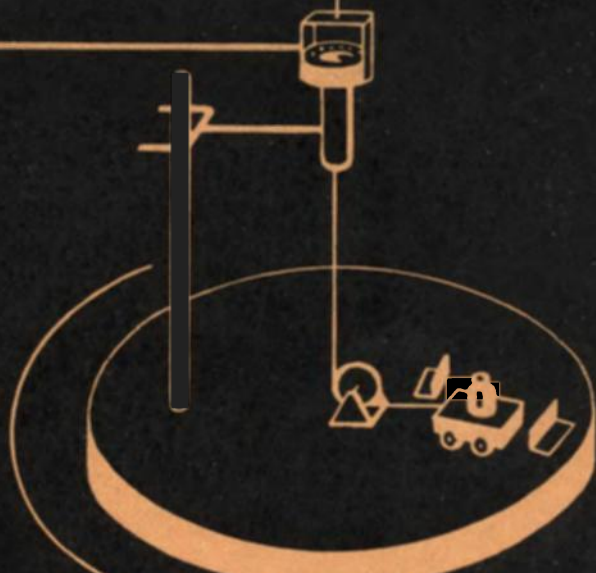


ПРЕПОДАВАНИЕ ФИЗИКИ

В ШКОЛАХ
ВЕНГЕРСКОЙ
НАРОДНОЙ
РЕСПУБЛИКИ

А. М. САБО
Г. Г. КОРДУН
В. В. САГАРДА



**А. М. САБО
Г. Г. КОРДУН
В. В. САГАРДА**

ПРЕПОДАВАНИЕ
физики

**В ШКОЛАХ
ВЕНГЕРСКОЙ
НАРОДНОЙ
РЕСПУБЛИКИ**

.Пособие для учителей

74.265.1
C12

*Рекомендовано управлением школ Министерства
просвещения УССР*

САБО А. М., КОРДУН Г. Г., САГАРДА В. В.
Преподавание физики в школах Венгерской
Народной Республики: Пособие для учителей. —
К.: Рад. школа; 1983.—104 с.— 15 к. 1100 экз.

Для успешного решения комплексных задач
улучшения преподавания физики в советской
школе важно изучить опыт преподавания физики
в школах братских социалистических стран.

В книге освещаются некоторые актуальные
вопросы становления и модернизации методики
изучения физики в школах Венгерской Народной
Республики.

В частности, рассматриваются такие вопросы
как усовершенствование учебно-воспитательного
процесса по физике, широкое использование зако-
нов сохранения, физический эксперимент, рацио-
нальный подход в выводе некоторых формул, со-
держание программ, структура учебников и др.

Книга рассчитана на учителей физики сред-
них школ. Она будет также полезна преподавате-
лям техникумов и студентам физических специаль-
ностей.

Рукопись рецензировали: канд. пед. наук
С. У. Гончаренко, учителя физики А. Г. Назарен-
ко, В. В. Пуклин.

4306010000—350
С ————— БЗ—7—16—83
M210(04)—83

© Издательство «Радянська школа», 1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

Физика является в известной мере фундаментом всех естественных наук. Она играет ведущую роль в развитии современной техники и всех отраслей народного хозяйства. Изучение этого предмета в школе способствует формированию у учащихся основ диалектико-материалистического мировоззрения.

Улучшение преподавания физики предполагает прежде всего повышение научного и идейного уровня содержания школьного курса физики, применение новых, более эффективных методов и приемов обучения. В этом плане определенные успехи достигнуты в преподавании физики в Венгерской Народной Республике [22, с. 9].

В предлагаемом пособии освещаются некоторые вопросы методики преподавания физики в ВНР: широкое использование законов сохранения при истолковании различных физических явлений; физический эксперимент и графическая, векторная интерпретация его результатов; использование рациональных подходов в выводе некоторых формул путем установления функциональных зависимостей между физическими величинами на основе результатов физического эксперимента; установление постоянства отношений между известными физическими величинами при введении новых понятий физических величин; введение исторических экскурсов в содержание учебной информации; систематизация знаний обобщением изученного материала. Одновременно широко освещаются, обоснованные дидактиками и методистами ВНР, модернизация учебных программ, решение проблем патриотического и интернационального воспитания, формирования материалистического мировоззрения, задач политехнического обучения и профессиональной ориентации.

Глава I.

ОБЩИЙ ОБЗОР СОСТОЯНИЯ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ШКОЛАХ ВЕНГЕРСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ

1. Общие сведения о системе и структуре народного образования

В системе народного образования Венгерской Народной Республики после реформы 1948 г. существенных изменений не было. В настоящее время она включает следующие звенья и типы школ: а) детский сад; б) восьмилетняя общеобразовательная школа; в) 2-годичная дополнительная школа; г) общеобразовательная средняя школа (гимназия); д) профессиональная средняя школа; е) профессиональное техническое училище.

На базе среднего образования созданы 2—3-годичные техникумы и высшие профессиональные школы, дающие неполное высшее образование, а также институты и университеты.

Дошкольное воспитание детей от 3 до 6 лет осуществляется в детских садах¹ и подготовительных группах при школах. В последнее время количество детей, посещающих детские сады, резко увеличилось. Согласно постановлению министра образования ВНР 1970 г. все дети, которые не посещали детский сад, должны перед поступлением в I класс обучаться в течение 24 дней на 72-часовых подготовительных курсах в подготовительных группах, созданных при школах. В 1974/75 учебном году в некоторых школах введена экспериментальная 200-часовая пропедевтическая подготовка.

В настоящее время обязательным является обучение в восьмилетней общеобразовательной школе, на которой основана вся система народного образования в ВНР. Это единая база всех остальных типов школ. Школу дети начинают посещать с шести лет².

¹ Детские ясли относятся к Министерству здравоохранения. В яслях детей воспитывают от 5 месяцев до 3 лет.

² С 1973/74 учебного года в некоторых школах были введены так называемые подготовительные классы, в которых дети обучаются с пяти лет.

В 1979/80 учебном году начали обучение в школе 96,3 % детей шестилетнего возраста. Дети с замедленным развитием поступили в школу на 1—2 года позже. В общеобразовательных восьмилетних школах значительно расширилась сеть предметных, технических, художественных и других кружков. Группы продленного дня посещают более 40 % от общего количества учащихся основных школ.

Во многих восьмилетних школах Венгрии организованы классы с углубленным изучением отдельных предметов. Количество таких школ и классов постоянно увеличивается.

По Закону № 3 об образовании, который был принят в 1961 г., все подростки после окончания восьмилетней образовательной школы должны посещать на выбор учебное заведение в течение двух лет. Для детей, которые не поступили в гимназию или профессиональную школу (училище), созданы дополнительные школы, которые они обязаны посещать до 16 лет. Таким образом, все учащиеся охвачены обязательным десятилетним обучением.

Партия и правительство нацеливают трудящихся на обязательное среднее образование. И уже достигнуты хорошие результаты: более 93 % выпускников восьмилетних школ продолжали занятия в средних учебных заведениях.

В общеобразовательной средней школе — гимназии обучение четырехгодичное.

В гимназии молодежь готовят прежде всего к поступлению в высшие учебные заведения, но параллельно выпускники получают и профессиональную подготовку. Выпускники восьмилетних школ принимаются в гимназию без вступительных экзаменов после собеседования, во время которого выясняют интересы поступающих, их склонности и подготовку к дальнейшему обучению.

В гимназиях есть вечерние и заочные отделения. Имеются гимназии с углубленным изучением отдельных предметов. Большинство из 18 специальных гимназий имеют художественный профиль. При поступлении в эти гимназии учащиеся сдают вступительные экзамены по профилирующим предметам.

Обучение в гимназии заканчивается экзаменами на аттестат зрелости. Экзамены сдаются по венгерскому языку и литературе (письменно и устно), по истории (устно), по математике (письменно и устно) и кроме того, еще по одной избранной дисциплине (иностранному языку, физике, химии или биологии).

В профессиональных средних школах 4-годовалый срок обучения. Созданы они по 11 профессиональным отраслям.

На изучение основных предметов отведена половина учебного времени, а вторая половина — на изучение спецпредметов. Оканчивающие профессиональную среднюю школу могут сдать экзамены на аттестат зрелости, что дает им право продолжать учебу в высшем учебном заведении. Если экзамены на аттестат зрелости не сданы, выпускникам выдают диплом о получении определенной специальности. В профессиональных средних школах готовят высококвалифицированных специалистов.

В профессионально-технических училищах срок обучения три года. После окончания училища выпускники не получают аттестат о среднем общем образовании, не имеют права поступать в высшие учебные заведения, но могут продолжать обучение и получать аттестат зрелости на заочном отделении гимназии без отрыва от производства.

2. Содержание курса физики и анализ программ

Со становлением социалистической Венгрии открывались двери народных школ — общих, обязательных и единых для всех детей ВНР. До этого в восьмилетних школах Венгрии физика как отдельный предмет не изучалась. В 1946 г. курс физики был введен как самостоятельный предмет.

Главной задачей изучения физики в восьмилетней школе являлось ознакомление учащихся с физическими явлениями, понятиями и законами, их практическим применением. При этом предусматривалось выработать у учеников практические умения и навыки проведения несложных наблюдений и измерений простейшими инструментами и приборами.

Конечная цель — развитие физического мышления учащихся, выработка у них широкого интереса к физической науке как основе естественно-научного мировоззрения и фундамента технологии многих отраслей современного производства. Важная роль при этом отводилась практической подготовке выпускников восьмилетней школы к дальнейшему обучению, а также непосредственному участию в общественно-производственной жизни страны.

При изучении курса физики также значительное место отводилось физическому эксперименту, лабораторным работам, экскурсиям.

С принятием Закона № 3 была переиздана учебная программа по физике. Она действовала с некоторыми изменениями, внесенными в 1965 г., до 1978 года. В этой программе определены цели и задачи преподавания физики в соответствии с современными требованиями нового социалисти-

ческого государственного строя: планомерное и эффективное воспитание учащихся, ликвидация перегрузки, обеспечение межпредметных связей, связи школы с жизнью. В программу были введены обязательный перечень лабораторных работ и обязательных учебных демонстраций, названы темы учебных экскурсий.

По этой программе в общеобразовательной средней школе—гимназии (II-я ступень) физика изучалась во II—IV классах. Во II—III классах на нее отводится 3 часа в неделю, а в выпускном IV — 4 часа в неделю.

В общеобразовательных гимназиях ВНР изучаются те же разделы физики, что и в СССР (механика, молекулярная физика, основы электродинамики, колебания и волны, оптика, физика атомного ядра).

В ВНР есть гимназии с углубленным изучением физики, там на этот предмет отведено в каждом году обучения по 5 часов в неделю.

Следует подчеркнуть, что уроки физики в гимназиях¹ обоих типов делятся на так называемые теоретические и практические. Их соотношение равное. Практическими уроками считаются уроки, на которых учащиеся самостоятельно выполняют практические задания, лабораторные работы, решают задачи, анализируют рисунки, графики, то есть практически применяют свои знания, умения и навыки.

В общеобразовательных гимназиях класс делят на две подгруппы только для проведения практических занятий (если учащихся больше 22). В гимназиях же с углубленным изучением физики — и для практических, и для теоретических занятий, что, несомненно, способствует более эффективной организации самостоятельной работы учащихся и осуществлению индивидуального подхода.

В гимназиях есть много сходного с преподаванием физики в советской школе. Акцент делается на изучение современных научных представлений о структуре вещества и особенностях полей. В курсе физики даются основы молекулярно-кинетической и электронной теории, теории строения атома, понятие о квантах, сведения об элементарных частицах. В программе и учебниках большое внимание уделяется практическому применению изучаемых теоретических положений, освещению достижений науки и техники, ознакомлению учащихся с методами физических исследований и обобщению материала, имеющего мировоззренческое значение, например фактов, связанных с законами сохра-

¹ Основные темы программы для обоих типов гимназий совпадают.

нения. Учебная программа предусматривает также ознакомление учащихся с историей развития отечественной физики социалистического периода, популяризацию достижений физической науки.

Однако при изучении курса физики в школах ВНР еще недостаточное внимание уделяется лабораторным работам, на них отводится только около 8 % учебного времени. Правда, в программе предусмотрены основные демонстрации, определен перечень тем для фронтального эксперимента и лабораторных опытов.

В ныне действующих программах по физике в ВНР можно отметить пять основных направлений: объяснение физических явлений на основе микроструктуры вещества, рассмотрение физических явлений на основе молекулярно-кинетической и электронной теорий, механизм электропроводности в различных средах, колебания и волны, использования понятия о физическом поле.

Астрономия в школах ВНР не является отдельным предметом, а элементы астрофизики включены в курс физики для гимназий.

3. Модернизация учебных программ по физике

Постоянное внимание Венгерской социалистической рабочей партии к развитию народного образования в стране проявляется, в частности, и в организации работы по модернизации учебных программ общеобразовательных школ.

X съезд ВСРП (1970 г.) нацелил ученых и учителей на пересмотр и модернизацию учебных программ для всех типов школ с целью приведения их в соответствие с уровнем развития общественных отношений в стране, научно-технического и социального прогресса и с современными достижениями педагогики и психологии.

Дальнейшую конкретизацию эти решения нашли в постановлении Пленума ЦК ВСРП (1972 г.) «О состоянии государственного образования и путях его усовершенствования», согласно которому намечалось завершить переход всех школ на новые учебные планы и программы в 1978/79 учебном году.

В процессе модернизации учебных программ предметов естественно-научного цикла внимание дидактов ВНР было уделено вопросам изучения в школе основ математики, физики, химии, биологии.

Значительный интерес вызвали первые результаты эк-

сперимента венгерских дидактов по внедрению координированного изучения некоторых учебных предметов.

Известно, что сегодня физика, химия, биология или их элементы изучаются в виде интегрированных курсов в начальных и первых двух классах средней школы многих капиталистических стран [6, с. 91].

При этом создание интегрированных курсов естественных наук сводится к объединению отдельных вопросов вокруг важных идей или общих научных принципов. Учебный материал в программах этих курсов также группируется вокруг важнейших теорий или законов природы, особенно актуальных в современной науке.

Венгерские педагоги с самого начала экспериментирования интегрированных курсов очень осторожно подходили к реализации идеи группирования учебного материала разных предметов. Они считали, что в наше время лучше внедрить так называемое координированное изучение предметов естественно-научного цикла, сохраняя отдельные положительные черты интегрированных курсов. При координированном обучении предметы естественно-научного цикла не сливаются воедино, а остаются отдельными предметами.

В некоторых гимназиях, начиная с 1971/72 учебного года, действовали экспериментальные программы координированного обучения. По этим программам изучались химия и биология, а с 1972/73 — физика и химия; в 1973/74 учебном году в отдельных гимназиях экспериментировалась программа по циклу математика — физика — химия — биология — география¹.

Изучение физики как составной части координированного курса начиналось с I класса гимназии (по 2 часа в неделю) и продолжалось до выпускного класса включительно.

Разработка экспериментальных координированных школьных курсов физики обуславливалась прежде всего подготовкой к введению в 1978 г. новых учебных программ. Главной своей задачей венгерские педагоги считали развитие творческого, «комплексного» мышления. Кроме того, координированные курсы позволили избавиться от дублирования вопросов (например, рассмотрение понятий «материя», «масса», «энергия», «температура» на уроках физики, биологии, химии; «векторы», «функции», «координатный метод» — на уроках физики и математики), то есть обеспе-

¹ Названные предметы, по экспериментальным программам координированного обучения преподавались до 1978 г.

чивали органические межпредметные связи, давали возможность экономно расходовать учебное время, например на углубленное изучение определенных тем. При этом педагоги и методисты исходили из того, что в ряде учебных предметов (физика, биология, химия) очень широко использовалась общая или близкая терминология, при рассмотрении многих явлений применялись общие понятия, аналогичные методы исследования, сходные дидактические примеры. Поэтому задача создания координированных курсов, в которых, по замыслу их авторов, учебные предметы не сливаются воедино, а остаются по-прежнему самостоятельными дисциплинами, состоит в нахождении нужной гармонии, чтобы, не нарушив системности каждого учебного предмета, близкие темы (по явлениям, понятиям, закономерностям) изучались бы примерно одновременно с разницей в 1—2 урока или в крайнем случае в том же месяце.

В программе было определено, где именно начинается формирование какого-либо понятия и на каких уроках других учебных предметов эти понятия углубляются раскрытием неизвестных ученикам до этого свойств и закономерностей. Таким образом, преподаватель каждого предмета всегда был осведомлен об объеме знаний учащихся, которыми их вооружает его коллега на своих уроках. Преподавание одним учителем нескольких учебных предметов цикла многие венгерские педагоги считали лучшим вариантом эксперимента.

Приведем (табл. 1) для сравнения сетку часов по учебным предметам при обыкновенной и экспериментальной системах обучения в гимназии ВНР.

Как видно из таблицы, количество уроков по биологии, физике, географии изменилось. При координированном обучении психология не изучается как отдельный учебный предмет, а является частью программы по биологии, которая включена в учебный план III класса гимназии.

При экспериментальной системе соотношение между количеством часов, отведенных на изучение гуманитарных и естественных дисциплин, следующее: в I классе — 11—12, во II — 12—13. Если в целом за четыре года (при 32-недельном учебном годе и 30—31-часовой неделе) ученик посещает приблизительно 3900 уроков, то по гуманитарным и естественным предметам количество уроков колеблется от 2250 до 2800. 500—750 уроков отводились на факультативы, остальные часы использовались для физкультуры и дисциплин эстетического цикла.

Из опыта работы экспериментальных школ в ВНР при

Таблица 1

Учебные предметы	Обыкновенная система обучения				Экспериментальная система обучения			
	Количество часов в соответствующих классах							
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Другие учеб- ные предметы	19	17	18	21	19	17	18	21
Математи- ка	5	4	4	4	5	4	4	4
Физика	—	3	3	4	2	2	2	2
Химия	2	2	2	—	2	2	2	—
Биология	2	2	1	2	—	2	2	2
Психология	—	—	1	—	—	—	—	—
География	2	2	2	—	2	3	—	—
Всего:	30	30	31	31	30	30	28	29

координированном обучении следует, что объем учебного материала при получении того же объема учебной информации сокращается на 20—30 %. В III классе гимназии, по сравнению с обыкновенной системой обучения, экономится 3, а в IV — 2 урока в неделю. Если принять во внимание, что из 28—29 уроков еженедельной нагрузки 3 урока отведено на факультативы по курсу, который выбрали сами учащиеся, то в целом в III—IV классах экономится 5—6 часов. Эти часы, в зависимости от выбора учащихся, могут быть использованы на дополнительные курсы (факультативы), изучение двух свободно выбранных предметов политехнического цикла. В этих гимназиях на обязательные факультативные занятия было отведено (в III—IV кл.) по 6—7 часов в неделю.

Предметы, по которым, как правило, организовывались факультативы, и количество часов, отведенных на углубленное изучение, приведены в табл. 2.

В большинстве случаев, как показал опыт, ученики выбрали факультативы по математике и физике, что обусловлено вынесением этих предметов на вступительные экзамены в большинстве вузов. При этом, сравнивая количество уроков на изучение физики в III—IV классах при обыкновенной и координированной системах изучения, мы видим,

Таблица 2

Учебные предметы	Количество часов по учебному экспериментальному плану	Количество часов, освобожденных при координированном обучении	Всего
Иностранный язык	—	3	3
Математика	4	3	7
Физика	2	3	5
Биология	2	3	5
Химия	2	3	5
Практика	—	6	6

что если в гимназиях на изучение физики в III классе отводилось 89, а в IV — 116 уроков, то в соответствующих классах по координированной программе отводилось 165 и 210 уроков. Значит, при координированном обучении на изучение физики отводилось на 156 уроков больше, чем при обычном.

Еще один интересный факт. С 1973 г. учащиеся по желанию могут сдавать вступительные экзамены по физике в вуз еще до выпускных экзаменов в гимназии. При этом успешный ответ засчитывается и как сдача выпускного экзамена.

В отдельных экспериментальных гимназиях проверялась целесообразность пятидневной недели¹ с использованием одного дня для учебных экскурсий на заводы, в библиотеки, музеи и другие учреждения, а также по необходимости для проведения 1—2-часовых консультаций.

Анализ результатов эксперимента убедительно доказал преимущество координированного изучения ряда естественно-научных дисциплин, позволяющего осуществлять прежде всего единую интерпретацию изучаемых понятий, формировать обобщенные умения и навыки, устранять дублирование, обеспечивать научно-материалистический подход к формированию общих физических понятий. Дальнейшее усовершенствование координированной программы и выработка предложений по введению ее в практику работы всех школ республики было осуществлено в новой программе 1978 г.

¹ С 1 сентября 1981 г. в гимназиях по субботам не занимаются.

4. Новые школьные программы по физике

Выполняя решения пленума ЦК ВСРП (1972 г.), Государственный институт педагогики при Министерстве просвещения ВНР выпустил в 1973 г. проект новой программы по преподаванию физики в школах ВНР. На страницах венгерской печати проводилась широкая дискуссия, которая подвела итоги экспериментальной проверки новой программы в 94 восьмилетних и 21 средней школах.

В ходе дискуссии подчеркивалась важность соответствия новых учебных программ дидактическим условиям их реализации. Серьезное внимание было уделено вопросам синхронизации изучения общих тем в курсах различных предметов, использованию единой и соответствующей современной науке терминологии в курсах физики, химии, математики, биологии.

Весной 1978 г. Министерством образования утвержден единый учебный план для средней общеобразовательной школы ВНР, введенный с 1 сентября 1978 г. Изучение физики в восьмилетних школах ВНР по новой программе проводится в VI—VIII классах, по 2 часа в неделю. В гимназиях физика изучается в I—IV классах. В I—II классах на нее отводится по 2 часа в неделю, а в III—IV — 3 часа в неделю.

Новая учебная программа по физике позволяет:

- повысить идейное содержание учебных курсов;
- усилить связь учебного предмета с основами соответствующей науки;
- совершенствовать структуру учебного предмета;
- обеспечивать органические межпредметные связи, в особенности при изучении основных научных понятий;
- разграничить основные и второстепенные вопросы;
- направить содержание учебного предмета на расширение кругозора и формирование диалектико-материалистического мировоззрения учащихся;
- обеспечивать преемственность обучения.

Таким образом, модернизация учебного курса физики содействовала и содействует повышению идейности и научности преподавания. Особое внимание уделяется воспитанию патриотизма и пролетарского интернационализма.

В новой программе большое внимание уделено вопросу единства двух форм материи — вещества и поля. Рассматриваются их свойства и в частности процессы взаимного

¹ Их содержание приведено в конце книги.

превращения. Широко используются законы сохранения массы и энергии, импульса и электрического заряда.

