объяснения этого явления, обсудить их и подвести итоги обсуждения для формирования правильного представления о природе белого света и причине его разложения в спектр. Здесь же уместно дать принципиальное объяснение явления радуги и хотя бы очень кратко обсудить механизм цветового зрения человека.

После объяснения явления дисперсии выполняется ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 35.1 по обнаружению явления дисперсии белого света.

Завершить изучение этой темы можно наблюдением опыта с получением белого света при сложении всех цветов сплошного спектра.

Глава 6

Тестовый контроль знаний и умений учащихся

1. Назначение тестов по физике.

В методическом пособии к учебнику 7 класса были рассмотрены причины, по которым в процессе изучения физики в основной школе в качестве одного из средств контроля результатов обучения целесообразно использовать тесты.

Основным доводом в пользу применения тестов в основной школе является необходимость объективного контроля уровня достижений каждого учащегося. Проверку выполнения требований образовательного стандарта каждым учащимся в полном объеме без применения специально разработанных тестов осуществить очень трудно.

Поскольку ведущей задачей обучения физике является развитие разносторонних способностей учащихся, тесты по физике должны быть ориентированы не только на проверку запоминания определений физических величин, знания формул и формулировок физических законов, умения применять эти формулы и законы в стандартных ситуациях. При ориентации на развитие познавательных и творческих способностей учащихся необходимо систематически предлагать задания на применение знаний в нестандартных ситуациях. Поэтому задания такого типа включены и в тесты по физике. Такая конструкция тестов дает возможность не только объективно определить уровень овладения школьником обязательными знаниями и умениями по физике, но и оценить его способности к самостоятельному применению полученных знаний в нестандартных ситуациях.

Одним из дополнительных доводов в пользу систематического использования тематических тестов является необходимость подготовки учащихся к этой новой для них форме контроля, вводимой для итогового контроля результатов обучения в основной школе.

Использование большого количества заданий в тесте и среди них части заданий на применение знаний в незнакомой ситуации позволяет учащимся получать сведения о своих достижениях по объективной условной шкале, сравнивать свои успехи по разным предметам и иметь объективные критерии для выбора профиля дальнейшего обучения.

2. Подготовка к тестовому контролю. Необходимыми условиями для успешного выполнения тестовых заданий являются овладение основными физическими понятиями, понимание физических законов, умение применять их на практике и опыт выполнения тестовых заданий. Опыт выполнения тестовых заданий учащиеся могут приобрести в результате систематического использования учителем этого метода контроля. Но это малоэффективный и долгий путь. Поэтому целесообразно специально готовить учащихся к выполнению тестовых заданий как особой формы контроля знаний и умений. Прежде всего нужно познакомить учащихся с различными возможными формами постановки заданий с выбором ответа и правилами оформления решения тестовых заданий. Это лучше всего делать не в форме перечисления или записи правил, а в форме выполнения учащимися серии кратковременных тестов из 3—4 заданий с последующим разбором ошибок.

Еще одним этапом подготовки может быть выполнение тематического теста из 12—15 заданий, который предусматривает проверку усвоения учащимися знаний и умений по данной теме.

При большом количестве заданий в тесте для достижения успеха учащемуся целесообразно сначала попробовать решить каждое задание теста за время

не более примерно одной минуты. Задания, требующие больших затрат времени, при первой попытке решения лучше пропускать, чтобы не потерять слишком много времени в начале работы над тестом. Эта задержка может привести к тому, что некоторые легкие задания во второй половине теста останутся даже непрочитанными.

После завершения попытки решения всех заданий за короткое время можно вернуться к пропущенным нерешенным заданиям и спокойно подумать над ними. Если осталось время после решения всех заданий, не нужно сразу сдавать тест. Разумно проверить правильность решения заданий, верность записанных ответов.

3. Критерии оценки результатов выполнения тематического теста. Привычными для учащихся и их родителей являются оценки результатов обучения по пятибалльной шкале. Поэтому сегодня при использовании тестового метода контроля результатов обучения необходимо осуществлять перевод и представление результатов тестового контроля в виде привычных отметок: 2, 3, 4 и 5. Критерии такого перевода могут быть следующие.

Исследованиями психологов установлено, что приобретенные знания и умения по какому-либо учебному предмету в основном успешно применяются на практике и пополняются при последующем обучении, если учащийся овладевает более чем 70% содержания данного предмета. Поэтому за нижнюю границу для оценки «зачтено» или «3» при решении заданий теста может быть принято 70% успешно выполненных заданий в пределах обязательных требований образовательного стандарта.

При включении в тематический тест некоторого количества заданий, ориентированных на проверку способностей самостоятельно анализировать и решать проблемы в нестандартных ситуациях, обязательными для аттестации можно считать только задания в пределах обязательных требований образовательного стандарта первого типа.

При достаточном уровне успешности выполнения обязательных заданий в 70% и при доле заданий повышенного уровня 30% в общем объеме теста нижняя граница успешного выполнения всего теста получается равной при-

мерно 50% успешно выполненных заданий ($70\% \times 70\% = 49\%$).

Возможный вариант перевода числа правильно решенных задач теста из 14 заданий в оценку по шкале из 5 баллов представлен в таблице 1.

Число правильных ответов	7—9	10—11	12—14
Оценка в баллах	3	4	5

Однако для учителя основное назначение тестового метода контроля знаний и умений учащихся должно быть совсем иным. Первое и самое важное назначение тематического теста для учителя — это не оценка результатов обучения каждого учащегося, а анализ результатов своей собственной работы как учителя. Поэтому при анализе результатов первого выполнения тематического теста нужно заниматься не подсчетом количества задач, решенных каждым учащимся, и числа двоек, а выяснением, какие задания оказались трудными для большей части учащихся, какие типичные ошибки они допускают и как можно исправить собственные (учительские) недоработки. Эти собственные недоработки нужно постараться исправить на следующем уроке путем подробного анализа допущенных учащимися ошибок и объяснения правильных вариантов решения.

Сразу после такого анализа результатов пробного выполнения теста можно провести повторное, теперь уже зачетное его выполнение.

Пример такой работы над тестом в 7 классе приведен ниже.

Отчет по итогам выполнения теста 3.

Темы: Равновесие тел. Давление. Закон Архимеда. Атмосферное давление. Сила трения. Энергия. Работа. Мощность. Простые механизмы. Механические колебания и волны.

После изучения всего материала учащиеся выполняли задания теста 3. Работа по подготовке и написанию теста состояла из нескольких этапов. Вопросы, аналогичные задачам теста, разбирались на уроках при изучении каждой темы. Затем учащиеся выполняли тренировочный тест на уроке, консультируясь с учителем и друг с другом. На решение 14 задач одного теста отводилось

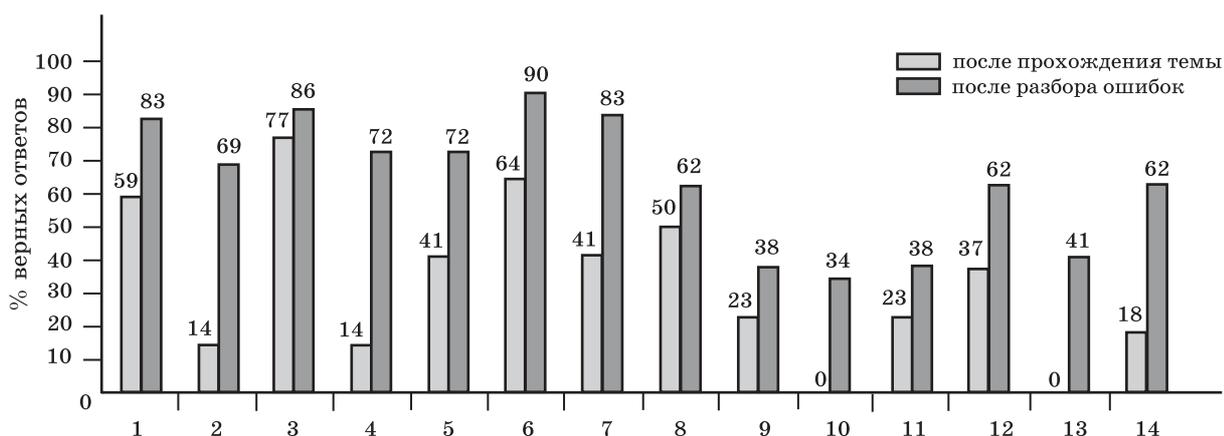


Рис. 36

40 мин. Результаты тренировочного выполнения теста представлены во второй и третьей строке таблицы 1 и на диаграмме (рис. 36) светлыми столбцами.