В новой программе такие же основные разделы физики, как и в старой, только изменены их структура и изложение материала.

Главное отличие новой программы — в строгой логической последовательности, в выделении основных законов физики.

Цель, предполагаемая новой программой, — развитие творческого мышления учащихся, воспитание интереса к физике как основе научного мировоззрения и технологии многих отраслей современного производства, практическая подготовка учащихся к дальнейшему обучению и непосредственному участию в производительном труде на благо общества.

Особенностью же новой учебной программы по физике является определенная дифференциация в изучении отдельных вопросов. Весь учебный материал программы делится на основной и дополнительный. Основной включает материал программы, который является обязательным для всех учащихся, т. е. все важнейшие теоретические и практические вопросы программы, которые учащиеся должны хорошо усвоить. Дополнительный же содержит теоретические вопросы, которые не входят в школьную программу: описание многих технических устройств, исторический материал. Дополнительный, изучаемый по выбору учащихся, занима-

Таблица 3

Виды работ	Классы восьми- летней школы			Классы гимназий			
	VI	VII	VIII	I	II	III	IV
Разработка нового материала	40	40	38	40	40	62	55
Закрепление, повто- рение, лаборатор- ная работа, контро- льная работа, обоб- щение, экскурсия	24	24	26	24	24	34	31
Всего:	64	64	64	64	64	96	86

Таблица 4

Восьмилетняя школа

№ п/п	Учебные предметы	Классы							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	Венгерский язык и литература	18	18	18	18	11	9	9	9
2	Изучение окружающей среды	3	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	—	—	—	—
3	Русский язык	—	—	—	—	$\frac{5}{6}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{6}{5}$
4	История	—	—	—	—	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$
5	География	—	—	—	—	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$
6	Математика	11	11	11	11	9	9	7	7
7	Живая природа	—	—	—	—	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$
8	Физика	—	—	—	—	—	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$
9	Техника	$\frac{2}{1}$	2	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$
10	Химия	—	—	—	—	—	—	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$
11	Рисование и черчение	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	2	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$
12	Музыка и пение	2	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{4}{5}$
13	Физкультура	5	$\frac{6}{5}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{6}{6}$	$\frac{6}{5}$	$\frac{5}{6}$
14	Уроки классного руководителя								
15	Консультации	2*	2*	2	2	2	2	2	2
		6	4	—	—	—	—	—	—

Примечание. 1) Количество уроков дано на 2 недели (каждая вторая суббота в восьмилетних школах — выходной день).

2) Числитель дроби — количество уроков на первое полугодие, знаменатель — на второе.

3) Консультации обязательны и назначаются учителем для слабоуспевающих учащихся.

4) Часы, обозначенные звездочкой (I и II классы) даются для административной работы классоводов (работа над журналом, оформлением личного дела и т. д.).

Таблица 5

Гимназические классы

№ п/п	Предметы	Количество часов по старой программе * в классах				Количество часов по новой программе в классах			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Венгерский язык	2	1	1	1	2	2	1	1
2	Венгерская литература	2	3	3	3	2	2	3	3
3	История	2	3	3	3	2	2	3	4
4	Обществоведение	—	—	—	3	—	—	—	2
5	Русский язык	4	3	3	3	4	3	3	2
6	Иностранный язык	2	2	3	3	3	2	—	—
7	Математика	5	4	4	4	5	4	3	3
8	Физика	—	3	3	4	2	2	3	3
9	Химия	2	2	2	—	2	4	—	—
10	Биология	2	2	1	2	—	—	4	2
11	Психология	—	—	—	—	—	—	—	—
12	География	2	2	2	—	3	2	—	—
13	Музыка	1	1	1	1	1	1	1	—
14	Черчение	2	—	—	1	1	1	1	—
15	Физкультура	3	3	3	3	3	3	3	3
16	Техника	—	—	—	—	2	2	—	—
17	Труд	3	3	3	3	—	—	—	—
18	Факультатив **	—	—	—	—	—	—	7	9
19	Уроки классного руководителя	1	1	1	1	1	1	1	1
20	Инструктаж по выбору профессий	—	—	—	—	—	—	2	—
	Всего	33	33	34	35	33	33	33	33
	Факультатив ***	—	—	—	—	—	—	2	2

* Некоторые предметы еще изучаются по старой программе, так как по новой программе начинали изучать предметы с 1 сентября 1978 г. с постепенным ее введением. Например: VI—VIII классы изучают физику уже по новой программе.

** Эти уроки обязательны для всех учащихся, они даны на изучение двух свободно выбранных учащимися предметов; из этих уроков в III и IV классах отведено по 3 часа на изучение иностранного языка.

*** Эти уроки учащиеся посещают только по желанию, выбор предмета — тоже свободный.

ют примерно 1/3 учебного времени, отведенного на изучение курса физики. Следует подчеркнуть, что программой предусмотрено несколько дополнительных вариантов вопросов,

которые учитель может заменить другими. При этом он должен исходить из уровня материальной оснащённости школы и прежде всего из уровня подготовки учащихся. Вообще учителю разрешено использовать время, отведенное на дополнительные темы, в целях более глубокого овладения учащимися основным материалом, то есть дополнительные вопросы изучаются лишь в том случае, если учащиеся усвоили основной курс.

Распределение количества часов на изучение физики по классам [23, с. 7, 14, 19] приведено в табл. 3.

Новые программы (см. с. 90—100) при своей значительной конкретности более гибки, что дает учителю и авторам учебных пособий больше возможности для творчества. Новым программам соответствует и новая сетка часов [табл. 4, 5].

Глава II.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ФИЗИКЕ В ШКОЛАХ ВНР НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Становление социалистической школы в ВНР означалось коренной перестройкой не только самого содержания учебных программ, а прежде всего его мировоззренческого направления. Именно на это были направлены постановления социалистической рабочей партии Венгрии в деле активизации воспитательной работы среди учащейся молодежи. Эти постановления нашли свое воплощение в «Программе планового воспитания учащихся в средней школе», а также в учебных программах и инструкциях к ним. В этих документах сформулированы основные требования для обеспечения формирования у учащихся диалектико-материалистического мировоззрения и норм коммунистической морали. «Коммунистическое преобразование общества неразрывно связано с воспитанием нового человека. Поэтому необходимо сравнительно за короткое время укрепить в сознании большинства масс социалистическую мораль, социалистическое отношение к труду, социалистический патриотизм» [23, с. 4].

1. Законы сохранения и их значение в формировании диалектико-материалистического мировоззрения учащихся

В школах ВНР особенно важное место в обучении и воспитании учащихся занимает формирование марксистско-ленинского мировоззрения. Об этом говорил в своем выступлении Первый секретарь ЦК ВСРП т. Янош Кадар на XI съезде Венгерской социалистической рабочей партии: «Наша главная цель — и впредь укреплять в нашем обществе идеи марксизма-ленинизма, влияние социалистического мировоззрения, социалистическое сознание масс, социалистическую мораль... чтобы в наших учебных заведениях весь

процесс преподавательской и воспитательной работы был проникнут духом марксистско-ленинского мировоззрения»¹.

В школах ВНР изучаются те же законы сохранения, какие изучаются в советской школе, различие состоит только в методах преподавания. Покажем это на примерах закона сохранения и превращения энергии.

Один из наиболее важных законов сохранения — закон сохранения энергии ученики изучают во II классе гимназии при формировании понятия об энергии. Понятие об энергии формируется у учащихся в сравнении с другими физическими понятиями как наиболее фундаментальное. Закон сохранения энергии изучается при рассмотрении самых разнообразных явлений на протяжении всего курса.

В учебнике по физике для II класса гимназии подчеркивается: Энергия ни в каких процессах не возникает и не исчезает. Закон сохранения энергии один из самых общих законов природы [38, с. 223].

В III классе понятие о механической энергии углубляется и расширяется. С одной стороны, формируется понятие о кинетической энергии вращающегося тела и кинетической энергии колеблющегося тела, затем определяется кинетическая энергия и энергия взаимодействия жидкостей и газов. В связи с последним вводится уравнение Бернулли. В учебнике удачно подчеркивается, что и «уравнение Бернулли является следствием закона сохранения энергии» [38, с. 184].

И при изучении механических, тепловых и оптических явлений (в программе физики II и III классов) уделяется должное внимание вопросам, способствующим более глубокому пониманию закона сохранения и превращения энергии. Например, в пособии «Физика—II» [38, с. 218, 227] подчеркивается, что без учета трения суммарная механическая энергия W_c во время движения является постоянной и выражается формулой: $W_c = W_{вз} + W_k = \text{const}$, где $W_{вз}$ — энергия взаимодействия, а W_k — кинетическая энергия.

В IV классе открываются широкие возможности для дальнейшего обобщения понятия энергии и более глубокого понимания закона сохранения энергии. Исключительно с точки зрения преобразования энергии рассматривается тепловое действие тока, электролитическая поляризация, электромагнитная индукция, устройство генераторов, электродвигатели. В учебнике при изучении темы «Электромагнитные колебания» удачно иллюстрируется непрерывное

¹ Правда, 1975, 18 марта.

преобразование энергии электрического и магнитного полей. При этом подчеркивается, что энергии электрического и магнитного полей периодически взаимно превращаются одна в другую, однако их суммарное значение в любой момент времени постоянно [40, с. 231—239].

Принципиально важным с методической точки зрения является то, что в учебниках большое внимание уделяется обобщенному рассмотрению закона сохранения, ознакомлению учащихся с историей развития учения о сохранении энергии¹.

Отмечено, что понятие об энергии впервые ввел Лейбниц. Он рассматривал энергию как меру движения, меру сохранения способности к движению, то есть считал, что мерой «силы» есть mv^2 (под термином «сила» следует понимать энергию).

В учебнике «Физика — IV» подчеркивается также, что в высказываниях о понятии энергии было немало разногласий. Оно стало ясным и понятным тогда, когда окончательно был установлен закон сохранения энергии, который стал одним из фундаментальных законов современного естествознания. Справедливо замечено, что если опираться только на механические явления, трудно сформировать у учащихся понятие, связанное с сохранением энергии.

Известно, что в середине XIX ст. вместо термина «сила», носящего в некоторой степени мистический характер, стал употребляться термин «энергия». Термин «сила» критиковал в свое время Энгельс в работе «Диалектика природы». Он отмечал, что в механике понятие силы является полезным, если рассматривать силу как причину изменения движения тел. Однако переносить это понятие в другие области физики, а также в биологию и химию чревато опасностью — можно совершить ошибку.

Хотя в курсе физики средней общеобразовательной школы не говорится прямо о законе сохранения массы, но этот закон следует из аддитивных свойств массы, и как «само собою разумеющееся» из принципа измерения массы [38, с. 19—21]. О нем же говорится при изучении темы «Движение жидкостей и газов» [38, с. 159]. Но в учебнике разъясняется и зависимость массы тела от скорости его движения:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}},$$

¹ Венгерские методисты вместо понятия потенциальная энергия ввели понятие энергия взаимодействия.

где m_0 — масса покоя, v — скорость движущегося тела, c — скорость света.

Уточнить понятие энергии стало возможным лишь тогда, когда научные исследования охватили не только механические, но и другие явления, и в первую очередь тепловые и электрические. Было доказано, что энергия тесно связана с телом; масса и энергия существуют вместе. Например, солнечные лучи являются не только носителем энергии, но и носителем массы, и за каждую секунду с лучами Солнца излучается 5,1 млн. т его массы. Эти лучи, достигнув Земли, передают свою энергию и массу, вследствие чего увеличивается масса Земли.

Параллельно с этим критикуются сторонники так называемого «энергетизма» во главе с Оствальдом, которые сделали вывод о том, что излученная электромагнитная энергия может существовать вне и независимо от материального тела, что существует энергия, связанная с массой, и свободная энергия, то есть без массы. Указывается, что В. И. Ленин в своей фундаментальной работе «Материализм и эмпириокритицизм» подверг суровой критике эти ошибочные высказывания Оствальда и его сторонников.

В учебнике сказано также, что еще Ф. Энгельс в 1870 г. писал о существовании в разных формах вечной материи¹. Энгельс этот вывод сделал на основе уже известных тогда законов сохранения.

В учебной литературе ВНР есть ссылки на теорию относительности² и на одну из фундаментальных формул этой теории, в которой установлена взаимосвязь между массой и энергией.

$$\Delta E = \Delta mc^2.$$

В учебнике объясняется закон сохранения энергии на основе ядерных реакций. Приводится ядерная реакция по расщеплению ядер лития ускоренными протонами ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{p} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^4_2\text{He}$ [40, с. 286]. Эта реакция впервые была осуществлена при помощи ускорителей в 1932 г. независимо советскими физиками в Украинском физико-техническом институте в Харькове и английскими физиками в Кавендишской лаборатории.

В учебнике [40, с. 284] описан опыт П. Н. Лебедева по доказательству существования светового давления на газы

¹ См.: Преподавание физики, 1971, № 1, с. 15. Будапешт.

² Отдельного параграфа, посвященного изучению элементов теории относительности, в венгерских учебниках нет.

(1908 г.). Также описывается опыт по «аннигиляции» и возникновению пар элементарных частиц [40, с. 284].

В учебнике на основе этих экспериментальных данных и других ядерных реакций сделан следующий вывод: энергия и масса системы могут изменяться только одновременно [40, с. 287].

Изучение физики заканчивается темой, которая в учебнике для IV класса гимназии изложена на последних четырех страницах (302—306), где еще раз обобщается закон сохранения и превращения энергии, что свидетельствует об особом значении его в преподавании физики в школах Венгрии.

Такое четкое выделение роли и значения законов сохранения приводит к следующим результатам:

- облегчает установить взаимосвязь между отдельными разделами физики в процессе ее изучения;

- положительно влияет на глубину усвоения всех разделов физики и развивает интерес к ее изучению;

- активизирует мыслительную деятельность школьников;

- положительно влияет на формирование научного кругозора учащихся;

- способствует успешному формированию диалектико-материалистического мировоззрения учащихся;

- способствует формированию у учащихся практических навыков применения законов сохранения для объяснения многих явлений.

Заметим, что в учебниках по физике для школ Венгерской Народной Республики при изучении почти всех тем имеется большое количество мировоззренческих выводов о том, что законы сохранения образуют мощную научную основу того диалектико-материалистического положения, согласно которому мир бесконечен, то есть движущаяся материя не исчезает и не возникает, что на этих законах базируется все наше представление о мире. Законы сохранения доказывают единство материального мира и показывают, что в природе все явления подчиняются законам диалектики.

В формировании марксистско-ленинского мировоззрения венгерские методисты видят альтернативу религиозному мировоззрению и считают, что атеистическая пропаганда должна строиться прежде всего на фундаменте естественнонаучных представлений о мире. При этом методисты часто ссылаются на слова русского революционного демократа А. Герцена: «Воспитание надо начинать с естественных предметов, чтобы ум ребенка очистился от предрассудков

и получил возможность расти на этой здоровой почве» [23, с. 28].

В учебниках, например в «Физике—II», рассказывается, что нашу жизнь нельзя представить без развития техники, без научных исследований. Наука постепенно становится производительной силой. Нашу жизнь нельзя отделить от природы, от явлений, происходящих в природе. Здесь же подчеркивается, что «на уроке физики вы убедитесь в том, что все явления в природе происходят по определенным законам, никаких сверхъестественных сил не существует» [38, с. 7].

В конце учебника «Физика—IV» на пяти страницах [40, с. 322—326] дается фактический материал, который опровергает религиозные представления о возникновении и развитии мира.

2. Патриотическое и интернациональное воспитание учащихся

Одним из разделов программы воспитательной работы в венгерских школах является «воспитание социалистического патриотизма и пролетарского интернационализма».

Целью народного образования в ВНР является подготовка высокообразованных, всесторонне развитых, активных строителей социалистического общества, воспитанных на идеях марксизма-ленинизма, физически здоровых, способных успешно трудиться в различных областях хозяйственного и социально-культурного строительства, готовых беззаветно защищать социалистическую Родину. Об этом говорил т. Янош Кадар на XI съезде Венгерской социалистической рабочей партии: «Укрепление социалистического патриотизма и пролетарского интернационализма является особо важной задачей идеологической воспитательной работы. На всех уровнях народного образования необходимо улучшать идеологическое обучение и воспитание. Следует повышать уровень преподавания марксизма-ленинизма».¹

Вопросам коммунистического воспитания уделено большое внимание и в решениях XII съезда ВСРП, состоявшегося в марте 1980 г., где указывается, что коммунистическое преобразование государства неразрывно связано с воспитанием нового человека. Вот почему необходимо укоренить в сознании самых широких масс социалистическую мораль, социалистическое отношение к труду, социалистический

¹ — Правда, 1975, 18 марта.

патриотизм с тем, чтобы за исторически короткое время перейти к построению коммунизма.

Именно этими наставлениями и руководствуются педагоги республики. В частности, ярким доказательством этого является девиз: «Без братской дружбы с Советским Союзом — нет ни социалистического патриотизма, ни социалистического интернационализма».

В воспитании патриотизма и социалистического интернационализма заметную роль играет курс физики.

Рассмотрим, как в школах ВНР на уроках физики осуществляется формирование социалистического патриотизма и пролетарского интернационализма.

На страницах учебников широко освещаются достижения социалистического народного хозяйства ВНР, раскрывается роль и значение экономических связей с Советским Союзом и другими странами социалистического содружества. Так, например, в материале по теме «Мощность» в учебнике для II класса [38, с. 202] приведена мощность Тисалецкой гидроэлектростанции, построенной с помощью Советского Союза. Наряду с этим приведены примеры мощности электростанций, построенных в СССР (Братской, Волжской и др.).

В содержании темы «Трансформатор», когда речь идет о передаче электрической энергии на расстояние [40, с. 216], приведены данные о единой энергетической системе «Мир», по которой ВНР получает из Советского Союза электроэнергию.

В содержании учебников широко отражено значение фундаментальных научных открытий и изобретений как отечественных, так и зарубежных ученых, особенно советских ученых, показывается их вклад в развитие разных областей физики. Так, например, освещается большой вклад одного из создателей первых генераторов Аньоша Едлика (1800—1895) [40, с. 209, 348]; Микша Дейри (1854—1938), Отто-Титуса Блатги (1860—1939), Кароля Зиперновски (1853—1942) [40, с. 212, 343] — в создание трансформатора и нескольких видов генераторов постоянного и переменного токов; Тиводара Пушкаша (1844—1894), Антала Поллака (1865—1943), Йожефа Вирага (1870—1901) [40, с. 352] — в создание одних из первых конструкций телефонной станции и осуществление телефонных передач. Справедливо определяется приоритет в соответствующих открытиях русских ученых Б. С. Якоби, Э. Х. Ленца, А. С. Попова.

Патриотическое и интернациональное воспитание проводится на примерах из жизни и научной деятельности вен-

герских ученых. Факты из жизни убеждают учащихся в том, что всех ученых, которые стоят на передовых материалистических позициях объединял смелый и творческий подход к решению научных проблем.

Воспитание патриотизма и интернационализма осуществляется и при изучении тех тем, где учебный материал связан с открытиями венгерских ученых Лео Силарда, Этвеша Лоранда, Кандо Калмана, Нейман Янош, где речь идет об ученых, награжденных Нобелевскими премиями (Вигнер Ены, Сентдьерди Альберт, Барань Роберт, Гевеша Дьердь, Габор Денеш и других).

При объяснении принципа действия реактивных двигателей в комментариях к портрету К. Э. Циолковского отмечается, что именно он «доказал, что задачи по исследованию космоса можно решать только с помощью многоступенчатых ракет» [38, с. 191]. В учебнике дается биография К. Э. Циолковского, освещается его научная деятельность [38, с. 319].

Интернациональному воспитанию учащихся способствует широкое ознакомление с достижениями советской науки, в частности, при изучении строения атома, закономерностей микромира, вопросов астрофизики, при объяснении вопроса о получении и использовании атомной энергии в мирных целях. Здесь подчеркивается выдающаяся роль И. В. Курчатова, С. П. Королева. Описано мужество и героизм советских космонавтов Ю. Гагарина, В. Терешковой, А. Леонова и др. [38, с. 202].

Программа по физике предусматривает также ознакомление учащихся с историей отечественной физики социалистического периода, популяризацию достижений физической науки благодаря тесному и плодотворному научно-техническому содружеству с Советским Союзом.

На многих страницах учебников использованы цитаты из произведений В. И. Ленина. При изучении раздела «Атомная физика» даются ссылки на гениальный труд В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм». В пособии по физике для IV класса в комментариях к портрету В. И. Ленина подчеркнуто, что В. И. Ленин (1870—1924) после Маркса и Энгельса является великим социалистическим мыслителем, последователем марксизма, основателем первого в мире социалистического государства, что ему принадлежат слова: *«Коммунизм — это есть Советская власть, плюс электрификация всей страны»* [40, с. 350].

В школах ВНР каждый год проводятся конкурсы (олимпиады) в честь одного из знаменитых отечественных физи-

ков. При этом широко освещается значение его научных открытий. Ученые-физики становятся примером для учащихся, их имена присваиваются классам, дети с интересом изучают творческую деятельность этого ученого. Причем работа организована так, что успехи этих ученых учащиеся сравнивают с успехами ученых всего мира, что также способствует воспитанию в духе патриотизма и пролетарского интернационализма.

С целью патриотического воспитания учителя физики раскрывают достижения физической науки в развитии новых областей промышленности ВНР. В частности роль достижений радиотехники и электроники в строительстве Секешфехэрварского телевизионного завода «Видеотон», выпуск продукции отечественной высококачественной электронно-вычислительной техники. Развитие ядерной физики дало возможность приступить к строительству первой в ВНР атомной электростанции в Пакше мощностью 880 МВт.

Военно-патриотическому воспитанию учащихся в значительной степени способствует освещение роли физики и ее достижений в развитии военной техники, укреплении обороноспособности Венгерской Народной Республики. При этом особенно подчеркивается совершенство военной техники Советского Союза.

3. Политехническая направленность обучения физике в школах ВНР

В основу политехнизации венгерской школы положены теоретические начала политехнического обучения, разработанные в трудах К. Маркса, Ф. Энгельса, В. И. Ленина, а также передовой опыт советской школы и советской педагогической науки.

Венгерские педагоги подчеркивают, что политехническое образование в первую очередь должно осуществляться на уроках естествознания, на которых учащиеся должны получить прочные знания основных законов природы, научиться пользоваться этими законами на практике, ознакомиться с научными основами современного производства. Политехническое образование должно дать основу, фундамент последующей профессиональной подготовки, помочь ученикам правильно выбрать будущую профессию в соответствии с социально-экономическими потребностями государства и личными интересами и склонностями.

По мнению венгерских методистов, важное значение в политехническом обучении учащихся имеют уроки физики,

факультативы, практические и лабораторные занятия, показ кино- и телефильмов с физико-техническим содержанием. Поскольку физика является экспериментальной наукой, а эксперимент является источником знаний и средством наглядности, поскольку физика является теоретическим фундаментом многих отраслей техники и производства и широко применяется в человеческой деятельности, ей принадлежит ведущая роль в реализации политехнического принципа преподавания.

Министр просвещения СССР М. А. Прокофьев утверждает, что «курс физики дает блестящие примеры выхода в практику. Не далеки от истины те, кто утверждает, что современная физика — основа техники. Можно по справедливости утверждать, что нельзя считать молодого человека политехнически образованным, если у него нет глубоких познаний основ физики» [18, с. 27].

Для того чтобы реализовать политехнический принцип преподавания, учителя физики должны на уроках более полно отражать главные отрасли современного производства, органически связанные с изучаемым материалом, при этом использовать рациональную методику изучения этого материала, которая способствует глубокому усвоению физики без перегрузки учащихся.

В VI—VIII классах основной целью политехнического обучения является: привить интерес и любовь к физической науке и к тем областям техники, где ее использование наиболее наглядно. Так, например, при изучении темы «Механическое движение» венгерские учителя широко знакомят учащихся с работой сельскохозяйственных машин.

Для реализации политехнического принципа преподавания на уроках физики ученики решают задачи с технико-производственными данными. Например, когда изучаются темы «Движение и силы», «Понятие энергии», «Работа и мощность», они составляют задачи, используя значения мощности и скорости современных транспортных и сельскохозяйственных машин.

При изучении элементов статики в VII классе учащимся рассказывают о принципах действия многих строительных механизмов: кронштейна, подъемного крана, наклонной плоскости. Рассмотрение принципа действия широко применяемых в промышленном производстве и сельском хозяйстве механизмов (центрифуга, насосы, сепараторы и др.) представляет собой богатый политехнический материал.

Изучая в I классе гимназии молекулярную физику, учащиеся знакомятся с физическими основами термодинамики,

связанными со свойствами твердых, жидких и газообразных тел. При изучении в IV классе термодинамики, рассматривается принцип действия тепловых двигателей и пути повышения их КПД. С этой целью анализируют пути повышения КПД паровой турбины.

В III классе гимназии при изучении электрического тока в различных средах рассматриваются физические основы электроники. На базе электроники быстро развиваются радиотехника, автоматика, электротехника и т. д. Бурное развитие этих отраслей и определяет важность изучения электрического тока в различных средах для политехнического образования учащихся.

Для того чтобы активизировать практическую и познавательную деятельность школьников и их профориентацию, венгерские учителя после изучения разделов курса физики практикуют проведение учебных конференций. На этих конференциях выступают специалисты, работающие в соответствующей области производства. Все выступления сопровождаются показом фотографий и рисунков, демонстрируются кинофильмы. Заключительная часть этих уроков превращается в диспут, в своеобразную защиту профессии.

После изучения каждого раздела физики, учащиеся пишут рефераты, в которых должны описать профессии, связанные с использованием изученных физических законов.

Как один из путей осуществления политехнического обучения широко практикуются учебные экскурсии на производство, объекты для которых выбирают согласно с учебными программами. Проведению экскурсии предшествует вступительное слово учителя, в котором внимание школьников сосредоточивается на том, на сколько важна определенная профессия, где можно ее получить и как используются естественно-научные знания на данном предприятии. Во время этих экскурсий учащиеся знакомятся с разными видами трудовой деятельности, что помогает им правильнее понять и выбрать будущую профессию. При этом подчеркивается, что нужно учитывать не только свои собственные интересы, но и государственные потребности.

В венгерских школах важное место в профориентации учащихся занимают также факультативы. Организация факультативных занятий с углубленным теоретическим и практическим изучением физики создает оптимальные возможности для успешной реализации на практике принципа индивидуализации обучения.

На факультативных занятиях можно полнее отразить современные достижения науки и техники, учесть особенности производственного окружения школы. Цель факультативных занятий — органическое объединение как личных, так и общественных интересов в деле обучения и воспитания учащихся.

Факультативные занятия по физике дифференцированы. Тот, кто стремится подготовить себя к дальнейшему повышению образования, изучает факультатив, который необходим для поступления в вуз, другие же изучают те факультативные курсы, которые должны обеспечить им широкую профессиональную подготовку, например, автодело, лаборантское дело, электроника и др. Всего рекомендовано свыше 30 факультативных курсов.

В гимназиях с факультативным изучением физики выпускники получают более глубокую подготовку по избранной специальности, а это дает им возможность в случае не поступления в вуз найти для себя место в народном хозяйстве.

Министерство просвещения ВНР в новом учебном плане 1978 г. предусмотрело систему факультативного изучения предметов, обязательную для всех гимназий, при этом на изучение факультативных курсов отведено во II классе гимназии — 2 часа в неделю, в III — 7, а в IV — минимум 9 часов¹.

Следует отметить, что после окончания гимназии выпускники могут поступить в вузы независимо от того, какие факультативные курсы они изучали. Согласно учебному плану факультативы вводятся со второго класса гимназии. Здесь изучается обязательный и единственный для всех учеников ориентировочный курс «Узнай себя — избери профессию».

Факультативы углубленной общеобразовательной подготовки проводятся в нескольких вариантах, но наиболее распространены среди естественного цикла такие, как указано в табл. 6. Кроме этого, свыше 33-часовой еженедельной нагрузки предусмотрено еще два часа² факультативных занятий по желанию учеников.

Следует подчеркнуть, что при избрании факультатива по профориентации, на которые выделяется 7—9 еженедельных часов, 3 часа из них отводится на изучение иностранного языка. Вот почему в учебном плане³ для III—IV клас-

¹ См. табл. 5.

² См. табл. 5.

³ См. там же.

Таблица 6

Вариант	Предметы	Количество часов в классах		Всего
		III	IV	
1	Математика	2	3	5
	Физика	2	3	5
	Иностранный язык	3	3	6
2	Математика	2	3	5
	Химия	2	3	5
	Иностранный язык	3	3	6
3	Физика	2	3	5
	Биология	2	3	5
	Иностранный язык	3	3	6

са отдельно не предусмотрены часы для его изучения. При этом надо отметить, что факультативное изучение иностранного языка сводится в первую очередь к переводу текстов на темы избранного факультатива.

Несмотря на то, что в современной венгерской школе наметилась тенденция к сокращению количества часов на изучение отдельных предметов, в том числе и физики, это отнюдь не говорит о том, что уровень подготовки учеников по основам наук снижается, поскольку это сокращение компенсируется более глубоким изучением этих предметов в системе обязательных факультативов.

Особое внимание при факультативном изучении физики уделяется физическому эксперименту, лабораторным работам.

В журнале «Педагогический обзор» — центральном органе Министерства образования ВНР — систематически дается информация о выполнении постановлений Венгерской социалистической рабочей партии по вопросам развития политехнического обучения, постоянно обращается внимание на то, что школьные учебно-воспитательные заведения страны обязаны особое внимание уделять подготовке молодого поколения к трудовой жизни. Об этом же говорится и в Конституции Венгерской Народной Республики.

Несомненно, всестороннему развитию кругозора учащихся в современном социалистическом обществе может способствовать только единство воспитания, обучения и труда.

Глава III.

МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ

НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ ШКОЛЬНОГО КУРСА ФИЗИКИ В ВНР

1. Методика преподавания и структура учебников

Об учебниках для восьмилетней школы. В школах Венгерской Народной Республики физике уделяется большое внимание, что подтверждается повышением научного уровня содержания школьного курса физики, совершенствованием методов обучения. Об этом свидетельствует и постановление Пленума ЦК ВСРП 1972 г., согласно которому Министерство просвещения и Венгерское педагогическое общество объявили конкурс на подготовку новых учебников для VI—VIII классов по новым программам. Победителями этого конкурса оказались ученые научно-исследовательской лаборатории Сегедского педагогического института: Кевежди П., Бор П., Галас Т., Ковач Л., Мишколци Й., Санто Л.

Согласно новой программе перед авторами учебников была поставлена сложная задача — сократить объем учебного материала для каждого класса и повысить теоретический уровень изучаемого материала введением новых тем познавательного значения, не допуская при этом перегрузки учащихся. Необходимо было создать такие учебники, которые в большей мере, чем действовавшие в то время, способствовали бы развитию творческого мышления учащихся и формированию у них основ научного мировоззрения.

При написании новых учебников авторы руководствовались следующими идеями и целями, выдвинутыми учеными отдела естественных наук Венгерской Академии наук:

- 1) поднять интерес к природе, единой по своей материальности, и к естественным наукам ее изучающим;
- 2) ознакомить с методами естественного познания мира;
- 3) объяснить общие принципы, описывающие движение материи;
- 4) способствовать познанию мира на основании общих законов природы;

5) расширить кругозор и сформировать диалектико-материалистическое мировоззрение учащихся, дать им представление о физической картине мира.

Поскольку эффективно усвоить учебный материал можно только при условии активной деятельности обучаемых, то в новой программе по физике подчеркивается необходимость обратить особое внимание на мотивацию и стимулирование самостоятельного добывания новых знаний. Исходя из этого, при написании учебников авторы стремились добиться высокого уровня самостоятельной работы учащихся; не давать готовых сведений, а приучить учащихся добывать их самостоятельно; не сообщать в готовом виде тот материал, который учащиеся могут самостоятельно найти и изучить.

В учебниках физики выделены три стержневые идеи — о взаимосвязях, об атомном строении вещества и об энергии как универсальной характеристике состояния материальных объектов.

При написании и разработке курса физики учитывалось: отражение современных достижений физической науки; преемственности изучаемого курса; совершенствование последовательности и повышение идейного содержания.

В новых учебниках физики намного больше, чем в предыдущих, приводится опытов. При объяснении теоретических положений и проверке выводов используется физический эксперимент. Следует отметить, что в новых учебниках физики прослеживается определенная тенденция к расширению экспериментальной основы изучения физики, но без ущерба математической строгости.

Авторы предприняли попытки построить учебный предмет, исходя из концепции, определяемой внутренними взаимоотношениями между целями и задачами образования и воспитания и учебным материалом.

Переход на новое содержание обучения физике начался с 1978/79 учебного года, когда шестиклассники стали изучать физику по новому учебнику. 1 сентября 1979 г. был введен в действие новый учебник физики для VII класса, а 1 сентября 1980 г. по новому учебнику стали заниматься и восьмиклассники.

Учебник VI класса содержит три главы: «Взаимодействие, сила, движение», «Энергия, работа и теплота», «Тепловые явления».

В учебнике VII класса тоже три главы — «Электрический ток», «Равновесие в жидкостях и газах», «Простые механизмы и двигатели».

Учебник VIII класса содержит четыре главы — «Движение тел», «Световые явления», «Действие электрического тока. Индукция», «Обобщение пройденного материала».

Преподавание физики начинается формированием понятия взаимодействия. Основные сведения о взаимодействиях учащиеся получают в VI классе на первых шести уроках (1. Перемещение. 2. Изменение температуры тела. 3. Магнитное взаимодействие. 4. Электрическое взаимодействие. 5. Гравитационное взаимодействие. 6. Результаты нескольких взаимодействий). В старых учебниках эти темы описывались в различных разделах учебников для различных классов. В новом учебнике VI класса эти темы сгруппированы, ибо цель новой программы — понимание общих принципов, формирующих мировоззрение, мышление учащихся и применение знаний на практике, а не знание частных случаев. Эти шесть тем своим содержанием призваны обосновать понятие взаимодействия, но окончательного определения взаимодействия не получают даже учащиеся VIII класса. Авторы считают, что понятие «взаимодействие» имеет важнейшее значение для раскрытия сущности физических явлений, установления взаимных связей материальных объектов и явлений. В дальнейшем оно используется часто, и не только при изучении физики, но и в процессе преподавания других предметов.

На протяжении всего курса физики подчеркивается, что взаимодействие всегда обусловлено непосредственным контактом материальных объектов; что всегда и во всех видах взаимодействий участвуют не менее двух материальных объектов. Ученики узнают, что при взаимодействии изменяются состояния обоих объектов: либо двух физических тел, либо физического тела и поля.

Практика показала, что такой подход к изучению физики соответствует возрастным особенностям учащихся, потому что развивает мышление, дает познания, основанные на конкретных впечатлениях. Даже самые слабые учащиеся начинают анализ явлений определением взаимодействующих тел. Взаимодействие особенно важно и с научной точки зрения, так как является основой для осознания законов сохранения. Без познания и осознанного применения законов сохранения нельзя успешно проводить исследования в современной физике. Понятие взаимодействия способствует формированию научного мировоззрения учащихся, его нельзя последовательно применять без применения понятия поля. Взаимодействие, обусловленное непосредственным контактом материальных объектов, и служит основанием

для формирования в VI классе представлений о магнитном, электрическом и гравитационном полях. Поэтому учащиеся уже в VI классе — на основе эксперимента — наряду с корпускулярным строением материи знакомятся и с материальностью физических полей. Вначале учащиеся, конечно, узнают о поле только то, что оно существует, взаимодействует с телом или полем и при взаимодействии изменяется.

В новых учебниках авторы большое внимание уделяют последовательному формированию правильных понятий, раскрытию качественных и количественных свойств предметов, явлений и т. п. Время отведенное на формирование нового понятия, зависит от важности и сложности этого понятия и от того, насколько глубоко нужно его усвоить. При формировании новых понятий последовательно рассматривают тело, его свойства и величину, характеризующую свойство.

Авторы старались модернизировать содержание курса физики концентрацией в учебниках определенного количества понятий, считая, что вооружение учащихся большим количеством фактов не всегда помогает эффективно усвоить учебный материал. Поэтому количество изучаемых понятий сведено до минимума, что улучшает качество знаний, их систематизацию, связь с жизнью, с практикой. В VI—VIII классах теперь не рассматриваются понятия «удельный вес», «центр тяжести», вопрос сложения и разложения сил и др. Некоторые сведения сообщаются как дополнительный материал, например, о насосах, наклонной плоскости, микроскопе, телефоне, а следовательно, высвобождается время для основного изучения важнейших понятий и законов физики.

Методисты ВНР придают большое значение повторению и обобщению. В анализируемых учебниках обобщается материал каждой главы, где систематизируется учебный материал, даются выводы, которые вооружают учащихся единым подходом к пониманию и раскрытию сущности отдельных групп явлений.

В параграфы учебников в достаточном количестве включены вопросы для анализа изучаемых понятий и самоконтроля.

Если в старых венгерских учебниках часто допускались привычные ошибочные выражения, например, «тело принимает тепло» или «отдает тепло», «под действием силы», «превращение массы в энергию» [24, с. 21], которые осложняли понимание сущности явления, препятствовали логи-

ческому мышлению, то в новых учебниках подобных ошибок нет.

Венгерские физики считают, что многие физические понятия во всех школах мира преподаются неточно [24, с. 46]. Например, на вопрос «что такое энергия?» большинство отвечают: «Энергия — это способность тела совершать механическую работу». В некоторых случаях энергию определяют как меру способности выполнять работу. Многие ограничиваются тем, что энергия есть функция состояния. Более обоснованно было бы определять энергию, как способность тела нагревать или излучать [24, с. 47].

Недостаток определения энергии как способности выполнять работу состоит в том, что химики и биологи с трудом могут применять такое определение [24, с. 47].

В новых венгерских учебниках нет утверждения, что «энергия — это способность тела совершать механическую работу».

В параграфе «Способность тел нагревать другие тела» с помощью большого количества примеров делается заключение, что физические тела в определенном состоянии, взаимодействуя с другими телами, могут вызвать нагревание последних. В следующем параграфе «Энергия» подчеркивается, что способность тел вызывать нагревание других тел может быть охарактеризована новой физической величиной — энергией. Устанавливается, что энергию тела, могут увеличивать и другие действия, например, увеличение скорости движения, изменение агрегатного состояния вещества. Говорится и о том, что увеличение энергии одного тела всегда связано с уменьшением энергии другого, взаимодействующего с первым. Энергия определяется как величина, которая характеризует одно из свойств материи — способность изменяться и взаимодействовать. Здесь тоже говорится о трех логически связанных ступенях: тело, или поле как объективная реальность, одно из его свойств — способность взаимодействовать и энергия как величина характеризующая это взаимодействие [24, с. 47].

В новых венгерских учебниках раньше, чем в наших, дается понятие энергии, а потом вводится понятие работы как частный случай. Изменение энергии называется работой, математическая запись такая: $A = \Delta E = Fs$.

Отметим, что в анализируемых учебниках физики не вводится понятие потенциальной энергии, а введено понятие энергии взаимодействия [24, с. 48]. Считается, что обычное понятие потенциальной энергии не представляет трудностей, пока имеем дело с телами пренебрежимо малых

размеров по сравнению с Землей. Нельзя говорить о потенциальной энергии той или иной частицы в микромире, а также в соизмеримых телах.

В Венгрии до 1978 г. программы и учебники по разным предметам составляли независимо друг от друга, хотя идея координации предметов известна давно. Каждый учебник следовал только своей логике. Например, по старой программе на уроках биологии понятие энергии изучали уже в VI классе, а по физике — лишь в VII классе. По химии понятие электрического заряда ионов применялось в VII классе, а по физике — только в VIII.

В новых учебниках физики, химии, биологии, не нарушая системности обучения естественно-научных предметов, обеспечены органические межпредметные связи, использована единая и соответствующая современной науке терминология, единая интерпретация изучаемых понятий.

Как считают венгерские дидакты, согласовать учебный материал по содержанию гораздо труднее, чем по времени. В этом направлении венгерская реформа сделала только первый шаг.

Ни одна форма обучения не возможна без активного участия учащихся. С точки зрения сознательного усвоения материала очень важно, чтобы учащиеся сами проводили эксперименты и сами делали выводы. Это удалось осуществить авторам венгерских учебников для VI—VIII классов, получившим название «рабочих учебников», где новые понятия, новые знания учащихся получают на основе своих наблюдений, экспериментов, демонстрационных опытов и экспериментов, с помощью анализа известных им физических явлений, умозаключений. Естественно, что в VI классе, особенно в начальный период, учащимся следует оказать конкретную помощь в проведении опытов. Однако в дальнейшем от учащихся требуется все большей самостоятельности. Каждый ученик на основе указаний рабочего учебника самостоятельно анализирует результаты групповых (3—4 ученика) экспериментов. Авторы новых учебников придают важное значение общему обсуждению проведенной работы, проверке достоверности полученных результатов, исправлению возможных ошибок. К общим закономерностям учащиеся приходят совместным трудом, которым руководит учитель.

Авторы постарались сделать рабочие учебники интересными и привлекательными как с точки зрения выбора форм подачи учебного материала, так и с точки зрения оформления.

Большинство страниц рабочих учебников разделено на две части. В левой части дан теоретический материал, излагаются научные факты и сведения, обобщающие выводы. В этой же части, как правило, в каждом параграфе дается 4—6 заметок типа: «Подумай и ответь!», «Проверяй свои знания!», «Вычисли!». В правой части создается проблемная ситуация, описаны эксперименты и демонстрации; даются задачи на измерение и вычисление, рисунки, фотографии, графики (VI кл. — 250; VII кл. — 263; VIII кл. — 362), отведено место для выводов формул, решения задач, повторения графиков. Здесь же напечатано 100—120 различных заданий на каждый год обучения, рассчитанных на обязательное выполнение их всеми учащимися на уроках.

Весь учебный материал делится тоже на две части: основную и дополнительную, которые напечатаны различным шрифтом. Учебники красочно оформлены, они объединяют преимущества традиционного учебника, рабочей тетради, тетради по лабораторным работам. Рабочие учебники делают едиными и неразрывными процесс приобретения учащимися новых знаний, их закрепление, систематизацию и формы применения.

Об учебниках для гимназии. Учебники физики для II — IV классов гимназии содержат такие главы:

II кл а с с. I. Физические величины. II. Сила как физическая величина. III. Статика твердого тела. IV. Элементы кинематики и динамики. V. Импульс, энергия. VI. Элементы механики жидкостей и газов.

III кл а с с. I. Упругость твердого тела. II. Периодическое движение. III. Оптика. IV. Теплота.

IV кл а с с. I. Электричество. II. Электрический ток в металлах. III. Электрический ток в жидкостях. IV. Электрический ток в газах. V. Электрический ток в вакууме. VI. Основные явления электромагнетизма. VII. Переменный ток. VIII. Электрические машины. IX. Электромагнитные колебания и волны. X. Элементы атомной физики. XI. Элементы астрофизики.

Физика в II—IV классах гимназии изучается еще по старым программам. Учебники по своей структуре, трактовке ряда понятий, истолкованию законов отличаются от учебников советской школы.

Изложение материала по каждой теме начинается с наводящих вопросов, повторения изученного. Далее описываются опыты, проводятся демонстрации и лишь после этого сообщается новое, даются выводы. Заканчивается изложение дополнительной информацией, уточняющей некоторые

положения, чаще всего для этого даются тексты замечаний и предупреждений, например: а) электрический ток может быть опасен для жизни человека! Опасность зависит от силы тока. Если электрическая цепь замкнута через тело человека, сила тока определяется напряжением и сопротивлением тела человека. Сила тока 0,05—0,5 А опаснее всего. Если при электрическом ударе тяжелых ожогов нет, тогда ритм сердца можно восстановить искусственным дыханием [40, с. 52]; б) вольтметр к потребителю можно подключать только параллельно [40, с. 67].

В учебники введены так называемые тексты для самостоятельного чтения, углубленного изучения курса физики. В них описаны достижения и перспективы развития отдельных отраслей науки и техники; отражены экскурсы в прошлое (справки из истории физики, сведения об ученых физиках, исторические задачи, исторические опыты); приводятся примеры использования отдельных физических закономерностей в жизни человека и т. д.

Почти после каждой темы и после каждого параграфа приводятся вопросы для самоконтроля, которые охватывают содержание данного параграфа. По ним ученики самостоятельно могут проверить усвоение ими материала.

Важнейшей особенностью учебников физики для гимназий является определенная систематизация понятий, изучаемых разделов в соответствии с учебной программой на основе дидактических принципов научности и доступности обучения, приближения его содержания к жизни и практике социалистического строительства. После каждой главы в учебниках даются обобщения. К примеру приведем табл. 7, обобщающую газовые законы [43, с. 65].

В конце каждого параграфа приводятся качественные и вычислительные задачи. В учебниках помещены важные в методическом отношении анализы решенных задач, предусмотрены задания для самостоятельного проведения и анализа выполненного эксперимента. Здесь же часто приводятся таблицы для записи данных измерений, на основе которых ученики должны сделать соответствующие выводы. В учебниках даны экспериментальные вопросы и задачи для домашнего задания, приведены для самостоятельного анализа таблицы, схемы, рисунки. Например, сравнения между свободным падением и равнопеременным движением без начальной скорости, сравнение явлений преломления механических и световых волн, сравнение преимуществ и недостатков полупроводниковых приборов и вакуумных электронных ламп.