На следующем уроке в классе был произведен разбор ошибок, допущенных учащимися, и сразу был проведен тест с индивидуальным вариантом равнотрудных заданий каждому ученику для полной самостоятельности их выполнения. Результаты зачетного выполнения теста представлены в четвертой и пятой строке таблицы 1 полужирным шрифтом и на диаграмме (см. рис. 36) более темными столбцами. Таблица 2 показывает, что при тренировочном проведении теста лишь 2 из 22 учащихся справились с тестом, выполнив по 7 заданий из 14.

Такие результаты первого тренировочного выполнения теста учащимися могут показаться учителю обескураживающими, провальными. Если оценивать результаты обучения по этому первому тестированию, то нужно выставить в классе 20 двоек и только 2 тройки. После этого можно либо поставить крест на всем классе, либо признать свою полную несостоятельность как учителя. Но и первый, и второй выводы по результатам первого выполнения теста, скорее всего, будут ошибочными. Необходимо осознать, что учащиеся за 6—7 лет обучения приобретают в основном лишь навыки запоминания небольшого объема информации на короткое время и ее последующего воспроизведения. Если далее эта информация не востребуется регулярно, то она быстро забывается. По мно-

гим предметам темы следующих друг за другом уроков оказываются слабо связанными между собой, и значительная часть приобретенных знаний быстро забывается. Это происходит и при изучении значительной части учебного материала по физике. Поэтому не нужно удивляться, что те же самые учащиеся, которые месяц назад все понимали и получили заслуженные пятерки и четверки, при выполнении тематического теста не смогли решить более половины заданий.

Понять причину низкого результата первого выполнения теста не значит признать его нормальным. Основы знаний о физических свойствах окружающего мира будут нужны каждому человеку на протяжении всей его жизни при выборе любого жизненного пути. Поэтому задача учителя физики заключается в том, чтобы помочь каждому учащемуся выделить из всей лавины обрушивающейся на него разнообразной информации такие элементы знаний и умений, которые сегодня признаны нужными каждому выпускнику средней школы. Тесты помогают выполнить эту задачу, выделяя наиболее важные элементы знаний и умений в соответствии с обязательными требованиями образовательного стандарта.

Работа над системой заданий тематического теста способствует приобретению опыта систематизации и закрепления довольно большого объема знаний и умений.

О том, что после анализа типичных ошибок учащихся тест из 14 заданий вовсе не является слишком сложным

Таблица 1

Количество верных ответов по задачам

Номер задания		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Тренировочный тест	Количество правильных ответов	13	3	17	3	9	14	9	11	5	0	5	8	0	4
	%	59	14	77	14	41	64	41	50	23	0	23	37	0	18
Зачетный тест	Количество правильных ответов	24	20	25	21	21	26	24	18	11	10	11	18	12	12
	%	83	69	86	72	72	90	83	62	38	34	38	62	41	41

Таблица 2

Распределение учащихся по количеству правильно выполненных заданий

Количество заданий		14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
Тренировочный тест	Число учащихся, выполнивших задания	0	0	0	0	0	0	0	2	2	8	6	2	2	0	
Зачетный тест	Число учащихся, не выполнивших задания	1	0	5	6	2	1	1	6	4	0	2	0	0	1	
Всего	Выполнили задания	2 учащихся (9%)								22 учащихся (76%)						
	Не выполнили задания	20 учащихся (91%)								7 учащихся (24%)						

для учащихся основной школы, свидетельствуют результаты зачетного выполнения тематического теста, представленные на диаграмме столбцами более темного цвета. Результаты показывают, что теперь 76% учащихся успешно справились с тестом, причем почти 50% на оценки «4» и «5». Из семи школьников, не достигших зачетного уровня, четверым нужно совсем немного дополнительных усилий для достижения обязательного уровня, так

как до зачетного уровня в 7 решенных заданий им недостает всего одной решенной задачи. Им можно дать конкретные вопросы по трем-четырем из неосвоенных тем, на которые они должны подготовить ответы для получения зачетной оценки.

Для проведения контроля знаний учащихся после предварительной подготовки ниже даны четыре тематических теста и один итоговый тест.

Тематические и итоговый тесты

Тест 1

Электризация тел. Два вида электрических зарядов. Взаимодействие зарядов.

Закон сохранения электрического заряда. Электрическое поле.

Действие электрического поля на электрические заряды.

Проводники и диэлектрики. Электрическое напряжение

A1. При каком условии может произойти электризация тел при соприкосновении?

- 1) при соприкосновении нейтральных тел из разных веществ
- 2) при соприкосновении нейтральных тел из одинаковых веществ
- 3) только при соприкосновении разноименно заряженных тел
- 2) только при соприкосновении одноименно заряженных тел

A2. Как взаимодействуют заряженные тела в случаях А, Б и В (рис. Т1.1)?

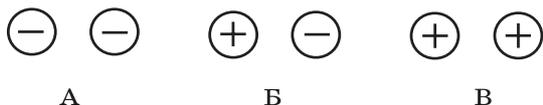


Рис. Т1.1

- 1) в случаях А и Б тела отталкиваются, в случае В притягиваются
- 2) в случаях А и В тела притягиваются, в случае Б отталкиваются
- 3) в случаях Б и В тела притягиваются, в случае А отталкиваются
- 4) в случаях А и В тела отталкиваются, в случае Б притягиваются

A3. Если два одинаковых полиэтиленовых пакета потереть куском ткани, то в результате электризации пакеты

- 1) приобретают электрические заряды одинакового знака, кусок ткани приобретает такой же заряд

- 2) приобретают электрические заряды одинакового знака, кусок ткани приобретает заряд противоположного знака
- 3) приобретают электрические заряды противоположного знака, кусок ткани остается нейтральным
- 4) приобретают электрические заряды одинакового знака, кусок ткани остается нейтральным

A4. Атом без одного или нескольких электронов является

- 1) отрицательным ионом
- 2) положительным ионом
- 3) нейтральным атомом

A5. На рисунке Т1.2 представлена фотография опыта, в котором положи-



Рис. Т1.2

тельно заряженной палочкой прикоснулись к двум проводящим нитям. Нити до этого были нейтральными. Какие заряды получили концы нитей?

- 1) оба конца получили положительные заряды
- 2) один конец получил положительный заряд, другой — отрицательный заряд
- 3) оба конца получили отрицательные заряды
- 4) концы нитей не имеют зарядов

A6. Если с поверхности тела, обладающего электрическим зарядом $+5e$, вылетят два электрона с зарядом $-e$ каждый, то тело будет обладать электрическим зарядом

- 1) $+7e$
- 2) $+6e$
- 3) $+4e$
- 4) $+3e$

A7. Единица электрического напряжения в СИ

- 1) кулон
- 2) ампер
- 3) вольт
- 4) ом

A8. Какие из двух утверждений о свойствах электрических зарядов и электрического поля правильные?

А. Каждый электрический заряд создает вокруг себя электрическое поле.

Б. Электрическое поле одного заряда не действует на электрическое поле другого заряда.

- 1) утверждения А и Б верны
- 2) утверждения А и Б неверны
- 3) утверждение А верно, Б неверно
- 4) утверждение А неверно, Б верно

A9. На рисунке Т1.3 представлены схемы расположения силовых линий электрического поля зарядов. На каком из них представлена схема расположения силовых линий электрического поля одноименных зарядов?

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

A10. Что произойдет при соединении заряженного положительным зарядом электроскопа с другим таким же, но незаряженным электроскопом, если их стержни соединить стеклянной палочкой?

- 1) весь заряд перейдет на второй электроскоп
- 2) заряд распределится поровну между электроскопами
- 3) весь заряд останется на первом электроскопе
- 4) оба электроскопа станут незаряженными

A11. Нейтральный металлический стержень подвешен на нити. При приближении к нему положительно заряженной палочки

- 1) наблюдается действие электрических сил притяжения
- 2) наблюдается действие электрических сил отталкивания
- 3) не наблюдается действие электрических сил

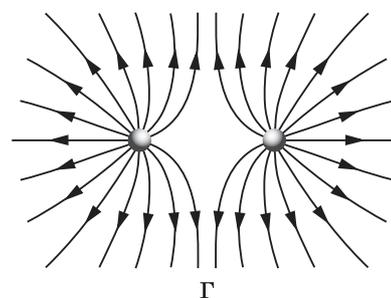
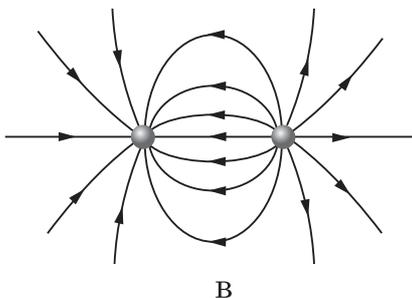
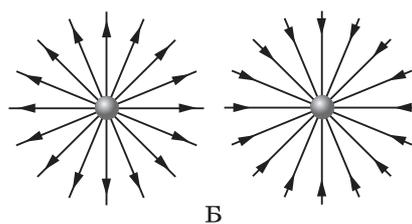
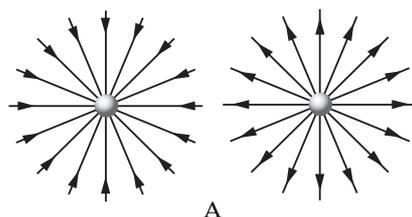


Рис. Т1.3

A12. Вещество является проводником,

- 1) если его атомы не связаны между собой и могут свободно перемещаться в пространстве
- 2) если в нем есть электрически заряженные частицы, которые могут свободно перемещаться под действием электрического поля
- 3) только в том случае, если оно является металлом
- 4) если в нем между атомами имеются промежутки, через которые могут проникать электрические заряды

A13. Чем отличается электрическое взаимодействие зарядов от гравитационного взаимодействия тел, обладающих массой?

- 1) гравитационное взаимодействие убывает с увеличением расстояния между телами, а электриче-

ское взаимодействие может и не зависеть от расстояния

- 2) гравитационное взаимодействие есть только притяжение, а электрическое взаимодействие может быть как притяжением, так и отталкиванием
- 3) тела, обладающие массой, в гравитационном поле обладают потенциальной энергией, а электрические заряды в электрическом поле не обладают потенциальной энергией
- 4) между этими взаимодействиями нет существенных отличий

A14. Чему равно напряжение между двумя точками электрического поля, если известно, что при перемещении заряда 0,5 Кл силы электрического поля совершили работу 500 Дж?

- 1) 0,001 В
- 2) 100 В
- 3) 250 В
- 4) 1000 В

Тест 2

Постоянный электрический ток. Сила тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для участка электрической цепи. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля — Ленца

Часть 1

A1. Каким номером на схеме рисунка Т2.1 цепи постоянного тока обозначена электрическая лампа?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

A2. Какой стрелкой на схеме (см. рис. Т2.1) показано направление тока в цепи и какой — направление движения электронов в цепи?

- 1) направление тока — стрелкой *a*, направление движения электронов — стрелкой *б*
- 2) направление тока — стрелкой *б*, направление движения электронов — стрелкой *a*
- 3) направление тока и направление

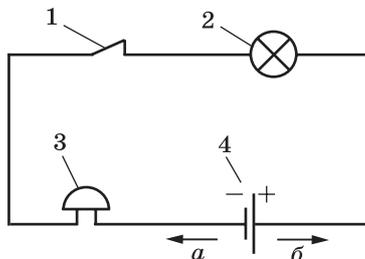


Рис. Т2.1

движения электронов в цепи — стрелкой *a*

- 4) направление тока и направление движения электронов в цепи — стрелкой *б*

A3. Электрический ток в растворах солей и кислот создается упорядоченным движением

- 1) только положительных ионов
- 2) только отрицательных ионов
- 3) электронов
- 4) положительных ионов, отрицательных ионов и электронов
- 5) положительных и отрицательных ионов

A4. Чему равна сила тока в электрической цепи, если через поперечное сечение проводника в течение 20 с прошел заряд 5 Кл?

- 1) 100 А
- 2) 20 А
- 3) 4 А
- 4) 0,25 А

A5. Какая пара металлов и какая жидкость пригодны для изготовления гальванического элемента?

- 1) цинк — медь, вода
- 2) медь — медь, раствор лимонного сока в воде

- 3) медь — медь, вода
- 4) цинк — медь, раствор лимонного сока в воде

A6. Какое действие электрического тока является универсальным и обязательно обнаруживается при протекании электрического тока?

- 1) тепловое действие
- 2) световое излучение
- 3) излучение радиоволн
- 4) химическое действие
- 5) магнитное действие

A7. При напряжении 10 В на участке цепи электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. При напряжении 2 В на этом участке цепи сила тока будет равна

- 1) 10 А
- 2) 5 А
- 3) 2,5 А
- 4) 0,4 А

A8. Чтобы на участке цепи электрическим сопротивлением 5 Ом мощность электрического тока была равна 20 Вт, нужно приложить напряжение

- 1) 100 В
- 2) 10 В
- 3) 4 В
- 4) 2 В
- 5) 0,25 В

A9. При напряжении на нагревателе электрическим сопротивлением 5 Ом и силе тока 3 А в течение 2 мин выделится количество теплоты, равное

- 1) 5400 Дж
- 2) 1800 Дж
- 3) 90 Дж
- 4) 30 Дж

A10. В электрическую цепь включены три резистора (рис. Т2.2). Какие из них включены параллельно и какие — последовательно?

- 1) 1 и 2 — последовательно, 2 и 3 — последовательно, 1 и 3 — параллельно
- 2) 1 и 2 — последовательно, 1 и 3 — параллельно
- 3) 1, 2 и 3 — последовательно, параллельно включенных нет
- 4) 1 и 3 — параллельно, последовательно включенных нет

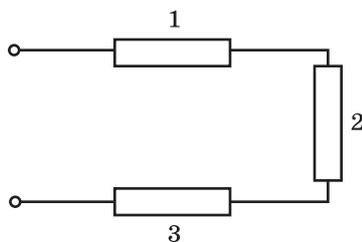


Рис. Т2.2

A11. Для измерения силы тока и напряжения в электрическую цепь (рис. Т2.3) включены четыре прибора. Какими номерами обозначены вольтметры и какими — амперметры?

- 1) 1 и 4 — амперметры, 2 и 3 — вольтметры
- 2) 2 и 4 — амперметры, 1 и 3 — вольтметры
- 3) 4 — амперметр, 1, 2 и 3 — вольтметры
- 4) 1, 2 и 3 — амперметры, 4 — вольтметр

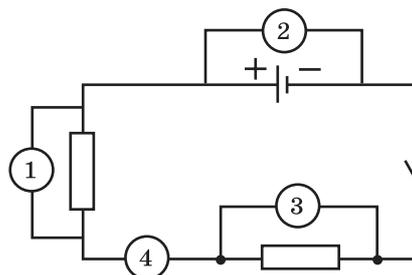


Рис. Т2.3

A12. С какой скоростью V проходит электрический ток по проводам электрической цепи при подключении к источнику тока и примерно с какой скоростью v происходит при этом упорядоченное движение электронов, создающих электрический ток в металлическом проводнике?

- 1) V бесконечно велика, $v \approx 300\,000$ км/с
- 2) V бесконечно велика, $v \approx 0,1$ мм/с
- 3) $V \approx 300\,000$ км/с, $v \approx 300\,000$ км/с
- 4) $V \approx 300\,000$ км/с, $v \approx 0,1$ мм/с

A13. Каково основное свойство полупроводникового диода?

- 1) сила тока через диод увеличивается с повышением температуры
- 2) он способен усиливать электрический ток
- 3) он свободно пропускает электрический ток при одной полярности напряжения на нем и почти не пропускает ток при противоположной полярности напряжения
- 4) он свободно пропускает электрический ток независимо от полярности подаваемого на него напряжения.

Часть 2

Выполните задания В1—В3 и впишите полученные ответы на поставленные вопросы без записи хода решения.

В1. На рисунке Т2.4 представлена схема электрической цепи. Чему равно общее электрическое сопротивление цепи? Ответ запишите числом в омах.

В2. Чему равна стоимость электроэнергии, расходуемой стиральной машиной мощностью 2000 Вт за 2,5 ч непрерывной работы при тарифе электроэнергии 2 р./кВт·ч? Ответ запишите числом в рублях.

В3. График зависимости силы тока от напряжения на концах проводника представлен на рисунке Т2.5. Чему равно электрическое сопротивление проводника? Ответ запишите числом в омах.

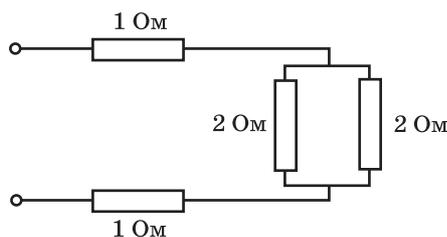


Рис. Т2.4

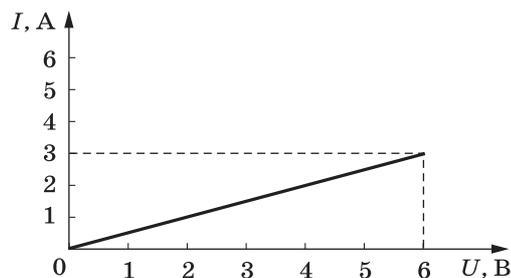


Рис. Т2.5

Тест 3

Взаимодействие магнитов. Магнитное поле тока. Электромагнит. Действие магнитного поля на проводник с током. Электродвигатель. Электромагнитная индукция. Электродвигатель.