Таблица 7

Процессы	Внутренняя энергия	Выполняемая работа	Количество теплоты	Первый закон термодинамики	Уравнение состояния
Изотермический	$\Delta U = 0$	$W \geq 0$	$Q \leq 0$	$Q = -W$	$pV = \text{const}$ ($T = \text{const}$)
Изохорный	$\Delta U \geq 0$	$W = 0$	$Q \geq 0$	$\Delta U = Q$	$\frac{p}{T} = \text{const}$ ($V = \text{const}$)
Изобарный	$\Delta U \geq 0$	$W \leq 0$	$Q \geq 0$	$Q = \Delta U - W$	$\frac{V}{T} = \text{const}$ ($p = \text{const}$)
Адиабатный	$\Delta U \geq 0$	$W \geq 0$	$Q = 0$	$\Delta U = W$	$pV^\gamma = \text{const}$

Таблица 8

Поступательное движение		Вращательное движение	
Путь	s	Угол	α
Скорость $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$		Угловая скорость $\omega = \frac{\Delta \alpha}{\Delta t}$	
Ускорение $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$		Угловое ускорение $\beta = \frac{\Delta \omega}{\Delta t}$	
Масса	Σm_i	Момент инерции $\Theta = \Sigma M_i l_i^2$	
Сила	$F = ma$	Вращательный момент $M = \Theta \beta$	
Работа	$W = Fs$	Работа $W = M \alpha$	
Кинетическая энергия	$E_k = \frac{1}{2} mv^2$	Энергия вращающегося тела $E_v = \frac{1}{2} \Theta \omega^2$	

Для примера в табл. 8 из учебника «Физика — III» покажем сравнение величин и формул, характеризующих поступательное и вращательное движения [39, с. 53].

Новые понятия физических величин в учебниках вводятся, как правило, после установления постоянства отноше-

ния ранее известных физических величин¹. Например, $\frac{s}{t} = \text{const}$, что и положено в основу определения понятия скорости. Или $\frac{s}{t^2} = \text{const}$, $\frac{F}{a} = \text{const}$, $\frac{M}{\beta} = \text{const}$; $\frac{F}{Q} = \text{const}$; $\frac{W_{AB}}{Q} = \text{const}$; $\frac{Q}{U} = \text{const}$; $\frac{M}{IS} = \text{const}$; $\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \text{const}$ и т. д. [38, 46, 47].

Покажем, например, как устанавливается соотношение $s = kt^2$ [38, с. 136]:

а) проводится эксперимент, результаты которого записывают в таблицу;

б) после обработки результатов устанавливают функциональную зависимость $s \sim t^2$, на основании которой доказывается постоянство отношений $\frac{s}{t^2} = \text{const}$;

в) на основе данных таблицы строят график пути равнопеременного движения и проверяют соотношение $s = kt^2$;

г) постоянство отношения $\frac{s}{t^2}$ проверяют и вычислением;

д) делают вывод и дают определение: путь пропорционален квадрату времени.

Вывод формул дается по следующей схеме: выбираются физические величины, входящие в формулу; проводится

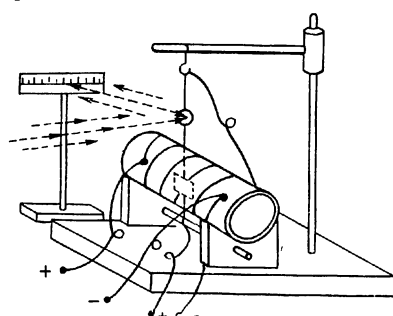


Рис. 1

эксперимент и на основе результатов физического эксперимента устанавливаются функциональные зависимости между физическими величинами, которые обосновываются не только простыми математическими доказательствами, но и графической, векторной интерпретацией результатов.

Для примера покажем

¹ Во всех анализируемых учебниках векторные обозначения физических величин в формулах не употребляются.

экспериментальный вывод формулы (рис. 1) для вычисления магнитной индукции поля соленоида [40, с. 142]:

а) выбираются физические величины: B — магнитная индукция, I — сила тока в соленоиде, l — длина соленоида, N — количество витков соленоида; μ — магнитная постоянная; S — площадь сечения;

б) проводится эксперимент, устанавливается функциональная зависимость между выбранными физическими величинами, если:

1) N , l , S постоянные и I переменная, тогда $B \sim I$;

2) I , l , S постоянные и N переменная, тогда $B \sim N$;

3) I , S , N постоянные и l переменная, тогда $B \sim \frac{1}{l}$;

4) I , N , l постоянные и S переменная, тогда B независимо от S ;

в) объединяются эти зависимости в одну формулу — формулу магнитной индукции поля соленоида: $B \sim \frac{IN}{l}$, то есть $B = \mu_0 \frac{IN}{l}$.

Графический метод используется при выводе второго закона Ньютона [38, с. 153], центростремительного ускорения [42, с. 57] и т. д. Эти выводы см. в § 7 и 11 гл. III.

Венгерские методисты считают, что для того, чтобы доказать правильность экспериментальных выводов формул, их нужно выводить и сугубо математически. Такой подход обязателен для начала второй ступени. Например, формулы для мгновенной скорости и пути равнопеременного движения выводятся двумя способами [41, с. 83, 84] и т. п.

В венгерских учебниках много внимания уделяется использованию графиков и векторных диаграмм. Так, например:

а) график зависимости между расстоянием предмета и изображения от оптического центра сферического зеркала и линз;

б) график зависимости между потенциальной энергией и смещением материальной точки в колебательном движении;

в) график зависимости между индуктивным сопротивлением, емкостным сопротивлением и частотой переменного тока;

г) график зависимости между силой, массой, радиусом вращения и угловой скоростью.

В учебниках дается энергетическая трактовка некоторых понятий и на основе закона сохранения энергии выводятся формулы.

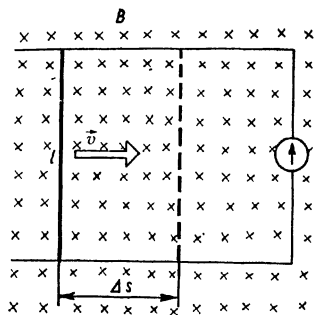


Рис. 2

Покажем, как в учебнике «Физика — IV» при выводе формулы $U = Bvl$ применяется закон сохранения энергии [40, с. 160].

Для вывода этой формулы приводится следующее рассуждение: если проводник длиной l движется в постоянном магнитном поле (рис. 2) с индукцией B со скоростью v на протяжении времени Δt , тогда возникающее напряжение U в проводнике создает силу тока I . При условии взаимной перпендикулярности векторов B , v и проводника l электрическую работу можно выразить формулой $W_a = IU\Delta t$.

Когда проводник перемещается на этом же пути Δs за время Δt , выполняемая механическая работа выражается такой формулой: $W_m = F\Delta s$. Сила, необходимая для движения проводника, равна силе, действующей на проводник с током в магнитном поле $F = BIl$. Подставляя формулу механической работы в предыдущую формулу, получим $W_m = BIl\Delta s$.

Согласно закону сохранения энергии эти работы W_a и W_m равны, то есть $UI\Delta t = BIl\Delta s$. Отсюда $U = Bl \frac{\Delta s}{\Delta t}$ или

$$U = Bvl.$$

Подчеркнем, что в школьных курсах физики наблюдается усиление связи теории и опыта. При объяснении теоретических положений авторы учебников опираются на опыты, а для того, чтобы проверить выводы, используют физические эксперименты. В учебниках прослеживается определенная тенденция к усилению экспериментальной основы изучения, но без ущерба математической строгости и обоснованности выводов.

С нашей точки зрения, в учебниках методически правильно подобраны опыты, которые, как правило, демонстрируются с помощью простых приборов и моделей. Так, например, опыт по определению частоты переменного тока с крахмалом и йодистым калием [40, с. 178]; опыт с прибором Паркани для определения ускорения свободного падения; опыт с каплями для той же цели [38, с. 149, 150]; опыт для демонстрации явления резонанса напряжения в цепи переменного тока [40, с. 191]; опыт для выяв-

Таблица 9

Название учебников	«Физика- II»	«Физика- III»	«Физика- IV»
Объем в страницах	326	304	360
Количество рисунков	223	231	314

ления переменного напряжения и тока в цепи [40, с. 169] и т. д. Все эти опыты описаны далее.

О структуре учебников для II, III, IV классов гимназий (второй ступени) в некоторой степени можно судить по табл. 9.

2. Демонстрация равномерного прямолинейного движения и определение его скорости

Для демонстрации прямолинейного движения венгерские методисты используют обыкновенный проигрыватель. Тележку, способную перемещаться по бруску, высота которого подбирается такой, чтобы нить, намотанная на ось диска проигрывателя, соединенного с тележкой, находилась в горизонтальном положении, размещают на отдаленном от проигрывателя конце бруска, отмечают мелом ее начальное положение и положение метки диска. Включив проигрыватель, наблюдают перемещение тележки и фиксируют ее новое положение после определенного количества оборотов диска, принимая время одного оборота за единицу времени движения тележки.

Опыт проверяют для нескольких значений количества оборотов, каждый раз измеряя расстояние, пройденное тележкой. По данным, записанным в таблицу, учащиеся вычисляют значение скорости движения тележки.

Чтобы учащиеся убедились, что движение тележки равномерное, проводят такой эксперимент: к другому концу тележки прикрепляют бумажную ленту, перемещающуюся под воронкой капельницы. Измеряя расстояния между метками капельницы на бумажной ленте, убеждаются в том, что они одинаковы.

3. Доказательство постоянства ускорения равноускоренного движения

Постоянство ускорения при равноускоренном движении математически доказывают так [48, с. 73].

Сначала доказывают пропорциональность между вре-

менем и мгновенной скоростью, исходя из уравнения равноускоренного движения $s = kt^2$.

За время $t + \Delta t$ тело проходит путь $s = k(t + \Delta t)^2$, а за время Δt путь $\Delta s = s_1 - s = k(t + \Delta t)^2 - kt^2 = kt^2 + 2kt\Delta t + k(\Delta t)^2 - kt^2 = 2kt \cdot \Delta t + k(\Delta t)^2$, тогда:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2kt \cdot \Delta t + k(\Delta t)^2}{\Delta t} = 2kt + k \cdot \Delta t.$$

Скорость действительно будет мгновенной, если $\Delta t \rightarrow 0$; в этом случае $v = 2kt$, то есть мгновенная скорость пропорциональна времени.

Исходя из определения понятия ускорения и учитывая, что $v_1 = 2kt_1$, а $v_2 = 2kt_2$ получим: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{2kt_2 - 2kt_1}{t_2 - t_1} = 2k$, то есть ускорение равноускоренного движения есть величина постоянная.

Исходя из этого, $k = \frac{a}{2}$. Таким образом, $s = \frac{a}{2} t^2$ и $v = at$.

4. Вывод формулы пути равноускоренного движения

Рассмотрим один из примеров вычисления пути равноускоренного движения, изложенный в учебнике II класса гимназии. Как известно, для расчета пути при равноускоренном движении вычисляют площадь фигуры, образованной графиком скорости, или пользуются выражением для средней скорости. Конечно, известен и экспериментальный способ. Первый из названных способов сопряжен с трудностями, ибо аналогия с графиком равномерного движения недостаточно убедительна. Второй также имеет методические недостатки. Предлагаемый венгерскими методистами [41, с. 83] прием вычисления пути вытекает непосредственно из иллюстрации равнопеременного движения.

После экспериментального доказательства пропорциональности пути квадрату времени движения и равенства пути, пройденного за первую секунду, половине ускорения дается такой вывод.

Пусть за время t_0 тело проходит путь $s_0 = \frac{a}{2} t_0^2$, а за

время t_1 — путь $s_1 = \frac{a}{2} t_1^2$. Путь, пройденный телом за время $t = t_1 - t_0$, будет $s = s_1 - s_0 = \frac{a}{2} (t_1^2 - t_0^2)$. Выражение, стоящее в скобках, преобразуем следующим образом: $t_1^2 - t_0^2 = (t_1 + t_0) (t_1 - t_0) = (t_1 + t_0) t = (t_1 + 2t_0 - t_0) t = (2t_0 + t) t$.

$$\text{Тогда } s = \frac{a}{2} (2t_0 + t) t = at_0 t + \frac{a}{2} t^2.$$

Поскольку $at_0 = v_0$, следовательно $s = v_0 t + \frac{a}{2} t^2$.

5. Вывод формулы мгновенной скорости

Венгерские дидакты считают, что в начале изучения курса физики на второй ступени целесообразно дать выводы нескольких физических величин из математических рассуждений параллельно с экспериментальными выводами. Это убеждает учащихся в том, что между теорией и экспериментом, как методами познания, существует динамическая связь.

При введении понятия мгновенной скорости указывают учащимся, что экспериментальное определение $v_{\text{мгн}}$ измерением участка пути ΔS , пройденного телом за время t , весьма приближенное и изменяется при изменении Δt .

В учебнике физики для II класса гимназии [41, с. 84] параллельно дается вывод формулы мгновенной скорости математически, на основании уравнения пути равнопеременного движения. За время $t + \Delta t$ пройден путь $s_{t+\Delta t} = v_0(t + \Delta t) + \frac{a}{2} (t + \Delta t)^2$, а путь, пройденный за время

$$\begin{aligned} t: s_t &= v_0 t + \frac{a}{2} t^2. \text{ За время } \Delta t \text{ пройден путь: } \Delta s = s_{t+\Delta t} - \\ &- s_t = [v_0(t + \Delta t) + \frac{a}{2} (t + \Delta t)^2] - (v_0 t + \frac{a}{2} t^2) = v_0 t + \\ &+ v_0 \Delta t + \frac{a}{2} (t^2 + 2\Delta t \cdot t + \Delta t^2) - v_0 t - \frac{a}{2} t^2 = v_0 \Delta t + \frac{a}{2} t^2 + \\ &+ a \cdot t \Delta t + \frac{a}{2} (\Delta t)^2 - \frac{a}{2} t^2 = v_0 \Delta t + a \cdot \Delta t \cdot t + \frac{a}{2} (\Delta t)^2. \end{aligned}$$

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{v_0 \cdot \Delta t + at \cdot \Delta t + \frac{a}{2} (\Delta t)^2}{\Delta t} = v_0 + at + \frac{a}{2} \Delta t,$$

если $\Delta t \rightarrow 0$, тогда $v = v_0 + at$, что дает возможность рассчитать значение мгновенной скорости в данный момент времени t . Если $t=0$, тогда выражение для v дает начальную скорость движения.

6. Определение ускорения свободного падения тела

Как один из случаев равноускоренного движения венгерские методисты рассматривают свободное падение тел, чтобы доказать постоянство ускорения свободного падения [38, с. 149]. Используя прибор Паркани (рис. 3), секундомер или наручные часы с секундной стрелкой, определяют время падения 10—20 шариков при известной высоте падения.

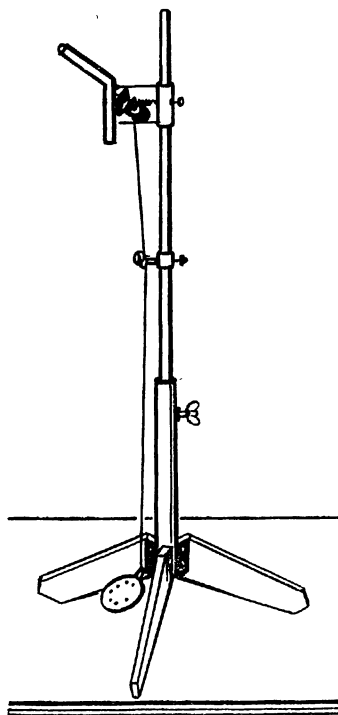


Рис. 3

Для повышения точности измерений определяется время падения 20—30 шариков и вычислением определяется время падения одного, то есть $T = \frac{t}{n}$, где t — суммарное время падения n шариков.

По своей простоте, наглядности и точности интересным является метод падающих капель (рис. 4). Этот простой метод можно использовать для лабораторной работы в VIII классе при определении ускорения свободного падения. Остановимся кратко на описании этого эксперимента.

Используется пипетка с краном [38, с. 150], наполненная водой, секундомер и масштабная линейка.

При помощи крана на пипетке надо отрегулировать образование капли воды так, чтобы каждая следующая кап-

ля начала свое движение тогда, когда предыдущая заканчивает свое падение.

Измерить расстояние от пипетки до места падения капли (h).

Измерить время падения 20—30 капель воды (t_1).

Определить время падения одной капли воды $t = \frac{t_1}{n}$, где n — число капель.

Измерение величин повторить несколько раз и полученные данные записать в таблицу. По средним значениям этих величин определяется ускорение свободного падения.

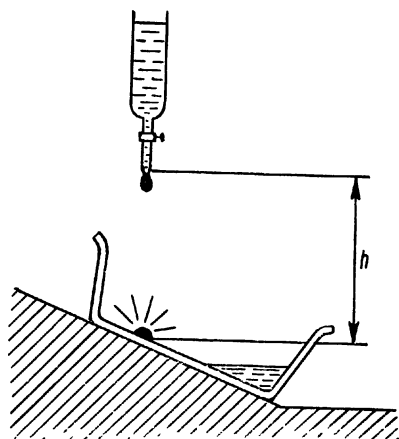


Рис. 4

7. Экспериментальный вывод формулы центростремительного ускорения

Рассматривая кинематику и динамику движения тела по окружности, венгерские методисты выводят формулу центростремительного ускорения на основе таких опытов. Рисуют окружность [42, с. 51] и расставляют на равных расстояниях по касательным деревянные бруски. Бросая шарик (рис. 5), определяют направление его движения — траекторию, являющуюся сторонами равностороннего многоугольника. Увеличивая количество брусков по касательным легко убедить учащихся в том, что перемещение шарика все больше приближается к движению по окружности, чего добиваются, заменяя бруски обручем [42, с. 52] (рис. 6). Сначала опыт повторяют, сняв один из брусков, а затем при наличии на обруче выреза, размер которого больше шарика, предлагают проследить за движением шарика в этих условиях.

Наблюдаемые явления учащиеся иллюстрируют рисунками в тетрадях, обязательно изображая траекторию перемещения шарика при вылете его из выреза обруча (рис. 7). Во время демонстрации описанных опытов выясняют:

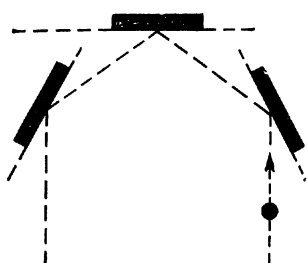


Рис. 5

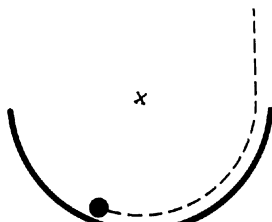


Рис. 6

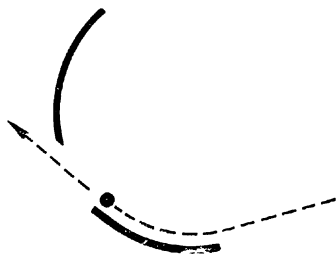


Рис. 7

1) почему шарик описывает траекторию, подобную равностороннему многоугольнику;

2) как направлена сила, с которой каждый из брусков действует на шарик;

3) как движется шарик, когда снят один из брусков и когда он вылетает из выреза обруча, какова причина этого явления;

4) как направлена сила, под действием которой шарик совершает движение по окружности;

5) к какому телу приложена эта сила и чему она равна.

Обобщая ответы на эти вопросы, учитель дает учащимся возможность осознать, что условием движения тела по окружности является действие силы, направленной к центру. Это та сила, которая сообщает телу центростремительное ускорение.

Для установления зависимости между силой F , которая сообщает телу центростремительное ускорение массой тела — m , радиусом вращения — R и угловой скоростью — ω ,

создают такие экспериментальные условия, при которых две величины всегда были бы постоянны, а две другие изменялись [42, с. 56]. Для проведения опыта используем установку, смонтированную на основе обычного проигрывателя, имеющего три скорости (рис. 8).

При постоянной угловой скорости и радиусе вращения устанавливают, что с увеличением массы тела динамометр показывает большую силу. Так устанавливается пропорциональная зависимость между F и m . Учитель предлагает изобразить это графически (рис. 9).

Учащиеся убеждаются, что при постоянной массе вращающегося тела с увеличением радиуса его вращения увеличивается сила F , что подтверждает показание дина-

мометра. На основе этого учащиеся устанавливают также прямо пропорциональную зависимость между силой F и радиусом вращения R и по табличным данным строят график (рис. 10).

Следующий этап эксперимента состоит в том, что постоянными выбирают массу и радиус вращения, а изменяют количество оборотов тела. При этом устанавливается зависимость между силой F и угловой скоростью ω . На основе полученных данных устанавливают, что F пропорциональна

ω^2 и убеждаются еще раз в этом на основании полученной параболы на графике зависимости (рис. 11).

Синтезируя результаты всех этапов эксперимента, получают формулу силы $F \sim mR\omega^2$ или $F = kmR\omega^2$. Выбирают единицы измерения величин таким образом, чтобы коэффициент k был равен единице. Выразив угловую скорость через линейную, записывают формулу силы: $F = \frac{mv^2}{R}$.

Обращают внимание учащихся на то, что под F имеют в виду равнодействующую всех сил, действующих на тело,

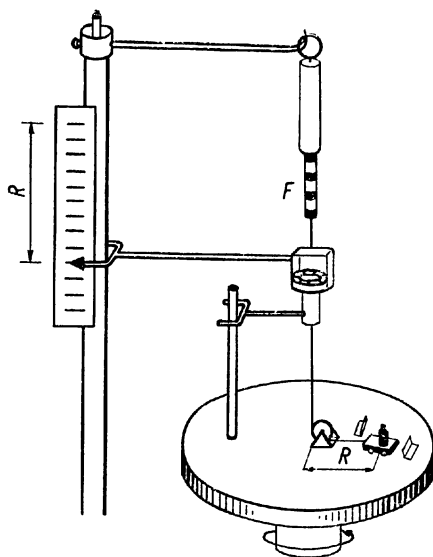


Рис. 8

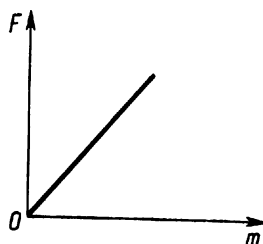


Рис. 9

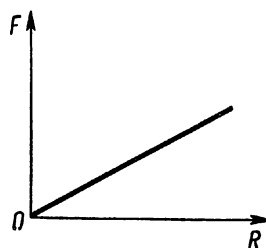


Рис. 10

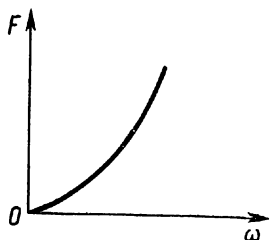


Рис. 11

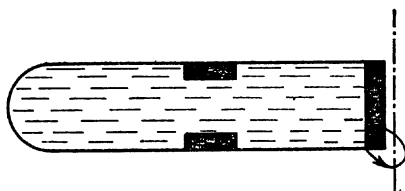


Рис. 12

вращающееся по окружности, то есть $\Sigma F_i = F = ma_{\text{ц}} = m \frac{v^2}{R}$,

таким образом, $a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$.

Заслуживает внимания демонстрация опыта (рис. 12), с помощью которого можно выяснить, какие силы действуют на тело при вращательном движении. Для этого в стеклянную трубку длиной 30—40 см и диаметром 2—3 см, запаянную с одного конца, наливают воду до уровня пробки. В трубку помещают одинакового размера деревянный и железный бруски длиной 2—3 см, толщиной и шириной до 0,5 см. Трубку, закрыв пробкой, располагают горизонтально, добиваясь, чтобы бруски были один против другого примерно на середине длины трубки (для перемещения железного бруска можно воспользоваться магнитом). Прикрепив трубку в горизонтальном положении к центробежной машине (для этого пробка имеет специальный хомутик с зажимом), приводят ее во вращение.

При этом железный брусок перемещается к запаянному концу трубки, а деревянный — к центру вращения.

8. Изучение вращательного движения твердого тела

Вращательное движение твердого тела в венгерских учебниках рассматривается более широко, чем в наших. Покажем как изложен этот материал для углубленного изучения в учебнике для III класса гимназии [39, с. 38—60].

Демонстрация равномерного вращательного движения. Обод велосипедного колеса подвешивают с помощью трех проволок, закрепленных на равных его расстояниях и припаянных другими концами к кольцу, которое находится на

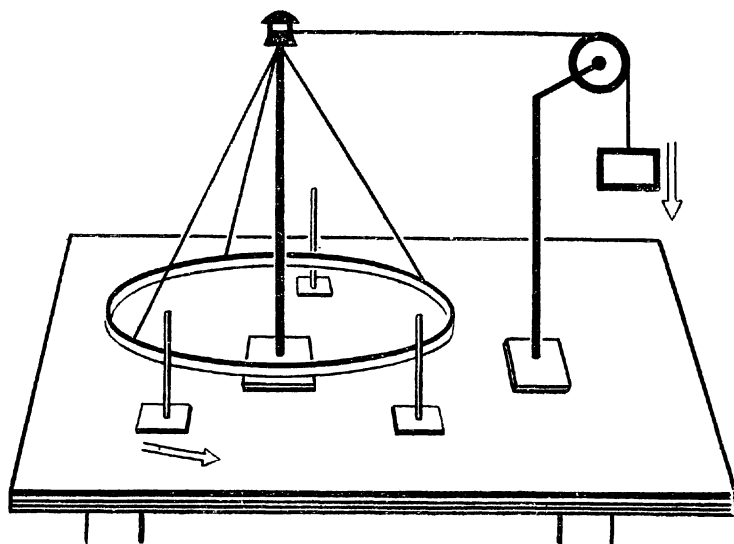


Рис. 13

катушке, способной вращаться вокруг вертикальной оси на верхнем конце штатива (рис. 13). На катушку наматывают нить, переброшенную через блок, к свободному концу которой подвешивают груз. На обод мелом наносят метку и измеряют время прохождения ее между вертикальными стержнями штативов, поставленных возле обода на равных расстояниях. Опыт повторяют, измеряя промежутки времени прохождения метки между вторым и третьим штативами, а также время прохождения меткой расстояния полного оборота.

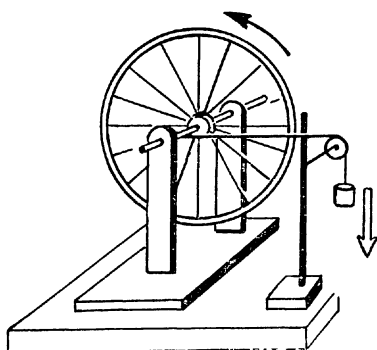


Рис. 14

Опыт опять повторяют, отмечая на столе точки, соответствующие нахождению метки на ободу через определенные равные промежутки времени его вращения. Результаты записывают в таблицу, по анализу которых делают вывод.

Ускорение при вращательном движении твердого тела. Как показали венгерские учителя, для учащихся восьмых классов вполне до-

ступен материал о вращательном движении твердого тела вокруг неподвижной оси. Этот материал изучается на основе опыта, схема которого приведена на рис. 14. Устанавливают, что угол поворота твердого тела пропорционален квадрату времени движения по окружности $\alpha = kt^2$. Установив это соотношение, получают выражение для мгновенной угловой скорости равноускоренного вращательного движения: $\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{k(t+\Delta t)^2 - kt^2}{\Delta t} = 2kt + k\Delta t$, если

$\Delta t \rightarrow 0$, $\omega = 2kt$.

Далее вводится понятие и доказывается постоянство углового ускорения в разных точках окружности: $\beta = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{2k(t+\Delta t) - 2kt}{\Delta t} = \frac{2kt + 2k\Delta t - 2kt}{\Delta t} = 2k$.

Определив $k = \frac{\beta}{2}$, находим значение угла поворота через угловое ускорение и время вращения $\alpha = \frac{\beta}{2} t^2$.

При этом можно ввести понятие тангенциального ускорения как величины, характеризующей изменение линейной скорости за единицу времени, и вывести формулу вычисления его значения: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{\Delta t} = \frac{r\omega_2 - r\omega_1}{\Delta t} = r \frac{\Delta\omega}{\Delta t}$; или $a = r\beta$.

Вращающий момент и энергия вращающегося тела.

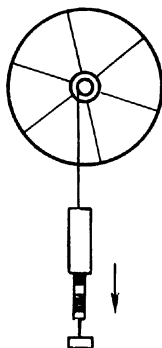


Рис. 15

В учебнике по физике для III класса гимназии понятие вращающего момента силы M вводится как физическая величина, обуславливающая приобретение телом углового ускорения β . На основании опыта с колесом, вращающимся под действием груза, подвешенного к разматывающейся нити (рис. 15), динамометр доказывает постоянство соотношения $\frac{M}{\beta} = \theta = \text{const}$. Зависи-

мость углового ускорения от вращающего момента сил выражается графиком, изображенным на рис. 16. Величину θ называем моментом инерции вращающегося тела. Вы-

ражение $M = \theta\beta$, аналогичное второму закону Ньютона, называют основным законом вращательного движения. Применяется этот закон для анализа динамических условий равномерного и равнопеременного вращательного движения.

Вращающееся вокруг оси тело обладает способностью выполнять работу, то есть обладает кинетической энергией:

$W_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mr^2\omega^2$, где $v = r\omega$, а r — расстояние материальной точки от центра вращения.

Сравнивая вращательное и поступательное движения, легко убедиться в том, что скорости соответствует угловая скорость, а массе — момент инерции.

Исходя из того, что масса характеризует инертность тела, произведение mr^2 называется моментом инерции θ . Тогда энергия вращающегося тела (как сумма энергий всех его точек) записывается: $W = \frac{1}{2}\theta\omega^2$.

Для того, чтобы учащиеся усвоили отдельные понятия, следует сравнить (табл. 8) величины и параметры поступательного и вращательных движений.

9. Изучение колебательного движения

Скорость и ускорение колеблющейся точки. После вывода формулы смещения колеблющегося тела венгерские методисты, исходя из определения его скорости как отношения величины смещения ко времени, на протяжении которого оно совершено телом, предлагают следующий вывод [46, с. 67]: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$; и соответственно: $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$.

Полагают, что в момент времени $t_1 = t - \Delta t$ смещение $x_1 = A \sin \omega(t - \Delta t)$, а в момент времени $t_2 = t + \Delta t$ будет: $x_2 = A \sin \omega(t + \Delta t)$, где $t_1 < t < t_2$. Тогда $v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{A \sin \omega(t + \Delta t) - A \sin \omega(t - \Delta t)}{2\Delta t}$, поскольку $t_2 - t_1 = t + \Delta t - (t - \Delta t) = t + \Delta t - t + \Delta t = 2\Delta t$.

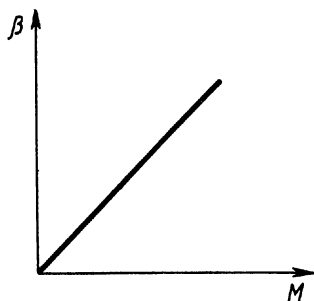


Рис. 16

Подставляя в формулу значения суммы и разности этих углов, получают: $v^3 = A \cos \omega t \frac{\sin \omega \Delta t}{\Delta t}$.

При малых значениях Δt можно записать, что $\sin \omega \Delta t \approx \omega \Delta t$ и тогда: $\frac{\sin \omega \Delta t}{\Delta t} \approx \omega$. Таким образом, получают опре-

деление скорости колеблющегося тела в любой момент времени: $v = \omega A \sin \omega t$.

Аналогично этому учащиеся самостоятельно выводят формулу ускорения; $a = -\omega^2 A \sin \omega t$.

Следует также дать анализ этих формул. Так, для случая $\cos \omega t = 1$ значение скорости колеблющейся точки максимальное $|v_{\max}| = A\omega$, а при $\cos \omega t = 0$ и скорость $v = 0$. При $\sin \omega t = 1$ имеет максимальное значение ускорение $|a_{\max}| = A\omega^2$, при $\sin \omega t = 0$ и ускорение $a = 0$.

Энергия колеблющегося тела. Величину энергии колеблющегося тела на примере пружинного маятника венгерские методисты определяют (46, с. 72), исходя из определения работы, выполняемой силой упругости: $W_{\text{упр}} = \frac{1}{2} kx^2$,

при $x = A$ имеем $W_{\text{упр}} = \frac{1}{2} kA^2$, это и есть полная энергия

тела в положении его максимального отклонения. При прохождении тела через точку равновесия, если кинетическая энергия максимальная, упругая энергия¹ равна нулю. На

основе закона сохранения $W_{\text{упр}} = W_{\text{к}}$, то есть $\frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} mv_0^2$, где v_0 — мгновенная скорость в момент равновесия.

В любом положении x полная энергия будет $\frac{1}{2} kx^2 + \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} kA^2$, где v — скорость тела в точке x .

Для успешного и сознательного решения некоторых задач учащимся важно установить функциональную зависимость между потенциальной энергией и смещением материальной точки. По параболе (рис. 17) $W_{\text{п}}(x) = \frac{1}{2} kx^2$ легко

по определяется кинетическая и потенциальная энергия для любого смещения при заданной суммарной энергии W_0 .

¹ В учебниках физики для III класса гимназии используется понятие упругой энергии [39, с. 73].

Период колебательно-го движения. На основе опыта с пружинным маятником устанавливают такие соотношения:

$$1) T_1 : T_2 : T_3 = \sqrt[3]{m_1} : \sqrt[3]{m_2} : \sqrt[3]{m_3} \text{ и}$$

$$2) T_1 : T_2 : T_3 = \sqrt{\frac{1}{k_1}} :$$

$$\sqrt{\frac{1}{k_2}} : \sqrt{\frac{1}{k_3}}, \text{ то есть}$$

$$\text{устанавливают, что } T \sim \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Далее в учебнике III класса гимназии [39, с. 76] сравниваются опытные данные с формулой вычисления периода колебаний пружинного маятника, которую получают вычислением, исходя из ранее известных соотношений: $F = -kx = -m\omega^2 x$; отсюда: $k = m\omega^2 = m \frac{4\pi}{T^2}$, или $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$.

В этом же учебнике [46, с. 78] на основе анализа опыта с математическим маятником (рис. 18) выводится формула периода математического маятника. Сила, действующая на

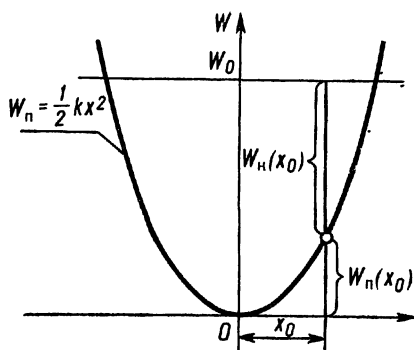


Рис. 17

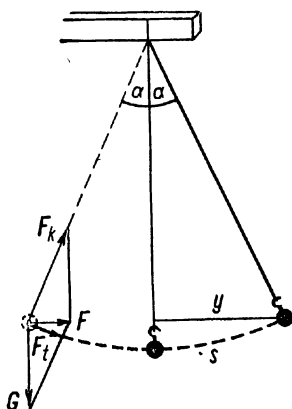


Рис. 18

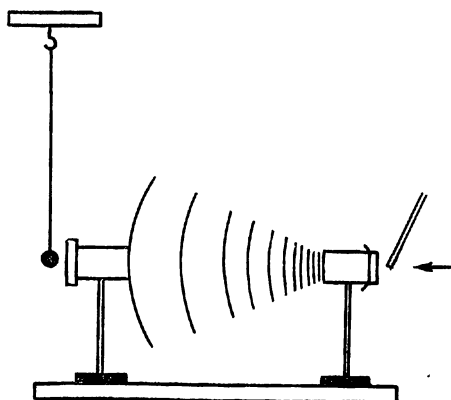


Рис. 19

маятник, выражается формулой $F = mg \sin \alpha$, при $\alpha \leq 5^\circ$ можно записать: $\sin \alpha \approx \alpha$ или $\alpha = \frac{s}{l}$. Таким образом, $F = -mg \frac{s}{l} = -\frac{mg}{l} x$. Поскольку $F = -kx$, то из сравнения последних двух уравнений получают: $k = \frac{mg}{l}$. Используя известную формулу периода и подставляя значение k для математического маятника, получают: $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$.

10. Демонстрация распространения волнового движения в воздухе

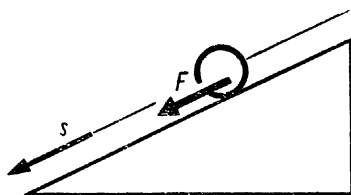
В учебнике для III класса гимназии [39, с. 86] описана следующая демонстрация (рис. 19) для выявления распространения волны. В двух консервных банках одинакового диаметра удаляют крышки и дно. Места крышек обеих банок закрывают пергаментной бумагой и кладут банки на определенном расстоянии открытой стороной друг против друга. К одной банке в легкое соприкосновение с пергаментом подносят подвешенный на нити, укрепленной на штативе, шарик для настольного тенниса. Ударяя слегка эбонитовой палочкой или линейкой по пергаментной бумаге на второй банке, наблюдают отклонения шарика от булавочной крышки первой банки.

11. Графическая интерпретация экспериментальных данных при выводе второго закона динамики

Изучение второго закона динамики в венгерских учебниках начинается с демонстрации следующего опыта: два шарика из разных материалов (деревянный и железный), с одинаковыми радиусами приводятся в движение одной и той же силой.

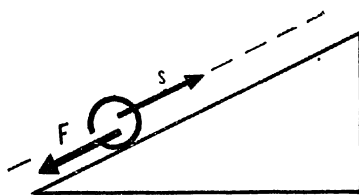
Анализируя и обобщая наблюдаемые явления, делают выводы, а затем проверяют их демонстрацией движения шарика вниз и вверх по наклонной плоскости.

Ученикам предлагают после демонстрации опыта изобразить движение шарика на рисунке и указать направление равнодействующей силы, перемещение, соотношение между скоростями в разные моменты времени движения, а также определить направление ускорения. Анализируя



$$v_2 > v_1 \quad a > 0$$

Рис. 20



$$v_2 < v_1 \quad a < 0$$

Рис. 21

рисунки (рис. 20, 21), учащиеся самостоятельно делают выводы:

а) тело движется равноускоренно, если направление равнодействующей силы, которая действует на тело, совпадает с направлением перемещения или вектором скорости (рис. 20). Учитель подчеркивает, что если направление, значение и знак равнодействующей силы все время постоянны, движение тела будет равноускоренным;

б) тело движется равнозамедленно, если направление равнодействующей силы, которая действует на тело, противоположно направлению перемещения или вектору скорости (рис. 21).

Объединяя эти два вывода, учитель подводит учащихся к сознательному пониманию условий равнопеременного движения.

При изучении второго закона динамики проводят эксперимент по установлению функциональной зависимости между силой, массой и ускорением (установки для проведения таких экспериментов широко известны — машина Атвуда, прибор Глазырина и др.).

Вывод второго закона в венгерском учебнике [38, с. 153] проводится в два этапа. Сначала устанавливается зависимость ускорения тела от действующей на него силы, то есть $a = \varphi(F)$ при $m = \text{const}$. На основе полученных данных для выбранных значений силы и рассчитанных соответствующих им значений ускорения строится график (рис. 22). Затем устанавливается зависимость ускорения от массы тел при постоянной действующей на них силы, то есть $a = f(m)$, при $F = \text{const}$, а также строится график (рис. 23). По полученным графикам учащиеся самостоятельно устанавливают прямую пропорциональную зависимость приобретенного телом ускорения от действующей на него силы в первом случае и обратно пропорциональную зависимость ускорения тела от его массы во втором.

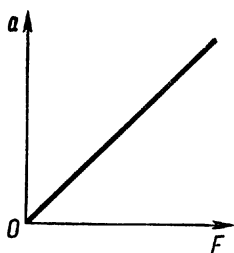


Рис. 22

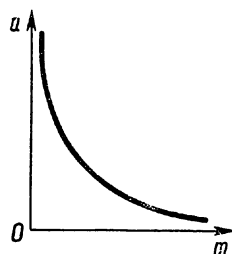


Рис. 23

Только после этого учащиеся дадут осмысленный, правильный ответ, почему железный и деревянный шарики, у которых радиусы одинаковы, под действием одной и той же силы проходят различные расстояния.

Синтезируя результаты обеих зависимостей, получают аналитическое выражение второго закона Ньютона. После этого еще раз обращают внимание учащихся на то, что ускорение является функцией, которая зависит от массы тела и действующей на него силы (рис. 22, 23).

Далее в учебниках объясняется, что второй закон динамики выполняется только в инерциальной системе отсчета. Если в какой-нибудь системе отсчета закон инерции не выполняется, это значит, что тело может получить ускорение и в том случае, когда на него не действуют другие тела или когда их действия компенсируются, то есть в равенстве

$$a = \frac{F}{m}, \quad a \neq 0, \quad \text{когда } F = 0. \quad \text{Это явное противоречие сви-}$$

детельствует о неприменимости второго закона Ньютона в неинерциальных системах отсчета.

12. Демонстрация явления диффузии

Явление диффузии в газах демонстрируется (рис. 24) с помощью двух стеклянных стаканов с притертыми верхними краями. Для этого наполненный воздухом стакан затягивают целлофановой пленкой и накрывают другим стаканом, предварительно наполненным водородом. Через некоторое время пленка образует выпуклость, которая со временем исчезает [46, с. 192].

Явление диффузии в жидкостях демонстрируют так. В сосуд (рис. 25) наливают воду, помещают туда стеклянную трубку с дном из целлофановой пленки. Через откры-

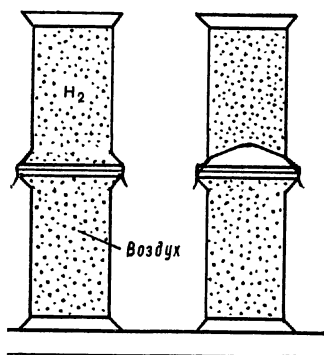


Рис. 24

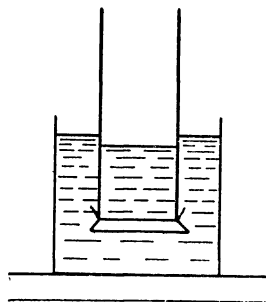


Рис. 25

тый конец в трубку наливают воду, подкрашенную чернилами. Через некоторое время наблюдают окрашивание воды в сосуде [39, с. 192].

13. Демонстрация кинетической модели газа, закона Паскаля и архимедовой силы для газов

При изучении понятия давления в газах венгерские методисты рекомендуют демонстрировать раздувание резинового шарика в безвоздушном пространстве под стеклянным колпаком, соединенным с воздушным насосом. С целью формирования понятия кинетической модели газа следует еще демонстрировать опыт (рис. 26) падения металлических шариков на выпуклую резиновую поверхность, уравновешенную на одном из плеч рычажных весов [39, с. 212].

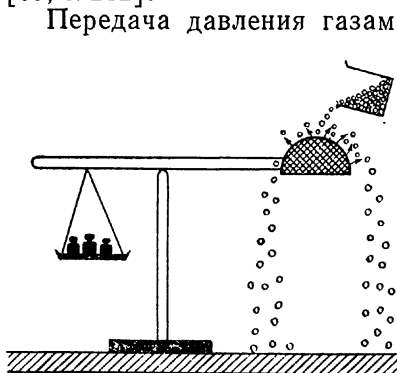


Рис. 26

Передача давления газами без изменения во всех направлениях демонстрируется на установке (рис. 27), которая представляет собой стеклянный цилиндрический сосуд с патрубками на разной высоте для подсоединения жидкостных манометров. Верх сосуда при подсоединенных манометрах завязывают резиновой мембраной. При этом жидкость в коленах обоих манометров устанавливается на одинаковом

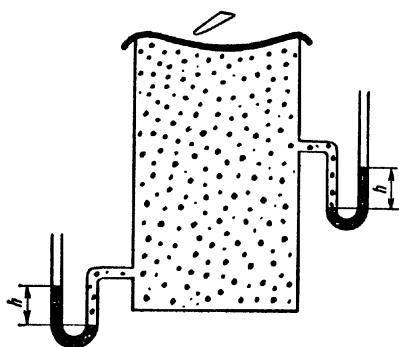


Рис. 27

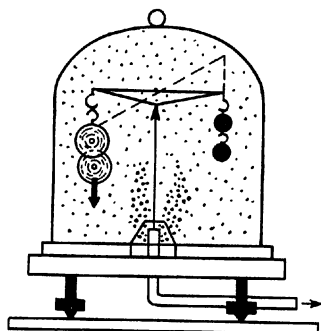


Рис. 28

уровне. Во время нажатия на резиновую мембрану жидкость в них поднимается на одинаковый уровень в зависимости от прогиба резиновой мембраны.

Действие архимедовой силы на тело, помещенное в газ, демонстрируют таким образом [38, с. 263]. На тарелке с манометром для воздушного насоса (рис. 28) устанавливают рычажные весы, подвесив на одно из плеч шарик для настольного тенниса и уравновесив весы металлической разновеской (свинцовой дробинкой). Накрыв тарелку стеклянным колпаком, откачивают воздух насосом Комовского; равновесие весов нарушается, шарик настольного тенниса опускается.