А1. На рисунке Т3.1 представлены три пары постоянных полосовых магнитов. В каких из них между близкими полюсами действуют силы отталкивания?

- 1) только в паре 1
- 2) только в паре 2
- 3) только в паре 3
- 4) в парах 2 и 3
- 5) во всех трех парах

А2. При свободном подвешивании полосового магнита за середину его южный полюс указывает направление на

- 1) Южный магнитный полюс Земли, расположенный на неболь-

шом удалении от Северного географического полюса

- 2) Южный магнитный полюс Земли, расположенный на небольшом удалении от Южного географического полюса
- 3) Северный магнитный полюс Земли, расположенный на небольшом удалении от Северного географического полюса
- 4) Северный магнитный полюс Земли, расположенный на небольшом удалении от Южного географического полюса

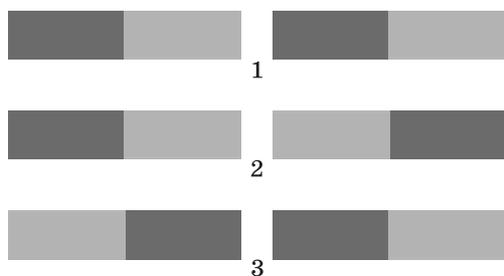


Рис. Т3.1

А3. В опыте Ампера было обнаружено, что при пропускании электрического тока через два проводника между ними возникает магнитное взаимодействие. На этом явлении основано определение единицы

- 1) силы тока 1 А
- 2) электрического напряжения 1 В
- 3) электрического сопротивления 1 Ом
- 4) мощности 1 Вт

А4. При пропускании тока через прямой проводник магнитная стрелка



Рис. ТЗ.2



Рис. ТЗ.4



Рис. ТЗ.3



Рис. ТЗ.5

под проводником установилась так, как показано на рисунке ТЗ.2. Как направлен ток в проводнике?

- 1) слева направо
- 2) справа налево
- 3) стрелка одинаково поворачивается при том и другом направлении тока
- 4) ток в проводнике не влияет на стрелку

А5. При пропускании электрического тока через катушку под действием магнитного поля катушки магнитная стрелка компаса установилась так, как показано на рисунке ТЗ.3. По направлению ориентации магнитной стрелки определите направление тока в катушке.

- 1) при взгляде на катушку со стороны компаса ток в катушке направлен по часовой стрелке
- 2) при взгляде на катушку со стороны компаса ток в катушке направлен против часовой стрелки

- 3) при любом направлении ток в катушке одинаково влияет на магнитную стрелку, поэтому направление тока определить нельзя

А6. Проволочная катушка была поставлена вблизи магнитного компаса, плоскость витков катушки параллельна стрелке компаса (рис. ТЗ.4). При пропускании постоянного тока через катушку ее магнитное поле вызвало поворот стрелки на 30° (рис. ТЗ.5). Изменится ли угол поворота магнитной стрелки, если при неизменной силе тока внутрь катушки вставить железный цилиндр или несколько железных гвоздей? А что произойдет при введении в катушку медного цилиндра?

- 1) при введении в катушку железного цилиндра отклонение стрелки увеличится, при введении медного цилиндра отклонение стрелки уменьшится
- 2) при введении в катушку железного цилиндра отклонение стрелки уменьшится, при введении медного

го цилиндра отклонение стрелки увеличится

- 3) при введении в катушку железного цилиндра отклонение стрелки увеличится, при введении медного цилиндра отклонение стрелки не изменится
- 4) при введении в катушку железного цилиндра отклонение стрелки уменьшится, при введении медного цилиндра отклонение стрелки не изменится
- 5) при введении в катушку как железного, так и медного цилиндра отклонение стрелки не изменится

A7. На рисунке ТЗ.6 представлено устройство электрического звонка. Между какими точками подается напряжение и в каком месте происходит разрыв электрической цепи?

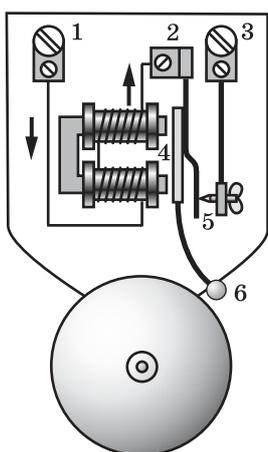


Рис. ТЗ.6

- 1) напряжение между точками 1 и 2, место разрыва цепи 4
- 2) напряжение между точками 1 и 2, место разрыва цепи 5
- 3) напряжение между точками 1 и 2, место разрыва цепи 6
- 4) напряжение между точками 1 и 3, место разрыва цепи 4
- 5) напряжение между точками 1 и 3, место разрыва цепи 5
- 6) напряжение между точками 1 и 3, место разрыва цепи 6

A8. На рисунке ТЗ.7 представлена фотография экспериментальной установки для выполнения опыта по обнаружению действия магнитного поля на



Рис. ТЗ.7

проводник с током. Направление тока в проводнике указано стрелкой. По правилу левой руки вектор силы Ампера в этом опыте направлен

- 1) перпендикулярно плоскости рисунка, к нам
- 2) перпендикулярно плоскости рисунка, от нас
- 3) в плоскости рисунка, вертикально вверх
- 4) в плоскости рисунка, вертикально вниз
- 5) противоположно направлению тока

A9. Наблюдается ли магнитное взаимодействие при прохождении электрического тока через две цилиндрические катушки, расположенные на одной оси?

- 1) наблюдается притяжение катушек при любом направлении токов в них
- 2) наблюдается отталкивание катушек при любом направлении токов в них
- 3) наблюдается притяжение катушек при одинаковом направлении токов в них и отталкивание при противоположных направлениях токов
- 4) наблюдается отталкивание катушек при одинаковом направлении токов в них и притяжение при противоположных направлениях токов
- 5) магнитное взаимодействие при прохождении электрического тока через катушки отсутствует

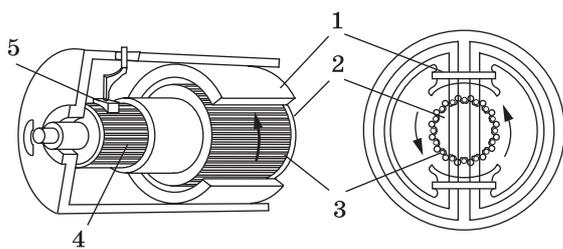


Рис. Т3.8

А10. На рисунке Т3.8 показано устройство электродвигателя постоянного тока. Каким номером на этом рисунке обозначен электромагнит?

- 1) 1 3) 3
- 2) 2 4) 4

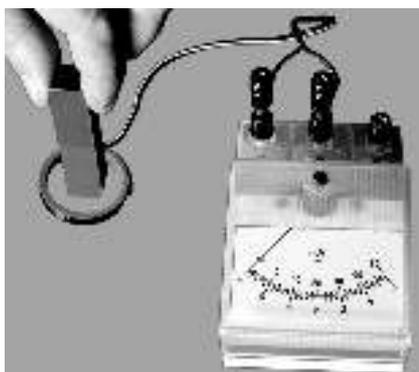
А11. Для обнаружения явления электромагнитной индукции были выполнены четыре опыта. В опыте А магнит вдвигали в замкнутую проволочную катушку, в опыте Б катушку надевали на магнит, в опыте В магнит

приближали к катушке в плоскости ее витков, в опыте Г включали ток в параллельно расположенной катушке (рис. Т3.9). В каких из этих опытов индукционный ток в катушке не возникал?