Описанные демонстрации способствуют лучшему пониманию учащимися кинетической модели газа.

14. Графическая интерпретация газовых законов

Рассмотрев изменение состояния газа при постоянной температуре, исходя из первого закона термодинамики, приходят к выводу, что при изотермическом процессе полученное или отданное газом количество теплоты полностью идет на выполнение работы. К этому выводу приходят после комментирования следующих положений на основе рис. 29.

Поскольку при изменении состояния газа при $T = \text{const}$ внутренняя энергия газа не изменяется, то есть изменение внутренней энергии $\Delta U = 0$, то газ, расширяясь, выполняет работу $-W$, а сжимая газ, необходимо выполнить такую же работу W . Таким образом, $\Delta U = Q + W$, но $\Delta U = 0$, тогда $Q + W = 0$. На основе первого закона термодинамики

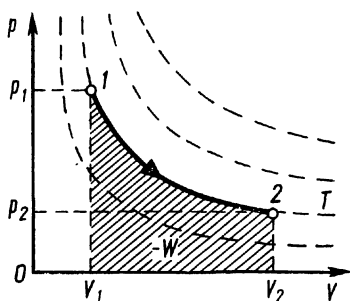


Рис. 29

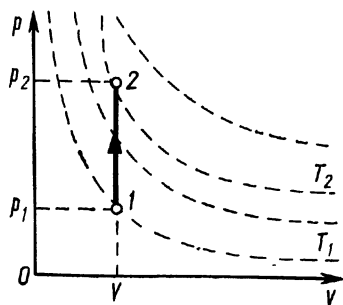
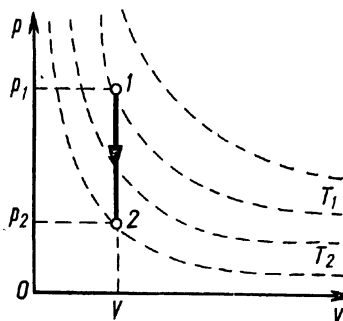
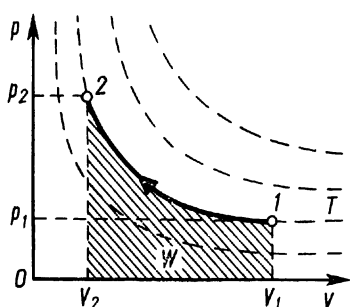


Рис. 30



ки изменение внутренней энергии равно нулю и при расширении газ поглощает тепло из окружающей среды, выполняя работу при расширении $Q = -W$. При сжатии газ передает окружающей среде такое же количество теплоты.

Аналогично рассматривают процесс изменения состояния газа, когда постоянный объем (рис. 30). ($V = \text{const}$).

Исходя из того, что при постоянном объеме изменяется внутренняя энергия газа, то есть $\Delta U = Q + W$, $W = 0$, тогда $\Delta U = Q$, то есть при изохорических процессах все полученное или отданное газом количество теплоты изменяет только его внутреннюю энергию.

Описывая процесс изменения состояния газа при постоянном давлении отмечают, что при нагревании газ получает определенное количество теплоты и при этом расширяется, выполняя работу $-W$, то есть $\Delta U = Q + W$; откуда $Q = \Delta U - W$; отсюда делают вывод, что в изобарических процессах часть полученного или отданного газом количества теплоты идет на изменение его внутренней энергии, а часть — на выполнение работы (рис. 31).

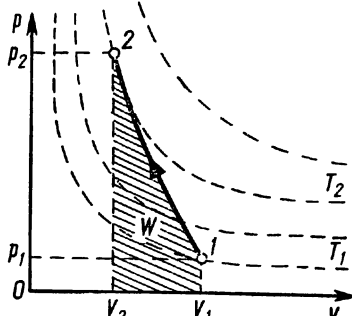
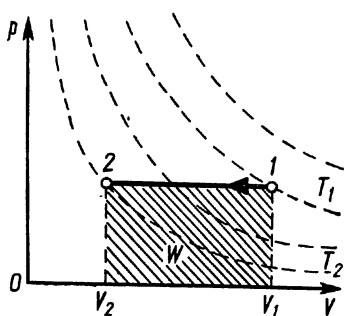
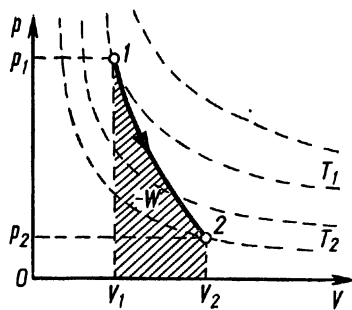
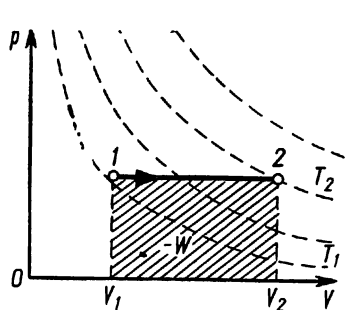


Рис. 31

Рис. 32

Подобным образом рассматривают адиабатический процесс, то есть процесс изменения состояния газа без теплообмена, при котором, согласно первому закону термодинамики, выполнение газом работы при расширении без теплообмена совершается за счет уменьшения его внутренней энергии, и наоборот, при адиабатическом сжатии работа, выполненная внешними силами, увеличивает внутреннюю энергию газа (рис. 32).

15. Демонстрация закона Кулона

Закон Кулона в учебнике физики для IV класса гимназии [40, с. 10] выводится на основе анализа данных эксперимента, проведенного на установке, изображенной на рис. 33.

Упругую нить (леску) с неподвижно закрепленным зеркальцем и горизонтально размещенным легким стержнем из диэлектрика натягивают вертикально между двумя стержнями, установленными в нижней и верхней час-

тях штатива. На одном конце горизонтального стержня укрепляют металлический шарик, а на другом противовес. При неподвижном положении зеркальца под определенным углом на него направляют луч света, отмечая на экране местонахождение отраженного луча. К заряженному шару, закрепленному на диэлектрическом стержне, подносят другой заряженный шарик, закрепленный на изолированной подставке. В следствие взаимодействия заряженных шариков стержень незначительно поворачивается и отраженный луч смещается на экране.

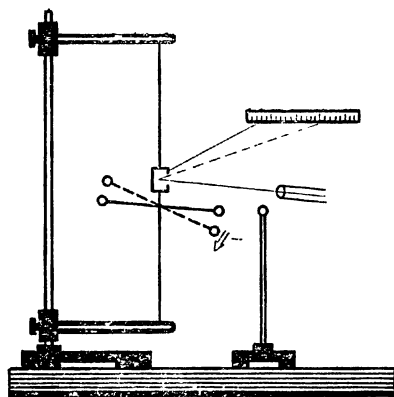


Рис. 33

Изменяя заряд шариков и расстояния между ними, при одном и том же заряде измеряют разные углы поворота стержня, что показывает зависимость силы взаимодействия шариков от их заряда и расстояния между ними.

16. Функциональная зависимость напряжения от сопротивления и связь между напряжением и силой тока

При выводе закона Ома венгерские методисты рекомендуют устанавливать функциональную зависимость между физическими величинами: напряжением, сопротивлением и силой тока. Зависимость между напряжением и сопротивлением (рис. 34) подтверждают следующим опытом (рис. 35). Высокоомный проводник длиной AB замы-

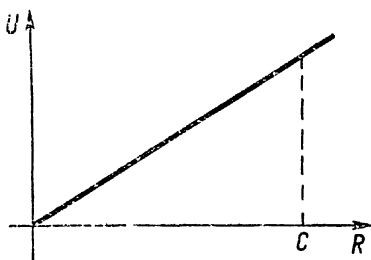


Рис. 34

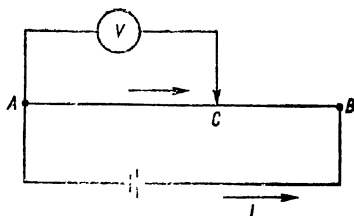


Рис. 35

кают на источник напряжения. К точкам *A* и *B* подсоединяют параллельно источнику питания вольтметр, причем в точке *B* соединения проводят через скользящий контакт. Когда последний находится в точке *B*, вольтметр показывает напряжение, равное напряжению источника. При движении скользящего контакта от точки *B* к *A* фиксируют несколько значений напряжения.

Делают вывод.

Перед этим опытом целесообразно провести еще опыт, с помощью которого устанавливается связь между силой тока и напряжением, повторяя его для проводников: хромоникелевого длиной 1 м, хромоникелевого — 0,5 м и железного — 0,5 м. При этом строят графики (рис. 36) и делают вывод, что отношение $\frac{U}{I} = \text{const.}$

17. Демонстрация движения ионов в электролитах

При изучении темы «Электрический ток в электролитах» венгерские методисты проводят такой опыт [40, с. 82].

В U-образную трубку с угольными электродами, заполненную раствором серной кислоты, через кран, впаянный в ее основание (рис. 37), подводят раствор биохрома та меди. При подаче на электроды постоянного напряжения в трубке с электродом, соединенным с положительным полюсом источника напряжения, появляется желтая полоса, а в другой — синяя, что убеждает учащихся в движении положительных и отрицательных ионов. На основе опыта можно определить знак заряда ионов меди и биохрома та.

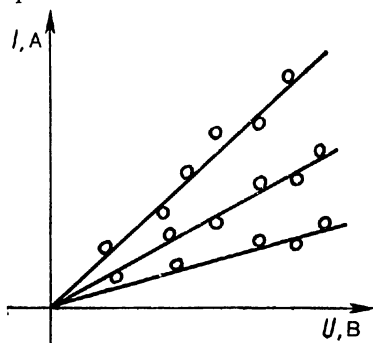


Рис. 36

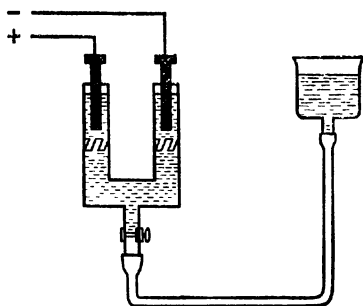


Рис. 37

18. Экспериментальное изучение магнитной индукции

При изучении магнитной индукции в определенной точке магнитного поля венгерские методисты используют пробный рамочно-зеркальный магнетометр и соленоид с большим количеством витков. Пробный рамочно-зеркальный магнетометр изготавливают из одновитковой рамки проводника, которую жестко крепят на тонкой леске, натянутой в вертикальной плоскости между двумя держателями обыкновенного штатива. Чуть выше рамки, на этой же леске, в плоскости рамки крепят маленькое зеркальце. Соленоид, по виткам которого протекает постоянный ток, размещают возле магнетометра (рис. 38) и отмечают на шкале положение отраженного от зеркала зайчика. Такое положение рамки принимают за нулевое. Рамка магнетометра при пропускании тока через нее принимает другое положение. При этом зайчик на шкале перемещается. По смещению зайчика можно судить об угле поворота рамки, который в свою очередь зависит от вращательного момента, действующего на нее как следствие взаимодействия магнитного поля соленоида и магнитного поля рамки. На опыте устанавливают, что вращательный момент M , действующий на рамку, зависит от силы тока, протекающего в ней, и от ее площади.

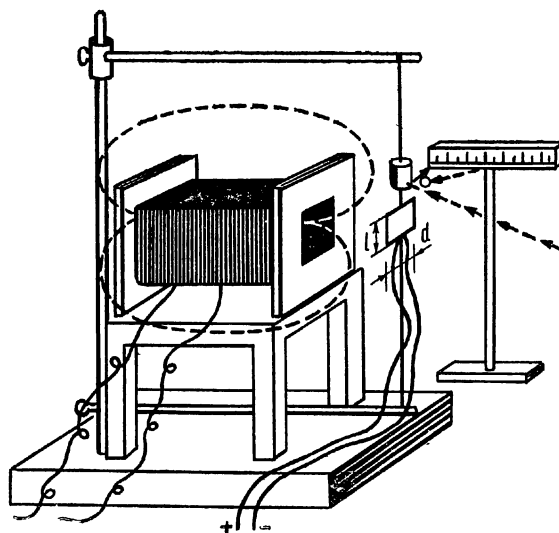


Рис. 38

На основе измерений устанавливают:

а) Если площадь рамки S постоянна, а только изменяется сила тока в рамке, то $M \sim I$.

б) Если сила тока постоянна, а изменяется площадь рамки в результате изменения ее геометрических размеров (l, d), то $M \sim S$. Это позволяет сделать вывод, что в данной точке поля вращающий момент силы прямо пропорционален силе тока, протекающего в рамке, и площади этой рамки, то есть: $M \sim IS$.

Таким образом, в данной точке изучаемого магнитного поля $\frac{M}{IS} = \text{const}$.

Размещая рамку магнетометра в других точках поля, легко убеждаются в том, что вращательный момент прямо пропорционален силе тока и площади рамки. Для разных точек поля соотношение $\frac{M}{IS}$ остаются постоянными для каждой из них и неравными между собой. Хотя можно выявить и такие точки поля, где это соотношение одинаково; вот почему его можно считать характеристикой магнитного поля. Ее называют магнитной индукцией и обозначают буквой B .

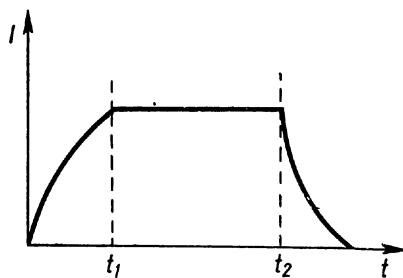


Рис. 39

19. График зависимости силы тока самоиндукции от времени

При изучении темы «Самоиндукция» [40, с. 174] используется график изменения тока самоиндукции с течением времени при замыкании и размыкании цепи (рис. 39). Графическая иллюстрация этой зависимости дает возможность показать справедливость закона сохранения и превращения энергии в электромагнитных процессах, установить диалектическую связь между энергией магнитного и энергией электрического поля.

С увеличением силы тока энергия электрического поля превращается в энергию возникающего магнитного поля, а

с уменьшением — энергия магнитного поля превращается в энергию электрического, то есть $\frac{CU^2}{2} = \frac{LI^2}{2}$.

20. Переменный ток

При изучении темы «Переменный ток» венгерские методисты считают целесообразным проведение опыта по выявлению переменного напряжения и тока в цепи. Опыт заключается в следующем: при вращении магнитного стержня между катушками (рис. 40) стрелка гальванометра, присоединенного к катушке, отклоняется (периодически) от середины шкалы то в одну, то в другую сторону. При полном обороте магнитного стержня стрелка гальванометра дважды попадает в нулевое положение и дважды отклоняется максимально, но в противоположные стороны. Полученное таким образом напряжение является переменным. (Эта установка, как отмечается в учебнике [40, с. 169], по сути, также может служить моделью однофазного генератора переменного тока).

Для доказательства переменности напряжения и тока в сети в учебнике [40, с. 178] описан такой опыт.

Один из проводников (рис. 41), включенных в цепь, через электрическую лампочку подсоединяют к металлическому листу, на котором размещена бумажная лента, пропитанная 10-процентным водным раствором йодистого калия со взболтанным в нем крахмалом. Другой проводник соединяют через изоляционный держатель с металлическим острием, посредством которого электрическая цепь при касании им к бумажной ленте замыкается.

Если острие перемещать вдоль бумажной ленты, оно «оставляет» след в виде пунктирной линии. Если переме-

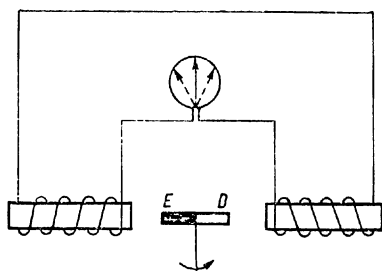


Рис. 40

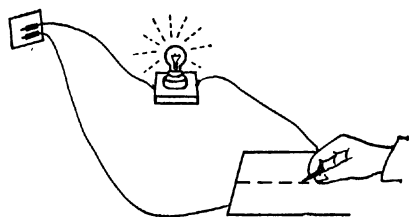


Рис. 41

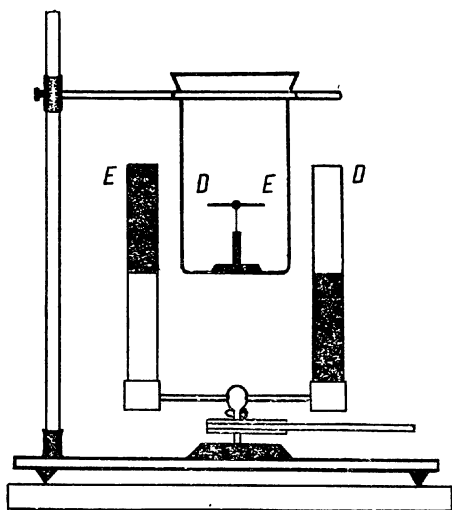


Рис. 42

постановки опыт можно использовать как датчик времени исследуемых процессов.

В венгерских учебниках [40, с. 203] при изучении магнитного поля рассматривается и вращающееся магнитное поле. Для того, чтобы объяснить это понятие, демонстрируют следующий опыт (рис. 42). Подковообразный магнит или два прямых магнита закрепляют вертикально на горизонтальном стержне, который может вращаться. Между полюсами магнита в стеклянном сосуде на острие размещают магнитную стрелку. При вращении магнитных полюсов она вращается с периодом, равным периоду вращения магнита, то есть синхронно.

21. Включение активного и индуктивного сопротивлений

Последовательное соединение. Последовательное соединение активного и индуктивного сопротивлений в учебнике физики [40, с. 283] излагается так: если последовательно соединить активное и индуктивное сопротивление (рис. 43) и подать на такой участок цепи переменное напряжение U , то сила тока I , протекающего через эти сопротивления, будет одинаковой. Соответствующие падения напряжения обозначим через U_R и U_L .

щение острия равномерное, то размеры светлых и темных участков пунктирной линии будут равны.

Появление этого следа объясняют явлением электролиза, отмечая, что йод выделяется под действием тока только тогда, когда на движущемся острие будет положительный потенциал. Почернение обусловлено индикацией крахмала на йод. Этот опыт дает возможность определить частоту и период подводимого напряжения. В другой модификации

Однако последовательно включенная в цепь переменного тока катушка индуктивности (индуктивное сопротивление) увеличивает сопротивление цепи и сдвигает фазы между током и напряжением.

Этот сдвиг фаз обозначают через φ (рис. 44). Измеряют напряжения U_R , U_L и U . Как видно, полное напряжение меньше суммы напряжений U_R и U_L . $U < |U_R| + |U_L|$.

В соответствии с этим полное сопротивление также меньше суммы активного и индуктивного сопротивлений $Z < R + X_L$, где Z — полное сопротивление, которое в дальнейшем будем называть мнимым сопротивлением. Зная напряжения, можно построить векторную диаграмму (рис. 45). Напряжение U_R на активном сопротивлении R по фазе совпадает с силой тока I . Поэтому векторы напряжения и силы тока имеют одинаковое направление.

Напряжение U_L на индуктивном сопротивлении X_L опережает ток на 90° . Поэтому вектор, который соответствует этому напряжению, необходимо направить вверх перпендикулярно к векторам напряжения U_R и силы тока I .

По правилу параллелограмма можно найти вектор полного напряжения, который равен векторной сумме $\vec{U}_R$ и $\vec{U}_L$. Полное напряжение определяется по теореме Пифагора (рис. 45): $U^2 = U_R^2 + U_L^2$.

Сила тока I в обоих сопротивлениях одинакова, поэтому $U_R = IR$; $U_L = IX_L$; $U = IZ$; отсюда $I^2 Z^2 = I^2 R^2 + I^2 X_L^2$.

Таким образом, при последовательном соединении ак-

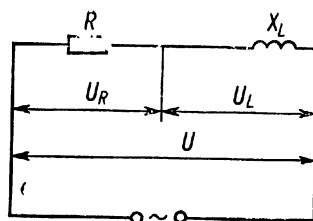


Рис. 43

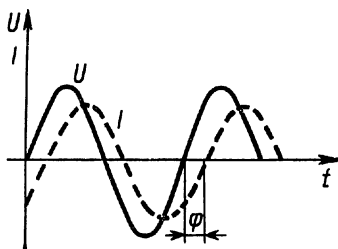


Рис. 44

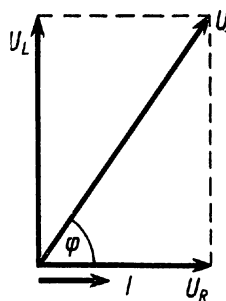


Рис. 45

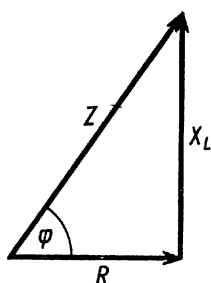


Рис. 46

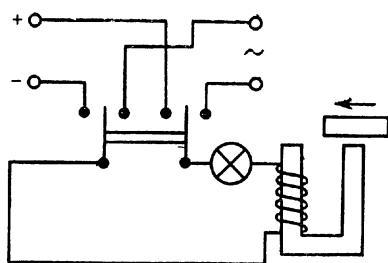


Рис. 47

тивного и индуктивного сопротивлений полное сопротивление равно: $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ или $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$.

Зная активное и индуктивное сопротивления, можно построить векторную диаграмму полного (мнимого) сопротивления (рис. 46). Из рисунка видно, что когда последовательно с активным сопротивлением включено индуктивное, то ток по фазе отстает меньше чем на 90° . Отставание по фазе определяется из соотношения: $\cos \varphi = \frac{R}{Z}$.

Если $R = 0$, то $\cos \varphi = 0$ и $\varphi = 90^\circ$, то есть отставание по фазе может быть равным 90° только тогда, когда активное сопротивление равно нулю (или очень близко к нулю).

Эти рассуждения следует подтвердить экспериментом, параллельно ввести понятия и дать вывод индуктивного сопротивления. При этом целесообразно вывести формулу установлением функциональных зависимостей между физическими величинами, на основе результатов физического эксперимента.

Демонстрируя свечение лампочки при питании цепи постоянным или переменным током (рис. 47), учащихся убеждают, что лампочка будет светиться ярче при постоянном токе. На основании этого опыта венгерские дидакты приходят к выводу, что если в цепь, включающую катушку с сердечником, подвести переменный ток, сила тока в цепи станет меньше. Исходя из этого, ученики делают вывод, что при переменном токе сопротивление в цепи стало больше, чем при постоянном [40, с. 183]. Причина возникновения добавочного сопротивления — явление самоиндукции. Сопротивление, вызванное этим явлением, называется индуктивным сопротивлением и обозначается через X_L . Меняя по-

ложение замыкающего магнитную цепь сердечника, устанавливают, что если полностью замкнуть сердечник, лампочка светится слабее при переменном токе. Включая в эту цепь поочередно катушки различной индуктивности с одинаковым омическим сопротивлением, обнаруживают, что чем больше индуктивность катушки, тем меньше сила тока в цепи. Приходят к выводу о прямой пропорциональности величин X_L и L .