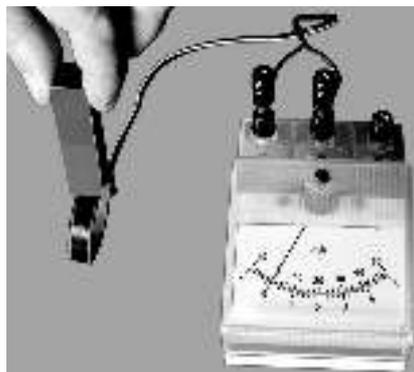
- 1) только в опыте А
- 2) только в опыте Б
- 3) только в опыте В
- 4) только в опыте Г

А12. При вдвигании в алюминиевое кольцо южного полюса постоянного магнита кольцо отталкивается от магнита (рис. Т3.10). Это означает, что

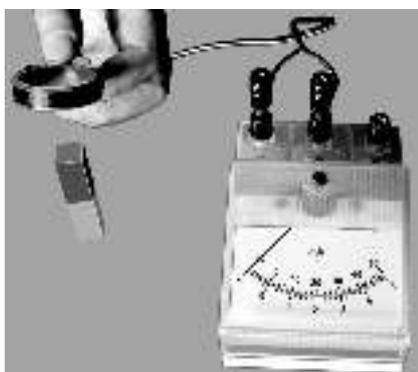
- 1) в кольце возникает индукционный ток, направленный по часовой стрелке при наблюдении со стороны магнита
- 2) в кольце возникает индукционный ток, направленный против часовой стрелки при наблюдении со стороны магнита
- 3) кольцо намагничивается и возникший магнит обращен к вдви-



А



В



Б



Г

Рис. Т3.9



Рис. Т3.10

гаемому магниту южным полюсом

- 4) кольцо намагничивается и возникший магнит обращен к вдвигаемому магниту северным полюсом

А13. На рисунке Т3.11 представлена схема опыта по обнаружению явления самоиндукции. В этом опыте лампа 1 включена последовательно с катушкой К, такая же лампа 2 включена последовательно с резистором, обладающим таким же электрическим сопротивлением, как обмотка катушки К. Как обнаруживается явление самоиндукции при размыкании цепи?

- 1) лампа 1 гаснет позже лампы 2
- 2) лампа 2 гаснет позже лампы 1
- 3) лампа 1 вспыхивает и гаснет
- 4) лампа 2 вспыхивает и гаснет
- 5) лампы 1 и 2 вспыхивают и гаснут

нут

А14. Для использования представленной на рисунке Т3.12 машины в качестве электродвигателя постоянного

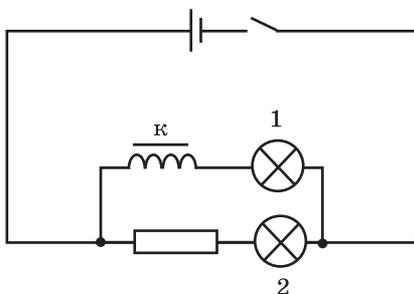


Рис. Т3.11

тока нужно осуществить питание обмоток электромагнита постоянным током через выводы

- 1) 1 и 2, а на обмотку якоря 5 с помощью коллектора и щеток подать напряжение через выводы 3 и 4
- 2) 3 и 4, а на обмотку якоря 5 с помощью коллектора и щеток подать напряжение через выводы 1 и 2
- 3) 1 и 3, а на обмотку якоря 5 с помощью коллектора и щеток подать напряжение через выводы 2 и 4
- 4) 2 и 4, а на обмотку якоря 5 с помощью коллектора и щеток подать напряжение через выводы 1 и 3

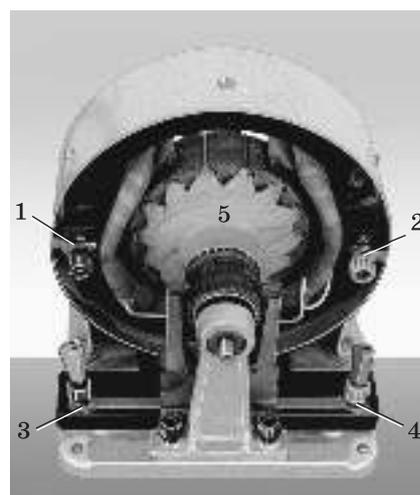


Рис. Т3.12

Тест 4

**Электромагнитные колебания и волны. Свойства света.
Отражение и преломление света. Линза. Фокусное расстояние линзы.
Глаз как оптическая система. Оптические приборы. Дисперсия света**

А1. При вращении проволочной рамки в электрической машине (рис. Т4.1) через электрическую лампу

- 1) проходит постоянный электрический ток
- 2) проходит переменный по направлению, но постоянный по модулю электрический ток
- 3) проходит постоянный по направлению, но переменный по модулю электрический ток
- 4) проходит переменный по модулю и направлению ток

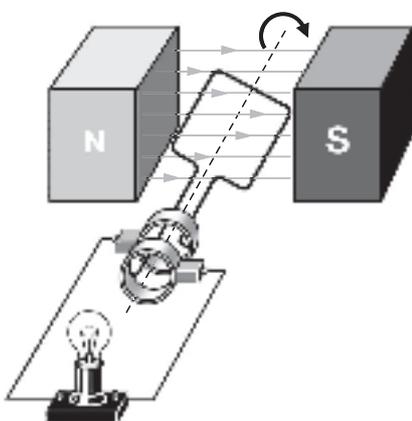


Рис. Т4.1

А2. Гипотезу о существовании электромагнитных волн экспериментально подтвердил

- 1) М. Фарадей
- 2) Д. Максвелл
- 3) Г. Герц
- 4) А. С. Попов

А3. Замечательными свойствами света являются А) прямолинейность распространения и Б) отсутствие влияния одного пучка света на другой при их взаимном пересечении. С чем схож свет с такими свойствами?

- 1) оба эти свойства делают свет схожим с потоком частиц
- 2) оба эти свойства делают свет схожим с потоком волн
- 3) по свойству А свет схож с потоком частиц, по свойству Б — с потоком волн

4) по свойству Б свет схож с потоком частиц, по свойству А — с потоком волн

А4. Точечный источник света С находится перед плоским зеркалом. В какой из точек на рисунке Т4.2 находится изображение источника света С в зеркале?

- 1) в точке 1
- 2) в точке 2
- 3) в точке 3
- 4) в точке 4
- 5) в точке 5

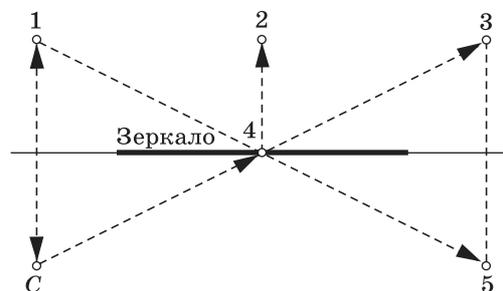


Рис. Т4.2

А5. Изображение человека в плоском зеркале

- 1) отличается от его действительного заменой левого на правое и верха на низ
- 2) отличается от его действительного заменой левого на правое
- 3) отличается от его действительного заменой верха на низ
- 4) точно совпадает с действительным

А6. Пучок света 1 падает на границу вода — воздух (рис. Т4.3). Какой цифрой на рисунке обозначен преломленный луч?

- 1) 2
- 2) 3
- 3) 4
- 4) 5

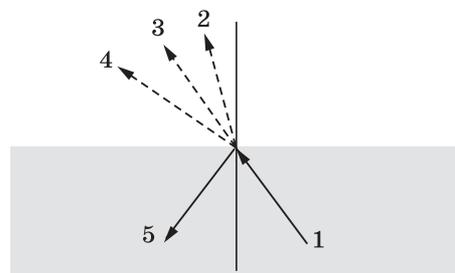


Рис. Т4.3

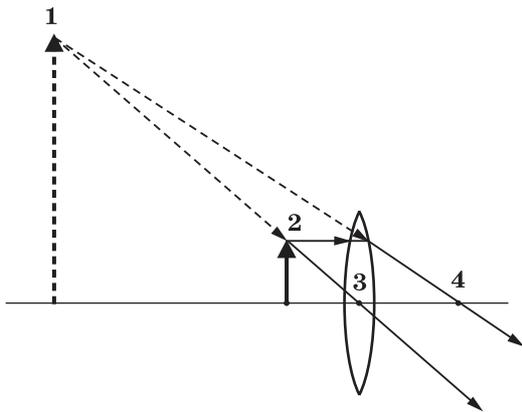


Рис. Т4.4

А7. На схеме хода лучей через линзу (рис. Т4.4) источник света отмечен точкой 2. Какие точки на схеме обозначены цифрами 1, 3, 4?

- 1) 3 — главный фокус, 4 — оптический центр линзы, 1 — действительное изображение источника
- 2) 3 — главный фокус, 4 — оптический центр линзы, 1 — мнимое изображение источника
- 3) 4 — главный фокус, 3 — оптический центр линзы, 1 — мнимое изображение источника
- 4) 4 — главный фокус, 3 — оптический центр линзы, 1 — действительное изображение источника

А8. На рисунке Т4.4 представлена схема хода лучей при получении изображения предмета с помощью линзы. Эта схема соответствует случаю использования линзы в качестве

- 1) лупы
- 2) объектива фотоаппарата
- 3) очков близорукого человека
- 4) объектива проекционного аппарата

А9. На рисунке Т4.5 представлена схема хода трех лучей через линзу от источника света в точке 1. Расстоя-

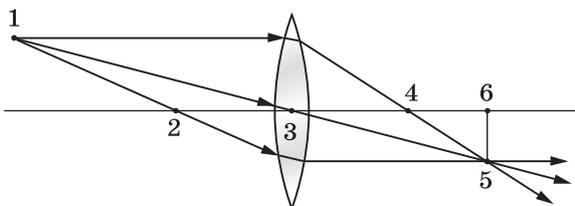


Рис. Т4.5

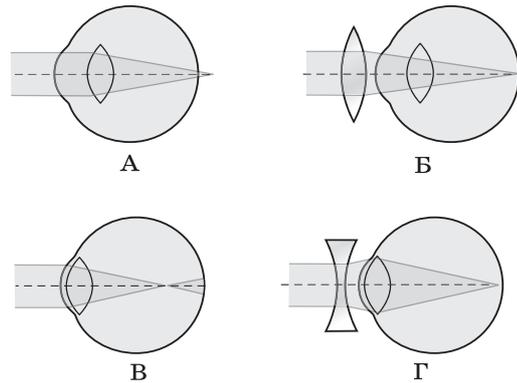


Рис. Т4.6

ние между какими точками на этой схеме является фокусным расстоянием линзы?

- 1) 1 и 3
- 2) 2 и 4
- 3) 3 и 4
- 4) 3 и 6
- 5) 1 и 5

А10. Какая из представленных на рисунке Т4.6 схем хода лучей соответствует случаю близорукого глаза человека с очками?

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

А11. Если линза обладает оптической силой $-0,5$ дптр, то это значит, что

- 1) она дает увеличенное в 0,5 раза изображение
- 2) она дает уменьшенное в 0,5 раза изображение
- 3) эта линза собирающая с фокусным расстоянием 2 м
- 4) эта линза собирающая с фокусным расстоянием 0,5 м
- 5) эта линза рассеивающая с фокусным расстоянием 2 м
- 6) эта линза рассеивающая с фокусным расстоянием 0,5 м

А12. Разложение стеклянной призмой пучка белого света в сплошной спектр от красного до фиолетового цвета происходит

- 1) только на границе перехода света из воздуха в стекло
- 2) только на границе перехода света из стекла в воздух
- 3) только внутри стекла
- 4) на границах перехода света из воздуха в стекло и из стекла в воздух

A13. Почему при освещении одинаковым белым светом одни предметы мы видим в отраженном свете белыми, а другие — цветными?

- 1) разные краски, которыми окрашивают предметы, обладают способностью окрашивать и белый свет
- 2) тела поглощают белый свет, а затем испускают свой собственный свет, зависящий от их цвета
- 3) Если поверхность тела такова, что частицы белого света отражаются от нее без изменений, то мы видим тело белым. Если же поверхность тела такова, что частицы белого света при ударах о поверхность тела расщепляются, то мы воспринимаем действие таких

«осколков» на глаз как свет какого-то цвета

- 4) белый свет представляет собой смесь излучений разных цветов; поверхности белого цвета способны отражать все виды видимых излучений, поверхности красного цвета отражают только красный цвет, синего — синий и т. д.

A14. При падении узкого пучка света на зеркало угол отражения был равен 40° . При уменьшении угла падения луча на зеркало на 30° угол его отражения станет равным

- 1) 70°
- 2) 40°
- 3) 30°
- 4) 10°

Итоговый тест

A1. Явление электризации тел при соприкосновении обусловлено переходом электрически заряженных частиц — электронов — от атомов одного тела к другому. Какой заряд приобретает тело, потерявшее часть электронов, и какой заряд приобретает тело, получившее добавочное число электронов?

- 1) оба тела приобретают положительный электрический заряд
- 2) оба тела приобретают отрицательный электрический заряд
- 3) тело, потерявшее часть электронов, приобретает отрицательный электрический заряд, получившее добавочное число электронов — приобретает положительный заряд
- 4) тело, потерявшее часть электронов, приобретает положительный электрический заряд, получившее добавочное число электронов — приобретает отрицательный заряд

A2. Какие электрические силы действуют между двумя положительными зарядами, двумя отрицательными зарядами и между положительным и отрицательным зарядами?

- 1) во всех трех парах зарядов действуют силы притяжения
- 2) во всех трех парах зарядов действуют силы отталкивания
- 3) между двумя положительными зарядами действуют силы притяжения, между двумя отрицательными — силы притяжения, между положительным и отрицатель-

ным зарядами — силы отталкивания

- 4) между двумя положительными зарядами действуют силы отталкивания, между двумя отрицательными — силы отталкивания, между положительным и отрицательным зарядами — силы притяжения

A3. Если нейтральному телу передать электрический заряд $+10$ Кл, затем передать еще заряд -20 Кл, то, согласно закону сохранения электрического заряда, тело будет обладать электрическим зарядом

- 1) $+10$ Кл
- 2) -10 Кл
- 3) -30 Кл
- 4) 0

A4. Электрический заряд создает вокруг себя электрическое поле. Обдумайте ответы на следующие вопросы о свойствах этого поля:

- А. Действует ли электрическое поле одного заряда на другие электрические заряды?
- Б. Действует ли электрическое поле одного заряда на электрическое поле другого заряда?
- В. Ослабевает ли действие электрического поля с увеличением расстояния от заряда?
- Г. Складываются ли силы действия электрических полей нескольких зарядов алгебраически?

Д. Складываются ли силы действия электрических полей нескольких зарядов как векторы?

На какие из этих вопросов правильным является ответ «Нет»?

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только Г
- 4) А, В и Д
- 5) Б и Г

А5. Если заряженный электроскоп соединить стеклянной палочкой с таким же, но незаряженным электроскопом, то

- 1) весь заряд перейдет с заряженного электроскопа на незаряженный
- 2) заряд распределится поровну между электроскопами
- 3) весь заряд останется на заряженном электроскопе
- 4) оба электроскопа станут незаряженными

А6. Нижняя часть грозового облака имела положительный электрический заряд. Между облаком и Землей произошел разряд молнии. Удар молнии длился 50 мкс, сила тока была равна 20 кА. Какой электрический заряд получила Земля в результате этого удара молнии?

- 1) -1 Кл
- 2) $+1$ Кл
- 3) 0
- 4) -1000 Кл
- 5) $+1000$ Кл

А7. Физическая величина, равная отношению электрического напряжения U на участке цепи к силе тока I , называется

- 1) электрическим зарядом
- 2) работой электрического тока
- 3) электрическим сопротивлением
- 4) мощностью

А8. Если при перемещении электрического заряда 2 Кл между точками А и Б силы электрического поля совершили работу 8 Дж, то электрическое напряжение между этими точками равно

- 1) 16 В
- 2) 4 В
- 3) 2 В
- 4) 0,25 В

А9. Электрический ток в различных средах может производить тепловое, химическое, магнитное действие, световое излучение, излучение радио-

волн. Какие из этих действий постоянный электрический ток в виде потока равномерно движущихся электронов в вакууме не производит?

- 1) все перечисленные действия
- 2) тепловое, химическое, магнитное действие и световое излучение
- 3) тепловое, химическое, магнитное действие и излучение радиоволн
- 4) тепловое и химическое действие, световое излучение и излучение радиоволн

А10. При подаче на концы нити электрической лампы напряжения 1,5 В сила тока в нити лампы равна 300 мА. Чему равно электрическое сопротивление нити лампы?

- 1) 450 Ом
- 2) 200 Ом
- 3) 5 Ом
- 4) 0,005 Ом

А11. При напряжении 8 В на участке электрической цепи и силе тока 4 А мощность электрического тока равна

- 1) 128 Вт
- 2) 32 Вт
- 3) 2 Вт
- 4) 0,5 Вт

А12. В электрическом чайнике нагреватель обладает электрическим сопротивлением 40 Ом. Какое количество теплоты выделится в чайнике в течение 3 мин при силе тока 5 А?

- 1) 600 Дж
- 2) 3000 Дж
- 3) 36 000 Дж
- 4) 180 000 Дж

А13. К каким точкам электрической цепи (рис. И1) нужно подключить амперметр и вольтметр для измерения силы тока в цепи и напряжения на резисторе?

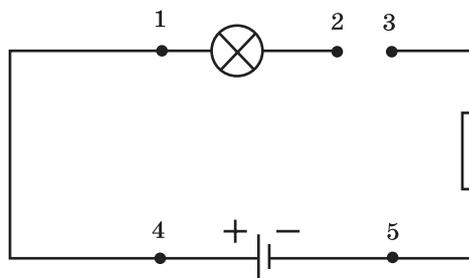


Рис. И1

- 1) амперметр к точкам 2 и 3, вольтметр к точкам 1 и 2
- 2) амперметр к точкам 1 и 2, вольтметр к точкам 2 и 3
- 3) амперметр к точкам 2 и 3, вольтметр к точкам 4 и 5
- 4) амперметр к точкам 2 и 3, вольтметр к точкам 3 и 5

A14. При замыкании ключа в цепи (рис. И2) лампа светится. Что произойдет при изменении полярности подключения полупроводникового диода Д в цепи?