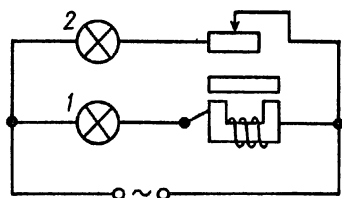


Рис. 48

Далее объясняют зависимость индуктивного сопротивления от частоты. Если частота равна нулю, индуктивное сопротивление также равно нулю. Если увеличивать частоту, увеличивается и X_L . Как известно, ω и X_L — прямо пропорциональные величины. Следовательно: $X_L = \omega L$. Эта зависимость представляет собой формулу индуктивного сопротивления. На опыте, используя в качестве источника тока телефонный индуктор, объясняют сдвиг фаз между U и I . Лампочки загораются в разное время (рис. 48). Лампочка, включенная через катушку с сердечником, загорается позже. Значит, ток, идущий через катушку, отстает по фазе от напряжения (см. рис. 44).

Доказывают ученикам, что последовательно включенная катушка самоиндукции в цепи переменного тока играет двойную роль:

- а) увеличивает сопротивление цепи;
- б) приводит к сдвигу фазы между силой тока и напряжением.

Параллельное соединение. Параллельное соединение активного и индуктивного сопротивлений рассматривается венгерскими методистами следующим образом.

Если параллельно соединить активное и индуктивное сопротивления (рис. 49) и подать переменное напряжение U , то сила тока в активном сопротивлении будет I_R , а в индуктивном — I_L . Сила тока до разветвления равна сумме сил токов, фазы которых после разветвления разные.

На векторной диаграмме (рис. 50) за основу берут то напряжение, которое по фазе совпадает с активной составляющей силы тока, которая опережает индуктивную составляющую силы тока на 90° . Результирующая сила тока до разветвления отстает от напряжения по фазе на угол ϕ .

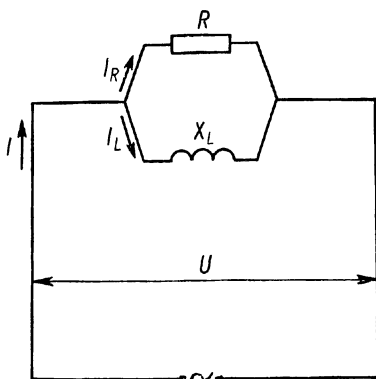


Рис. 49

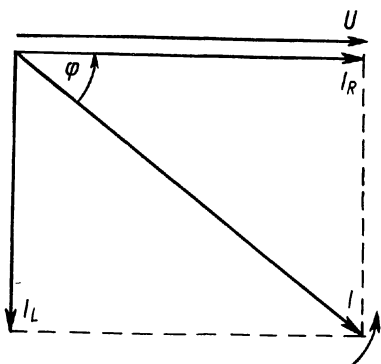


Рис. 50

Как видно из рис. 50, $I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2}$. Поскольку $I = \frac{U}{Z}$

$$I_R = \frac{U}{R}; I_L = \frac{U}{X_L}, \text{ то } \frac{U}{Z} = \sqrt{\frac{U^2}{R^2} + \frac{U^2}{X_L^2}}.$$

$$\text{Отсюда } \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}.$$

По этой формуле определяют полное сопротивление при параллельном соединении активного и индуктивного сопротивлений.

22. Включение активного и емкостного сопротивлений

Венгерские методисты [40, с. 289] рекомендуют: прежде чем демонстрировать опыт, начертить на доске его схему (рис. 51) и поставить перед учащимися проблемный вопрос: будет ли гореть электрическая лампочка при включении в цепь: а) постоянного напряжения; б) переменного напряжения.

По данной схеме собирают цепь, используя конденсатор переменной емкости 500 пФ и неоновую лампочку 110 В. Включают постоянное напряжение — лампочка не загорается при любом положении конденсатора. Включают переменное напряжение — лампочка светится. Изменяя емкость, устанавливают обратно пропорциональную зависимость между емкостью конденсатора и сопротивлением цепи переменного тока.

После этого проводят другой опыт (рис. 52). Последовательно включают конденсатор емкостью 10 пФ и амперметр;

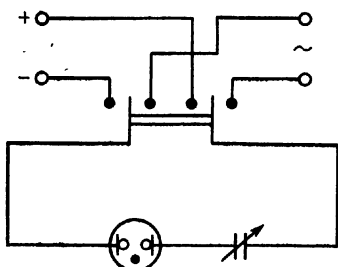


Рис. 51

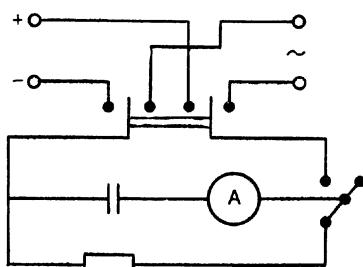


Рис. 52

параллельно им подключают резистор. Сначала включают постоянное напряжение, а потом переменное.

На основе этого опыта ученики устанавливают: 1) при включении источника постоянного напряжения стрелка амперметра отклоняется, а потом устанавливается на нулевом положении. Если поменять полюсы источника, стрелка отклоняется в обратную сторону с последующим установлением на нулевое положение; 2) при включении переменного напряжения амперметр все время показывает наличие тока в цепи; 3) при включении постоянного напряжения лампочка не светится, а при переменном — светится ярко [40, с. 286].

Ученикам предлагают объяснить наблюдаемое явление. Делают вывод [40, с. 286]: при включении постоянного напряжения ток в цепи течет только до того времени, пока заряжается конденсатор. При переменном напряжении за один период ток меняет свое направление. Под действием переменного напряжения происходит периодическая зарядка и разрядка конденсатора. Значит, в течение одного периода через лампочку ток течет то в одном, то в другом направлении. При изменении емкости конденсатора, соединенного последовательно с лампочкой накаливания, яркость свечения лампочки изменяется. Если емкость увеличить, лампочка загорается ярче. Это свидетельствует о том, что в результате увеличения емкости уменьшается сопротивление цепи. Такое сопротивление называют емкостным. Его обозначают через X_C . Таким образом, еще раз убеждаются в том, что емкостное сопротивление X_C обратно пропорционально емкости C .

С изменением частоты переменного тока, для чего используется демонстрационная динамомашина, свечение лампочки также изменяется. Если частота увеличивается, лампочка загорается ярче. Значит, емкостное сопротивление

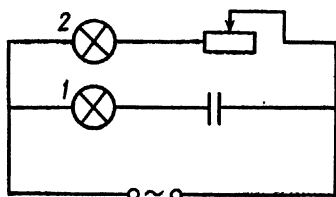


Рис. 53

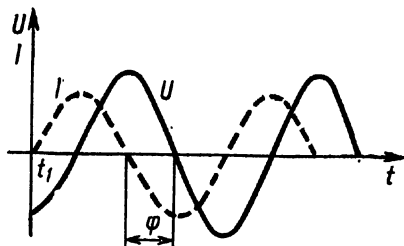


Рис. 54

ние также обратно пропорционально частоте переменного тока. Иными словами, емкостное сопротивление определяется формулой: $X_C = \frac{1}{\omega C}$.

Последовательное соединение. При последовательном соединении падение напряжения на клеммах конденсатора отстает по фазе от силы тока. Наличие этого сдвига фаз между напряжением и силой тока устанавливают на основе опыта. Собирают цепь по схеме, изображенной на рис. 53. В цепи из конденсатора $C = 2000$ мкФ, двух лампочек от карманного фонарика с помощью реостата достигают одинаковой яркости свечения обеих лампочек. При замыкании цепи лампочка 1, которая реагирует на ток, загорается раньше, чем лампочка 2, реагирующая на напряжение. В результате этого ток, проходящий через конденсатор, опережает по фазе напряжение (рис. 54).

Делают вывод, что в цепи переменного тока последовательно включенный конденсатор играет двойную роль [40, с. 188]:

- а) увеличивает сопротивление цепи;
- б) приводит к сдвигу фаз между силой тока и напряжением.

После этого решают экспериментальную задачу, на основе которой выводят формулу для полного сопротивления в цепи переменного тока с активным и емкостным сопротивлениями, а также строят векторные диаграммы напряжений и сопротивлений. Для этого нужно собрать цепь по схеме, изображенной на рис. 55. $C = 40$ мкФ, $R = 100$ Ом, $U = 220$ В. Измеряют падение напряжения на активном и емкостном сопротивлениях и общее падение напряжения в цепи, а также силу тока. На основе измерений убеждаемся, что неравенство: $U < |U_R| + |U_C|$; $Z < R + X_C$ справедливо.

Зная напряжение, строят векторную диаграмму (рис. 56). На активном сопротивлении сила тока I и напряжение

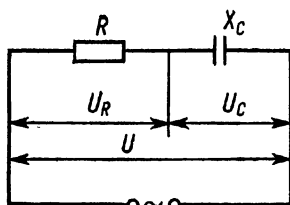


Рис. 55

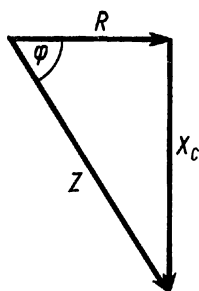


Рис. 56

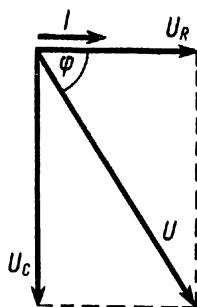


Рис. 57

U_R совпадают по фазе, они находятся в одинаковой фазе (векторы этих величин параллельны). Напряжение U_C отстает от тока на 90° . Поэтому вектор, изображающий напряжение U_C на конденсаторе, наносим из той же точки вниз, перпендикулярно к вектору U_R и силе тока I . По правилу параллелограмма находят полное напряжение, являющееся геометрической (векторной) суммой $\vec{U}_R$ и $\vec{U}_C$.

Полное напряжение из-за последовательно включенного емкостного сопротивления образует угол φ с силой тока I . Полное напряжение U определяется по теореме Пифагора из рис. 57. $U^2 = U_R^2 + U_C^2$. Сила тока в обоих сопротивлениях одинаковая, поэтому $U_R = IR$; $U_C = IX_C$; $U = IZ$, так как $(IZ)^2 = (IR)^2 + (IX_C)^2$, находим: $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$,

$$\text{или } Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}.$$

По закону Ома вычисляют силу тока:

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{2\pi\nu C}\right)^2}}.$$

Угол сдвига определяют из векторной диаграммы (рис. 56):

$$\cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{IR}{IZ} = \frac{R}{Z}; \quad \cos \varphi = \frac{R}{Z}.$$

Подчеркиваем, что если активное сопротивление очень маленькое, сдвиг фаз близок к $\pm \frac{90^\circ}{2}$. Сдвиг фаз равен $\frac{90^\circ}{2}$ при условии, если R равно нулю (идеальный случай).

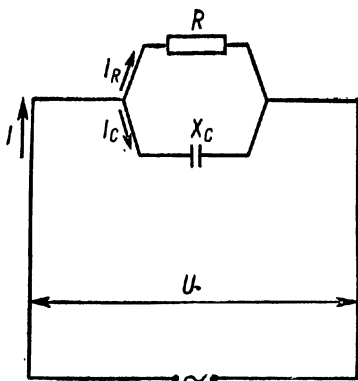


Рис. 58

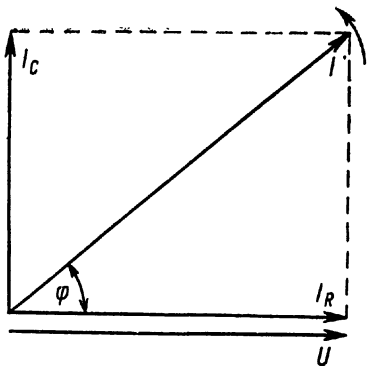


Рис. 59

Зная емкостное и активное сопротивления, можно построить векторную диаграмму полного сопротивления (рис. 57).

Параллельное соединение. Для параллельного соединения (рис. 58) аналогично предыдущему получают векторную диаграмму, изображенную на рис. 59.

Следовательно, $I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$. Однако $I = \frac{U}{Z}$; $I_R = \frac{U}{R}$; $I_C = \frac{U}{X_C}$. Поэтому $\frac{U}{Z} = \sqrt{\frac{U^2}{R^2} + \frac{U^2}{X_C^2}}$. Отсюда $\frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}}$.

По этой формуле можно определить полное сопротивление при параллельном соединении активного и емкостного сопротивлений.

23. Включение активного, индуктивного и емкостного сопротивлений

В учебнике физики [40, с. 191] вопрос включения трех видов сопротивлений рассматривается так:

1. Если последовательно соединить активное, индуктивное и емкостное сопротивления (рис. 60) и приложить к цепи переменное напряжение U , то сила тока I , протекающая через эти три сопротивления, будет одинаковой. На концах соответствующих сопротивлений (R , X_L , X_C) можно

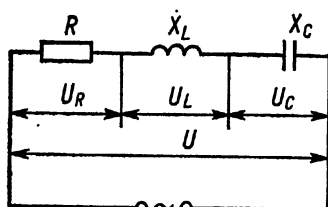


Рис. 60

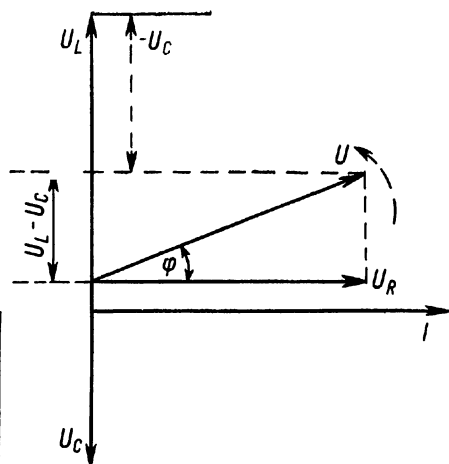


Рис. 61

измерить соответствующие падения напряжения (U_R , U_L , U_C).

Поскольку при последовательном соединении напряжения складываются, то напряжение U есть векторная сумма этих трех напряжений. При сложении этих напряжений пользуются векторной диаграммой напряжений (рис. 61). На активном сопротивлении напряжение и сила тока совпадают по фазе: на индуктивном — напряжение опережает силу тока на 90° , а на емкостном — на столько же отстает. Напряжения U_L и U_C находятся в противофазе, поэтому вначале находят векторно их сумму, прибавляют к ней векторно U_R , то есть напряжение на активном сопротивлении. U — результирующее напряжение, от которого в данном случае сила тока отстает по фазе на угол φ . По векторной диаграмме можно построить и определить напряжение U , которое опережает по фазе силу тока на угол φ : $U^2 = U_R^2 +$

$$+ (|U_L| - |U_C|)^2, \text{ то есть } U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}.$$

Согласно закону Ома $I^2 Z^2 = I^2 R^2 + I^2 (X_L - X_C)^2$.

Отсюда $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$.

Определяя полное сопротивление цепи, также можно построить векторную диаграмму сопротивлений (рис. 62).

Сложив с R векторную разность $(X_L - X_C)$, получают Z .

2. Если параллельно включить в цепь активное, индуктивное и емкостное сопротивления (рис. 63) и приложить

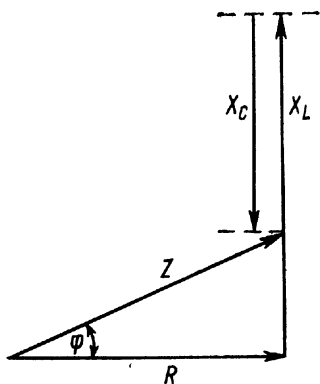


Рис. 62

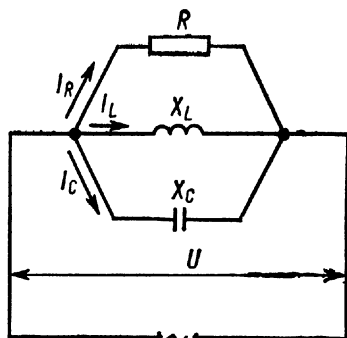


Рис. 63

переменное напряжение U , то сила тока в активном сопротивлении будет I_R , в индуктивном — I_L и в емкостном — I_C . Сила тока I до разветвления определяется суммой трех токов, которые имеют разные фазы после разветвления.

Чтобы сложить эти три тока, пользуются векторной диаграммой токов. На векторной диаграмме (рис. 64) за основу берут то напряжение U , с которым сила тока I_R совпадает по фазе (U и I_R параллельны). I_C опережает это напряжение на 90° , а I_L — на столько же отстает. Поскольку I_C и I_L находятся в противофазе, то вначале векторно находят их сумму, к которой векторно добавляют I_R . Получают I , которое отстает от напряжения по фазе на угол φ .

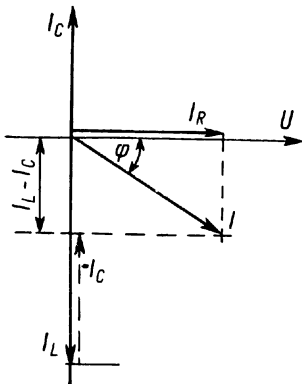


Рис. 64

С помощью рассмотренных векторных диаграмм очень доступно и наглядно решается ряд задач. Например, «Определить полное сопротивление цепи переменного тока, если в цепи последовательно включены участки со следующими данными: 1) $R = 3 \text{ Ом}$; $X_L = 4 \text{ Ом}$; 2) $R = 6 \text{ Ом}$; $X_C = 8 \text{ Ом}$; 3) $R = 12 \text{ Ом}$; $X_L = 24 \text{ Ом}$; $X_C = 8 \text{ Ом}$ ».

Для решения выбирают масштаб $1 \text{ см} \Leftrightarrow 1 \text{ Ом}$. В дальнейшем для удобства это обозначают: $R = 1 \text{ Ом} \Leftrightarrow 1 \text{ см}$.

В первом случае (рис. 46) нужно построить прямоугольный треугольник с катетами $R_1=3 \text{ Ом} \Leftrightarrow 3 \text{ см}$ и $X_2=4 \text{ Ом} \Leftrightarrow 4 \text{ см}$. В этом треугольнике определяют гипотенузу, которая согласно масштабу даст значение полного сопротивления $Z_1=50 \text{ Ом}$.

Во втором — строим прямоугольный треугольник с катетами $R_2=6 \text{ Ом} \Leftrightarrow 6 \text{ см}$ и $X_C=8 \text{ Ом} \Leftrightarrow 8 \text{ см}$. В этом треугольнике гипотенуза соответственно выбранному масштабу даст значение полного сопротивления $Z_2=10 \text{ Ом}$ (рис. 57).

Для третьего случая берется векторная диаграмма, приведенная на (рис. 62). Строим прямоугольный треугольник с катетами $R_3=12 \text{ Ом} \Leftrightarrow 12 \text{ см}$ и $X_L-X_C=(24-8) \text{ Ом} \Leftrightarrow 16 \text{ см}$. Длина гипотенузы соответственно масштабу даст значение сопротивления $Z_3=20 \text{ Ом}$.

24. Мощность переменного тока

Записав мгновенные значения напряжения и силы тока в цепи с активным и емкостным сопротивлениями: $u=U_0 \cos \omega t$, $i=I_0 \cos(\omega t+\varphi)$, учитель подчеркивает [47, с. 193], что переменный ток в течение небольшого промежутка времени можно считать неизменным. При этом условии мгновенную мощность переменного тока за очень малый промежуток времени можно записать так: $P=ui=U_0 I_0 \cos \omega t \cdot \cos(\omega t+\varphi)$.

Здесь внимание учащихся обращают на то, что: значение мощности изменяется периодически от максимального до минимального; мгновенное значение мощности зависит от сдвига фаз φ и может иметь также отрицательное значение.

Поскольку нужно знать не мгновенное значение мощности, а среднюю мощность на участке цепи за большой период времени, охватывающий несколько периодов колебаний, то для ее определения достаточно знать величину мощности за один период, так как в каждый последующий период в цепь поступает такая же энергия.

Используя формулу произведения двух косинусов, преобразуем формулу мгновенной мощности, а затем получим формулу средней мощности за один период, который не за-

$$\text{висит от времени. } \bar{P} = \frac{U_0 I_0}{2} \cos \varphi.$$

$$\text{Эту формулу преобразуем так: } \bar{P} = \frac{U_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{I_0}{\sqrt{2}} \cos \varphi.$$

Учитывая, что $\frac{U}{\sqrt{2}} = U$, $\frac{I}{\sqrt{2}} = I$, получим окончательно

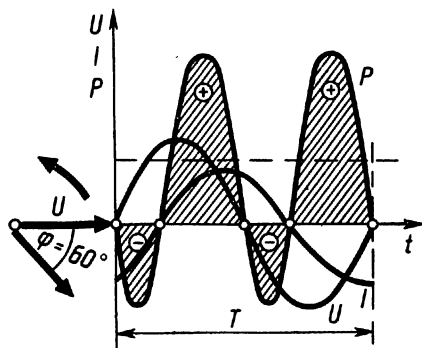
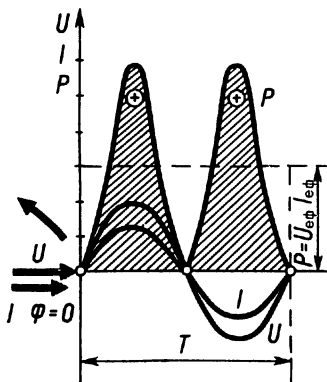
ную формулу мощности переменного тока на участке цепи:
 $P = UI \cos \varphi$.

Множитель $\cos \varphi$ называют коэффициентом мощности. Формула показывает, что мощность переменного тока зависит не только от эффективных значений силы тока I и напряжений U , но и от сдвига фаз (опережения, отставания) между напряжением и током.

В венгерских учебниках проводятся исследования зависимости мощности от сдвига фаз. Для случаев $\varphi=0^\circ$; $0^\circ < \varphi < 90^\circ$; $\varphi=90^\circ$. При рассмотрении случая $0^\circ < \varphi < 90^\circ$ особое внимание обращается и на два других случая $\varphi=0^\circ$; $\varphi=90^\circ$. В учебнике по физике [40, с. 194] дается соответственно и три графика. Для этого напряжение, силу тока и мощность изображают как функцию времени в одной и той же системе координат.