- 1) лампа перестанет светиться
- 2) лампа перегорит
- 3) лампа станет светиться в 2 раза слабее
- 4) лампа станет светиться в 2 раза сильнее

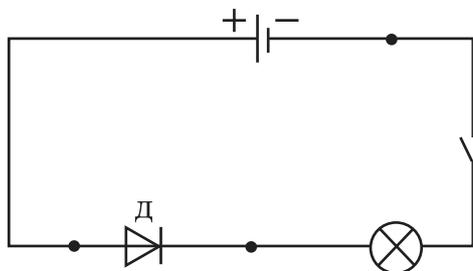


Рис. И2

A15. Начиная с каких примерно значений напряжения прикосновение к контактам электрической цепи может быть опасным для жизни человека?

- 1) начиная со сколько угодно малого
- 2) начиная со значений более 2 В
- 3) начиная со значений более 20 В
- 4) начиная со значений более 200 В

A16. Чем отличается взаимодействие постоянного магнита с железным стержнем от его взаимодействия с другим постоянным магнитом?

- 1) ничем не отличается, магнит притягивается одним из своих полюсов при приближении к железному стержню и при приближении к постоянному магниту
- 2) отличается тем, что к железному стержню притягивается любой полюс магнита, а к полюсу постоянного магнита один полюс другого магнита притягивается, другой от него отталкивается
- 3) отличается тем, что к полюсу постоянного магнита притягивается

любой полюс магнита, а к железному стержню один полюс магнита притягивается, другой от него отталкивается

- 4) отличается тем, что к железному стержню полюс магнита не притягивается, а к полюсу постоянного магнита один полюс магнита притягивается, другой от него отталкивается

A17. Явление взаимодействия проводников при пропускании через них электрического тока, открытое Ампером, обусловлено тем, что

- 1) проводники намагничиваются токами и взаимодействуют между собой как магниты
- 2) электрические токи создают вокруг себя магнитные поля, магнитное поле каждого тока действует на магнитное поле другого тока
- 3) электрические токи создают вокруг себя магнитные поля, магнитное поле первого тока действует на второй ток, магнитное поле второго тока действует на первый ток
- 4) электрический ток изменяет магнитное поле Земли и все магнитные стрелки поворачиваются

A18. При пропускании постоянного тока через катушку возникает магнитное поле. Изменится ли магнитное поле при неизменной силе тока в катушке, если внутрь катушки вставить:

- а) железный цилиндр; б) медный цилиндр; в) деревянный цилиндр?
- 1) во всех трех случаях магнитное поле практически не изменится
- 2) во всех трех случаях магнитное поле усилится
- 3) во всех трех случаях магнитное поле станет слабее
- 4) в случаях а и б усилится, в случае в практически не изменится
- 5) в случае а усилится, в случаях б и в практически не изменится

A19. Катушка без тока поставлена около компаса так, что плоскости витков провода параллельны стрелке компаса. При пропускании электрического тока через катушку стрелка компаса повернулась и установилась так, как представлено на рисунке И3. Каково направление электрического тока в катушке?



Рис. И3

- 1) при взгляде на катушку со стороны компаса ток в катушке направлен по часовой стрелке
- 2) при взгляде на катушку со стороны компаса ток в катушке направлен против часовой стрелки
- 3) при любом направлении ток в катушке влияет на магнитную стрелку, поэтому направление тока определить нельзя

A20. Какими цифрами на схеме (рис. И4) обозначены детали электрического звонка, между которыми действуют силы магнитного притяжения?

- 1) 1 и 2
- 2) 1, 2 и 3
- 3) 4 и 5
- 4) 6 и 7

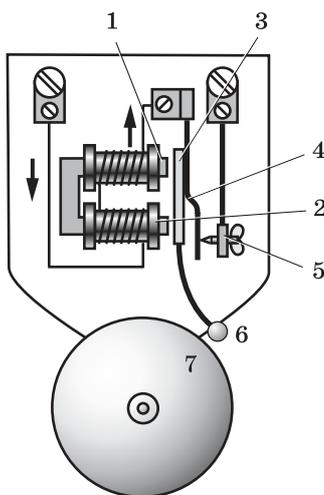


Рис. И4

A21. На рисунке И5 представлена фотография экспериментальной установки для обнаружения действия магнитного поля на проводник с током. Направление тока в горизонтальном участке проводника проволочной рамки указано на рисунке стрелкой. Какое направление имеет вектор силы Ампера, действующей на этот участок проводника?



Рис. И5

- 1) вектор силы направлен вертикально вниз
- 2) вектор силы направлен вертикально вверх
- 3) вектор силы перпендикулярен плоскости рисунка и направлен к нам
- 4) вектор силы перпендикулярен плоскости рисунка и направлен от нас

A22. Какие силы магнитного взаимодействия возникают при прохождении электрического тока через две цилиндрические катушки с общей осью?

- 1) катушки притягиваются при любом направлении токов в них
- 2) катушки отталкиваются при любом направлении токов в них
- 3) катушки притягиваются при одинаковом направлении и отталкиваются при противоположном направлении токов в них
- 4) катушки отталкиваются при одинаковом направлении и притягиваются при противоположном направлении токов в них

- 5) магнитное взаимодействие электрических токов в катушках отсутствует

A23. При распространении электромагнитной волны происходит возникновение

- 1) только магнитного поля вокруг проводника с током
- 2) только вихревого электрического поля при изменениях магнитного поля
- 3) только вихревого магнитного поля при изменениях электрического поля
- 4) вихревого электрического поля при изменениях магнитного поля и вихревого магнитного поля при изменениях электрического поля

A24. Что и почему происходит при выдвигании полюса постоянного магнита из алюминиевого кольца на подвижном коромысле (рис. И6)?

- 1) кольцо отталкивается от магнита из-за возникновения в нем индукционного тока такого направления, что его магнитное поле препятствует действию, вызывающему индукционный ток
- 2) кольцо отталкивается от магнита из-за возникновения в нем индукционного тока такого направления, что его магнитное поле поддерживает действие, вызывающее индукционный ток
- 3) кольцо притягивается к магниту из-за возникновения в нем индукционного тока такого направ-



Рис. И6

ления, что его магнитное поле препятствует действию, вызывающему индукционный ток

- 4) кольцо притягивается к магниту из-за возникновения в нем индукционного тока такого направления, что его магнитное поле поддерживает действие, вызывающее индукционный ток

A25. С какой скоростью распространяются в вакууме электромагнитные волны?

- 1) скорость электромагнитных волн в вакууме бесконечно велика
- 2) скорость электромагнитных волн в вакууме равна примерно 300 000 м/с
- 3) скорость электромагнитных волн в вакууме равна примерно 300 000 км/с
- 4) в вакууме электромагнитные волны распространяться не могут

A26. Пучок света падает на границу вода — воздух. Угол падения света в воде α , угол отражения β , угол преломления γ . Какие соотношения выполняются для этих углов?

- 1) $\alpha = \beta = \gamma$
- 2) $\alpha = \beta > \gamma$
- 3) $\alpha = \beta < \gamma$
- 4) $\alpha > \beta > \gamma$
- 5) $\alpha < \beta < \gamma$

A27. На рисунке И7 представлены четыре схемы хода лучей при получении изображений предметов с помощью линзы. Какая из этих схем соответствует случаю использования линзы в качестве объектива проекционного аппарата?

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) Г

A28. Очки оптической силой +4 дптр

- 1) дают увеличенное в 4 раза изображение
- 2) дают уменьшенное в 4 раза изображение
- 3) имеют собирающие линзы с фокусным расстоянием 4 м
- 4) имеют собирающие линзы с фокусным расстоянием 0,25 м
- 5) имеют рассеивающие линзы с фокусным расстоянием 4 м
- 6) имеют рассеивающие линзы с фокусным расстоянием 0,25 м

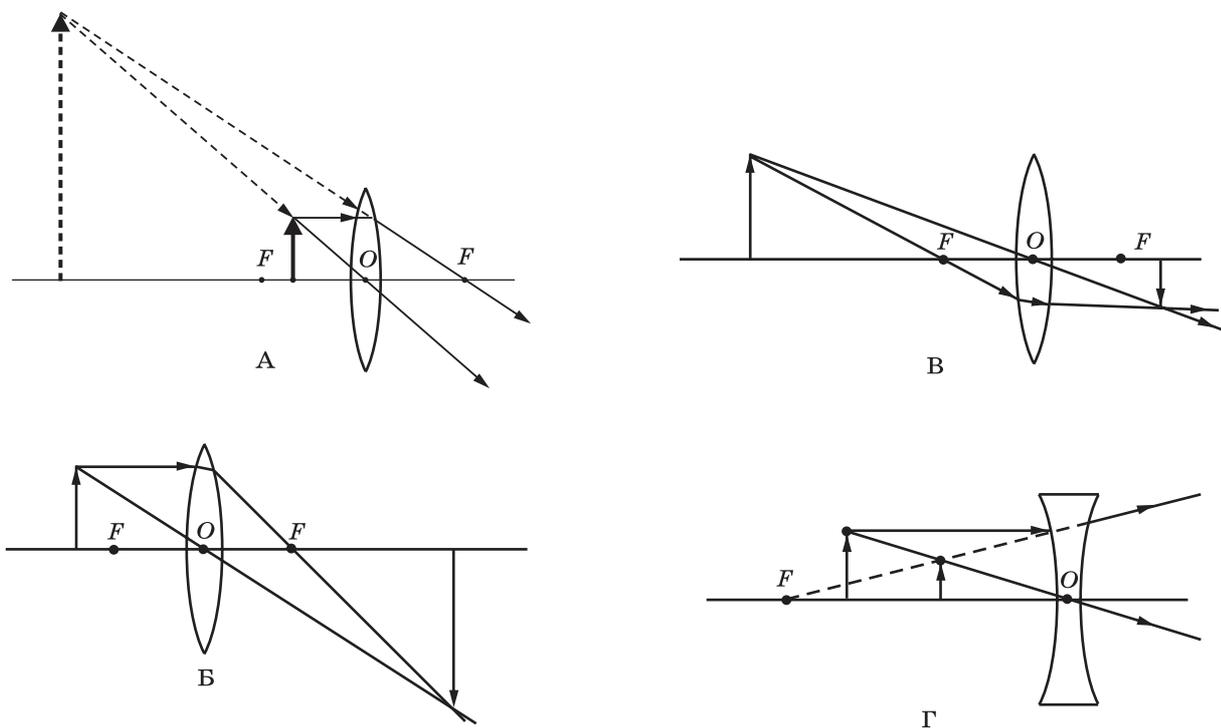


Рис. И7

A29. Какая из представленных на рисунке И8 схем хода лучей соответствует случаю использования очков человеком, страдающим близорукостью?

- 1) А 2) Б 3) В 4) Г

A30. Для получения увеличенного изображения на экране прозрачная фотопленка освещается белым светом.

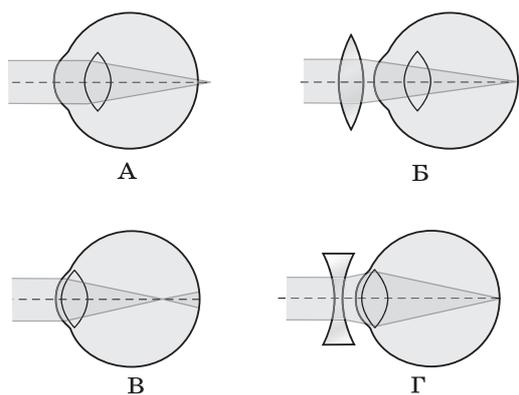


Рис. И8

Почему одни участки изображения на экране видны белыми, другие — синими, третьи — красными и т. д.?

- 1) каждый участок пленки окрашивает проходящий сквозь него белый свет в свой цвет
- 2) все участки пленки поглощают одинаковый белый свет, а затем испускают свой собственный свет, зависящий от их цвета
- 3) частицы белого света при прохождении сквозь пленку расщепляются по-разному в зависимости от цвета участка пленки, действующие различные «осколков» на глаз воспринимается как разный цвет
- 4) белый свет представляет собой смесь излучений разных цветов. Участки пленки, пропускающие все виды видимых излучений, видны белыми, участки пленки, пропускающие только красный свет, видны красными, пропускающие только синий свет, видны синими и т. д.

Тест 1

Номер задания	Номер правильного ответа				
	1	2	3	4	5
1	×				
2				×	
3		×			
4		×			
5	×				
6	×				
7			×		
8	×				
9				×	
10			×		
11	×				
12		×			
13		×			
14				×	

Тест 2

Номер задания	Номер правильного ответа				
	1	2	3	4	5
1		×			
2		×			
3					×
4				×	
5				×	
6					×
7				×	
8		×			
9	×				
10			×		
11			×		
12				×	
13			×		
B1			3		
B2			8		
B3			2		

Тест 3

Номер задания	Номер правильного ответа				
	1	2	3	4	5
1				×	
2				×	
3	×				
4		×			
5		×			
6			×		
7					×
8	×				
9			×		
10	×				
11			×		
12	×				
13					×
14	×				

Тест 4

Номер задания	Номер правильного ответа				
	1	2	3	4	5
1				×	
2			×		
3			×		
4	×				
5		×			
6			×		
7			×		
8	×				
9			×		
10				×	
11					×
12				×	
13				×	
14				×	

Итоговый тест

Номер задания	Номер правильного ответа					Номер задания	Номер правильного ответа				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
1				×		16		×			
2				×		17			×		
3		×				18					×
4					×	19		×			
5			×			20		×			
6		×				21				×	
7			×			22			×		
8		×				23				×	
9				×		24			×		
10			×			25			×		
11		×				26			×		
12				×		27		×			
13				×		28				×	
14	×					29				×	
15			×			30				×	

Оглавление

Глава 1. Цели и средства обучения физике в основной школе	3
Глава 2. Задачи обучения при изучении физики в основной школе	9
Программа по физике. 8 класс	17
Тематическое поурочное планирование. 8 класс	19
Глава 3. Электрические и магнитные явления	21
§ 1. Электрический заряд. Взаимодействие зарядов. Электризация тел	—
§ 2. Закон сохранения электрического заряда	23
§ 3. Действие электрического поля на электрические заряды	—
§ 4. Энергия электрического поля	24
§ 5. Постоянный электрический ток	25
§ 6. Источники постоянного тока	26
§ 7. Сила тока	27
§ 8. Закон Ома для участка цепи	—
§ 9. Измерение электрических величин	29
§ 10. Последовательное соединение проводников	30
§ 11. Параллельное соединение проводников	31
§ 12. Работа и мощность электрического тока	32
§ 13. Природа электрического тока	36
§ 14. Полупроводниковые приборы	—
§ 15. Правила безопасности при работе с источниками электрического напряжения	—
§ 16. Взаимодействие постоянных магнитов	36
§ 17. Магнитное поле тока	37
§ 18. Электромагнит	39
§ 19. Действие магнитного поля на проводник с током	—
§ 20. Электродвигатель	40
Глава 4. Электромагнитные колебания и волны	41
§ 21. Электромагнитная индукция	—
§ 22. Правило Ленца	—
§ 23. Самоиндукция	43
§ 24. Электродвигатель	44
§ 25. Переменный ток	—
§ 26. Производство и передача электроэнергии	45
§ 27. Электромагнитные колебания	—
§ 28. Электромагнитные волны и их свойства	46
§ 29. Принципы радиосвязи и телевидения	—
Глава 5. Оптические явления	48
§ 30. Свойства света	—
§ 31. Отражение света	49
§ 32. Преломление света	—
§ 33. Линзы	51
§ 34. Оптические приборы	52
§ 35. Дисперсия	53
Глава 6. Тестовый контроль знаний и умений учащихся	55
Тематические и итоговые тесты	59

Учебное издание
Кабардин Олег Фёдорович
Кабардина Светлана Ильинична

ФИЗИКА

Книга для учителя

8 класс

ЦЕНТР ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Руководитель Центра *В. И. Егудин*
Зам. руководителя Центра *Е. К. Липкина*
Редактор *Т. П. Каткова*
Младший редактор *Т. И. Данилова*
Художественный редактор *Т. В. Глушкова*
Технический редактор и верстальщик *Е. В. Саватеева*
Корректоры *И. П. Ткаченко, Л. С. Александрова*

Налоговая льгота — Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93— 953000. Изд. лиц. Серия ИД № 05824 от 12.09.01. Подписано в печать с оригинал-макета 19.03.10. Формат 84 × 108¹/₁₆. Бумага писчая. Гарнитура Школьная. Печать офсетная. Уч.-изд. л. 6,78. Тираж 1500 экз. Заказ №

Открытое акционерное общество «Издательство «Просвещение».
127521, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Открытое акционерное общество «Смоленский полиграфический комбинат».
214020, Смоленск, ул. Смольянинова, 1.