1) Если $\varphi=0^\circ$, то $\cos \varphi=1$ и $P=UI$. В цепи имеется только активное сопротивление. Мощность в виде $P=UI$ называют «мнимой». Единицей измерения этой мощности является вольт-ампер. Мгновенная мощность в этом случае (вследствие того же знака I и U) всегда положительная (рис. 65). Подчеркиваем, что амперметры и вольтметры градуированы по эффективным значениям тока и напряжения.

2) Если $0^\circ < \varphi < 90^\circ$, то есть в цепи имеется сдвиг фаз, то $P=UI \cos \varphi$. Это и есть действующая или так называемая ваттовая мощность. (Единица измерения — ватт). Действующая мощность является произведением мнимой мощности и коэффициента мощности. Действующая мощность совпадает со средней величиной мгновенной мощности.



Из анализа графика мгновенной мощности как функции времени (рис. 66) видно, что произведение ($P = ui$) является не всегда положительным. Численное значение алгебраической суммы положительных и отрицательных площадей дает выполненную работу, что изображено на графике.

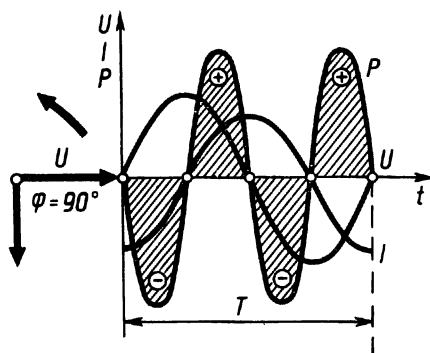


Рис. 67

3) Если $\varphi = 90^\circ$, то есть в цепи нет активного сопротивления, то $\cos 90^\circ = 0$ и $P = 0$.

В этом случае какое бы ни было мгновенное абсолютное значение тока и напряжения, мощность тока равняется нулю. Такой ток называют «холостым». Это иллюстрируют на графике (рис. 67), где алгебраическая сумма положительных и отрицательных площадей равна нулю. Делают следующие выводы:

1) в те промежутки времени, когда мощность и работа положительные величины, в цепи выполняется работа. Часть этой работы в виде теплоты передается окружающей среде; частично идет на увеличение энергии электрического и магнитного полей конденсатора и катушки индуктивности. Когда мощность и работа отрицательны, энергия электрического и магнитного полей уменьшается, при этом энергия из внешней цепи (запасенная в электрическом поле конденсатора и магнитного поля катушки) переходит в источник (генератор);

2) когда $\varphi = 90^\circ$, электрическая цепь не использует энергию. Энергия, полученная от генератора, в первую четверть периода накапливается в катушке или конденсаторе, а в следующую четверть генератор из внешней цепи обратно получает ту же энергию. Таким образом вся энергия движется от генератора во внешнюю цепь и обратно. Если бы не существовало, например, потери

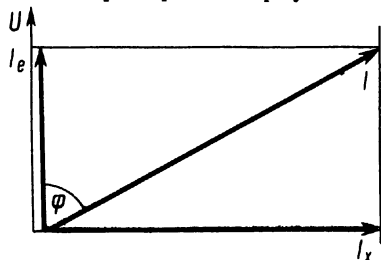


Рис. 68

тепла согласно закону Джоуля—Ленца, потери энергии на перемагничивание железа, то включенному генератору для вращения не надо было бы прибавлять механической энергии.

Проанализировав графики мощности, строят векторную диаграмму (рис. 68). Вектор напряжения U направляют вертикально вверх, к нему под углом сдвига фаз ϕ откладывают силу тока I . В венгерском учебнике по физике для IV класса гимназии сила тока раскладывается на две составляющие (I_e , I_x) и подчеркивается, что полезную работу может выполнять только составляющая сила I_e , совпадающая по фазе с напряжением. Составляющая I_x создает энергию, которая колеблется между генератором и внешней цепью.

25. Явление резонанса в цепи переменного тока

Резонанс напряжения в цепи переменного тока (рис. 69) в венгерских учебниках излагается со следующей демонстрацией. В цепь, содержащую катушку из $n = 300$ витков с сердечником и конденсатор емкостью 10 мкФ на $20\text{—}30 \text{ В}$ переменного напряжения, последовательно включают лампочку от карманного фонарика. Двигая сердечник, который замыкает магнитную цепь, наблюдают, что при открытом положении магнитной цепи лампочка не горит. Если же сердечник движется в направлении, указанном на рисунке стрелкой, то есть при увеличении индуктивного сопротивления, тогда можно найти такое положение, при котором яркость свечения лампочки увеличивается, а затем уменьшается. Если замкнуть магнитную цепь, лампочка не горит. Свечение будет наиболее ярким, когда индуктивное и емкостное сопротивления одинаковы. В этом

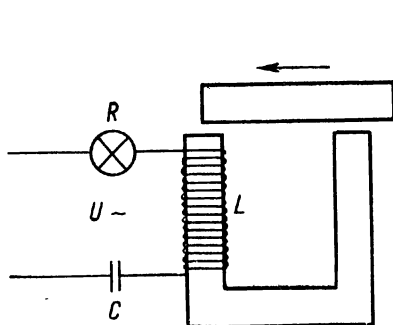


Рис. 69

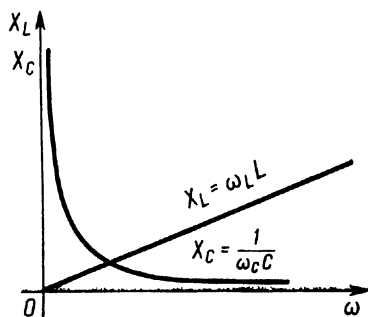


Рис. 70

случае результирующая этих двух сопротивлений равна нулю. Значит, при помощи этого опыта легко можно найти такое положение сердечника, при котором индуктивное и емкостное сопротивления одинаковы. В этом случае наступает резонанс.

Этот опыт иллюстрируется графически (рис. 70), то есть построением в одной и той же координатной системе зависимости $X_L = f(\omega)$ и $X_C = f(\omega)$. Точка пересечения этих графиков соответствует одинаковому значению индуктивного и емкостного сопротивлений при одной и той же частоте, то есть условию резонанса [31, с. 299].

26. Вывод формулы тонкой линзы

Формулу тонкой линзы венгерские методисты выводят так [43, с. 228]. Обозначим через n показатель преломления линзы относительно среды, а через C_1 и C_2 — центры кривизны линзы с радиусами R_1 и R_2 . В соответствии с рис. 71 падающий луч образует с главной оптической осью угол δ . После преломления на обеих поверхностях линзы луч образует с той же осью угол ε . Угол падения и угол преломления для первой поверхности обозначим соответственно через α и β , а для другой — через α' и β' . Углы, образованные перпендикулярами к сферическим поверхностям с главной оптической осью, обозначим через γ_1 и γ_2 .

Согласно закону преломления $\sin \alpha = n \sin \beta$, $\sin \alpha' = n \sin \beta'$. Рассуждения справедливы только для лучей,

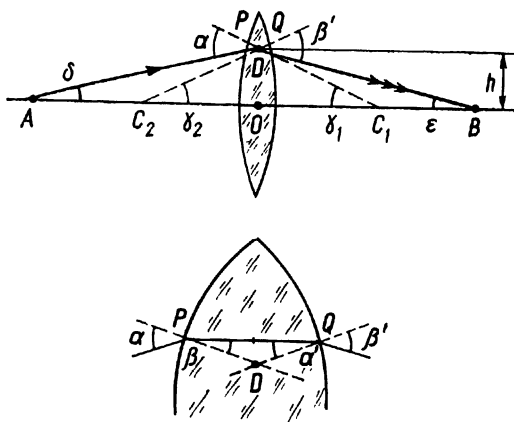


Рис. 71

которые образуют с главной оптической осью незначительные углы. Другими словами, вывод дается для тонкой собирающей линзы.

Для малых углов синусы или тангенсы можно заменить значениями самих углов. Тогда предыдущее выражение можно переписать в следующем виде: $\alpha = n\beta$, $\beta' = n\alpha'$. Поскольку α и β' внешние углы треугольников PC_1A и QBC_2 , то: $\delta + \gamma_1 = n\beta$ и $\varepsilon + \gamma_2 = n\alpha'$. После сложения этих уравнений получаем: $\delta + \varepsilon + \gamma_1 + \gamma_2 = n(\beta + \alpha')$. В треугольниках PDQ и C_1DC_2 внутренние углы при вершине D равны как вертикальные, ввиду чего суммы других углов этих треугольников тоже равны: $\gamma_1 + \gamma_2 = \beta + \alpha'$. Учитывая это, перепишем предыдущее уравнение так: $\delta + \varepsilon = (n - 1)(\gamma_1 + \gamma_2)$. Заменяя углы их тангенсами, получаем: $\text{tg } \delta + \text{tg } \varepsilon = (n - 1) \times (\text{tg } \gamma_1 + \text{tg } \gamma_2)$.

Приняв расстояние точек P и Q от главной оптической оси равным h , при $AO \approx OB$ можем записать: $\text{tg } \delta \approx \frac{h}{d}$ и

$\text{tg } \varepsilon \approx \frac{h}{f}$, а $\text{tg } \gamma_1 \approx \frac{h}{R_1}$ и $\text{tg } \gamma_2 \approx \frac{h}{R_2}$. После подстанов-

ки и преобразования получаем: $\frac{h}{d} + \frac{h}{f} = (n - 1) \times \left(\frac{h}{R_1} + \frac{h}{R_2} \right)$ или: $\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$.

Одновременно в учебнике [39, с. 144] дается и графический вывод формулы линзы.

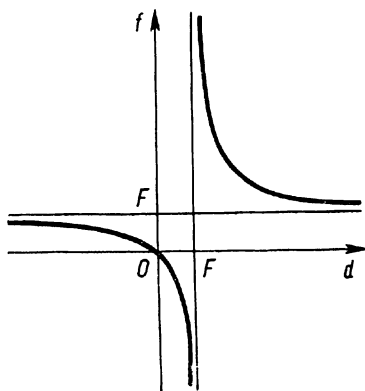


Рис. 72

Исследования полученных изображений предмета с помощью сферических зеркал и линз венгерские методисты проводят, используя графическую зависимость между расстояниями от предмета и его изображения до оптического центра сферических зеркал и линз (рис. 72).

Поскольку кривая имеет вид гиперболы, она описывается уравнением, выражающим постоянство суммы обратных величин ординат точек кривой, то есть

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \text{const} = \frac{1}{F}.$$

Характерными случаями, на которые обращают внимание учащихся, являются следующие:

1) $d = \infty$; тогда формула зеркала (линзы) примет вид:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} \text{ или } f = F.$$

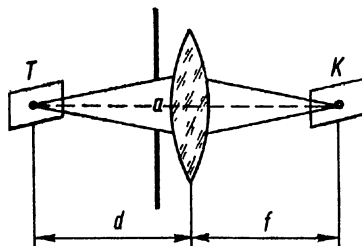


Рис. 73

2) $f = \infty$ тогда аналогично предыдущему: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d}$ или $d = F$.

27. Понятие диафрагмы и освещенность изображения

В венгерском учебнике [43, с. 298] заслуживает внимания формулировка понятия и роли диафрагмы, применение которой дает возможность регулировать качество изображения, изменять силу освещенности изображения, изменять площадь, влиять на яркость изображения и т. д. (рис. 73).

Здесь показана зависимость освещенности изображения от диаметра диафрагмы. Исходя из определения $E = \frac{\Phi}{S_{\text{изоб}}}$,

где $S_{\text{изоб}}$ — площадь изображения. Из формулы следует:

а) $\Phi \sim I$; б) для этого же источника световой поток обратно пропорционален квадрату расстояния $\Phi \sim \frac{1}{d^2}$; в) световой поток пропорционален площади, перпендикулярной к

потоку $\Phi \sim S$, то есть $\Phi = \frac{IS}{d^2}$ или

$$E = \frac{IS}{d^2 S_{\text{изоб}}}. \quad (1)$$

Площадь изображения определяется размером предмета, а также расстоянием между изображением и предметом.

Так как площади плоских подобных фигур относятся как квадраты соответствующих расстояний, то $\frac{S_{\text{изоб}}}{S_{\text{пр}}} =$

$$= \frac{H^2}{h^2} = \frac{f^2}{d^2},$$

где H — линейные размеры изображения; h — линейные размеры предмета.

$$\text{Отсюда} \quad S_{\text{изоб}} \cdot d^2 = S'_{\text{пр}} \cdot f^2. \quad (2)$$

Подставляя (2) в исходную формулу (1), получим: $E = \frac{IS}{S_{\text{пр}} \cdot f^2}$. Если диаграмма имеет площадь окружности, то, выражая площадь окружности отверстия через диаметр D , получим $S = \pi R^2 = \frac{\pi D^2}{4}$, тогда: $E = \frac{\pi I}{4S_{\text{пр}}} \left(\frac{D}{f} \right)^2$. В фотоаппаратах, где d намного больше f , изображение практически появляется в фокальной плоскости ($f \sim F$) и тогда: $E = \frac{\pi I}{4S_{\text{пр}}} \left(\frac{D}{F} \right)^2$.

Отношение $\frac{D}{F}$ называется относительным отверстием, а $\left(\frac{D}{F} \right)^2$ — светосилой линзы.

28. Лупа

Как считают венгерские методисты [43, с. 307] при изучении лупы целесообразно дать вывод формулы увеличения угла зрения. При $d < F$ и для расстояния наилучшего зрения можно согласно рисунку 74 записать: $f = -(d_0 - x)$. Или, исходя из условия малых углов:

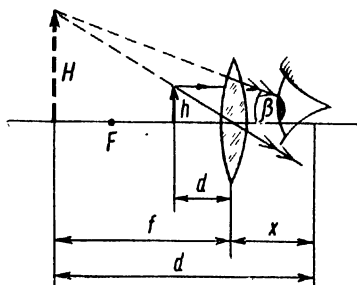
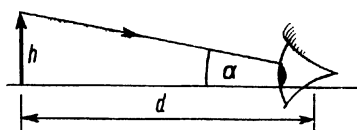


Рис. 74

$$\Gamma = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{H/d_0}{h/d_0} = \frac{H}{h} \dots$$

Увеличение угла зрения совпадает с увеличением линзы, а это дает возможность записать:

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{f-F}{f} =$$

$$= \frac{-(d_0 - x) - F}{F} = -\frac{d_0}{F} + \frac{x}{F} - 1 = -\left(1 + \frac{d_0}{F}\right) + \frac{x}{F}. \quad \text{Для}$$

лупы увеличение угла зрения при условиях расстояния наилучшего зрения зависит от расстояния между глазом и линзой. Увеличение будет наибольшим, если глаз максимально близок к линзе, то есть, когда $x \approx 0$, и тогда $\Gamma = -\left(1 + \frac{d_0}{F}\right)$.

29. Один из способов демонстрации явления интерференции света

В учебнике физики [39, с. 163] описывается такая демонстрация явления интерференции света.

Пропуская однородный свет через узкую щель на экране, получают светлую полоску, то есть изображение этой щели. Если на пути пучка света поставить почти параллельно к направлению пучка плоское зеркало так, чтобы пучок как бы касался зеркала (рис. 75), то на экране возникнет изображение, получающиеся светлые и темные полосы, то есть видимая картина интерференции. Это обусловлено тем, что лучи, проходящие через оптический центр линзы, падают на экран по прямой линии, а расходящиеся лучи, отражаясь от зеркала, падают в ту же точку экрана, имея определенную разность хода относительно первых.

30. Демонстрация явления радиоактивности

Чтобы можно было наблюдать явление радиоактивного распада элементов, венгерские методисты проводят такой эксперимент [40, с. 278]. В одну из чистых стеклянных пробирок опускают стрелку от часов, покрытую фосфоресцирующей краской. В другую — помещают небольшое количество пыли сульфата цинка и поворачивают пробирку до тех пор, пока пыль не осядет на внутренней поверхности пробирки. Затем обе пробирки соединяют резиновым шлангом, как показано на рисунке 76. Через несколько часов в пробирке, покрытой сульфатом цинка, можно наблюдать сцинтилляции — вспышки. Эти вспышки можно наблюдать, отсоединив пробирку от резинового шланга, что

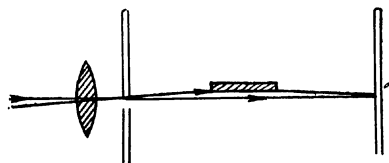


Рис. 75

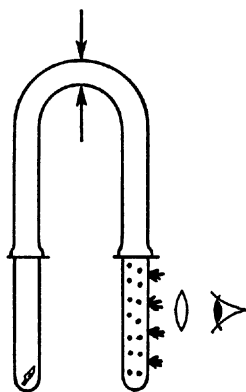


Рис. 76

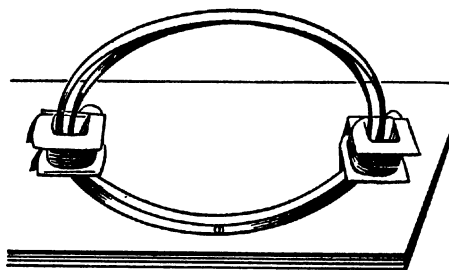


Рис. 77

свидетельствует о том, что вспышки в пробирке не обусловлены α или β частицами, излучаемыми веществом, нанесенным на стрелку. Эти излучения полностью поглощаются воздухом. Наблюдаемые вспышки свидетельствуют о возникновении нового радиоактивного химического элемента.

31. Механическая модель ускорителя

Разработанная венгерскими методистами демонстрационная установка «Механическая модель ускорителя» (рис. 77) используется при изложении вопросов, связанных с ускорением заряженных частиц в атомной физике. Эта установка является также очень полезной при изучении тем: «Определение удельного заряда электрона», «Циклический ускоритель», «Зависимость массы от скорости. Релятивистская динамика», «Синхрофазотрон».

Для изготовления установки используют деревянную доску ($400 \times 400 \times 20$ мм) и две полосы, вырезанные из стальной пластинки шириной 20—25 мм. Согнув полосы в кольцо (для имитации круговой траектории), располагают их на доске перпендикулярно на расстоянии 16 мм друг от друга. При этом длина внутренней полосы — 942 мм, внешней — 1036 мм. На кольцо надевают, как показано на рисунке, две катушки, которые можно изготовить и самим. Для этого на картонный каркас диаметром 25 мм наматывают 3600 витков изолированного провода диаметром 0,2 мм. Катушки подключают в сеть последовательно с кольцом. На кольцо ставят стальной шарик (диаметром 20 мм), который моделирует протон или другую заряжен-

ную частицу, движение которой необходимо ускорить. Стальные пластинки покрашены. Для контакта шарика оставлены непокрашенными торцы пластин, примерно 10 мм от начала обеих катушек. Когда шарик проходит в неизолированном месте кольца, он периодически на короткое время включает в электрическую цепь катушку. Вследствие этого магнитное поле катушки втягивает шарик в катушку с силой, которая периодически ускоряет движение шарика по кольцу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Усовершенствование содержания обучения и применение новых, эффективных методов обучения стало назревшей необходимостью. Один из путей решения этой проблемы — обмен опытом в области преподавания физики в различных странах и прежде всего в странах социалистического содружества.

Многие советские ученые-методисты (В. Г. Разумовский, П. А. Алексеев, Е. В. Озрина, К. В. Любимов и др.) с целью усовершенствования учебного процесса провели большую работу по изучению опыта преподавания физики в разных странах. Однако содержание и методы обучения физики в венгерских школах изучены недостаточно. Более того, до сего времени в советской научной методической литературе не издавались еще монографии, учебные пособия и другая обобщенная литература, посвященная методике преподавания физики в ВНР.

Достижения в преподавании физики в школах ВНР, несомненно, представляют практический интерес как для учителей, так и для методистов. Построение учебников, программ и преподавание физики в венгерских школах достойно углубленного анализа. Использованные нами из венгерских учебников дидактические средства и приемы объяснения отдельных тем являются вполне доступными и эффективными, создают возможность в плане международных связей и контактов взаимного обогащения и усовершенствования содержания и методов обучения физике в советской школе.

ПРОГРАММЫ ПО ФИЗИКЕ ДЛЯ ШКОЛ ВНР

ВОСЬМИЛЕТНЯЯ ШКОЛА

6 класс (2 ч в неделю, всего 64 ч)

1. Взаимодействие, сила, движение (≈ 14 ч)

Взаимодействия. Конкретные примеры взаимодействий из разных областей физики.

Наблюдение движения свободного тела, равномерное прямолинейное движение.

Состояние покоя и состояние движения. Инертность тел, масса. Изменение состояния движения при взаимодействии тел. Сила и уравнивающая сила. Интерпретация сил.

Виды сил. Взаимодействия между двумя соприкасающимися тела-

ми. Мускульная сила, вес, сила трения, сила сопротивления среды, сила упругости.

Взаимосвязь между силой, массой тела и изменением состояния движения.

Взаимодействие между двумя несоприкасающимися телами: гравитационная сила, магнитная и электрическая сила притяжения и отталкивания.

Деформация тела под действием силы. Динамометр.

Обозначение силы, единица и способы ее измерения, измерение силы.

Вес тела и его масса.

Сравнение масс тел с одинаковыми объемами. Плотность.

Дополнительный материал

Движение небесных тел. Принцип действия ракеты. Изменение веса тела на Земле, вес тела на других небесных планетах. Невесомость. Вычисление массы тела по плотности и объему. Вычисление объема тела по плотности и массе.

II. Энергия, работа и теплота (≈ 18 ч)

Анализ взаимодействий с энергетической точки зрения на примерах, взятых из разных областей физики. Общее понятие энергии.

Виды энергии: взаимодействия, кинетическая, световая, химическая, атомная, внутренняя.

Преобразование энергии. Закон сохранения энергии.

Мера изменения механической энергии. Понятие работы.

Работа как процесс и мера изменения энергии, возникающие при механических воздействиях.

Вычисление механической работы, единицы ее измерения.

Изменение механической энергии тела при совершении работы.

Броуновское движение. Диффузия. Хаотическое движение частиц.

Корпускулярное строение тел. Понятие о внутренней энергии.

Работа силы трения. Нагревание тела при трении.

Температура как характеристика внутренней энергии. Изменение внутренней энергии при термических взаимодействиях и взаимодействиях, обусловленных трением. Горение и теплота сгорания топлива. Удельная теплота сгорания.

Теплопроводность, конвекция и тепловое излучение как виды передачи энергии.

Дополнительный материал

Вычисление силы по заданной работе и перемещению. Вычисление пути по заданной работе и силе.

III. Тепловые явления (≈ 8 ч)

Выравнивание температур. Количество теплоты. Удельная теплоемкость вещества.

Изменение размеров тел при нагревании и охлаждении. Теоретические основы измерения температуры. Роль термического изменения размеров тел и его практическое применение. Изменение объема воды при изменении ее температуры; значение этого явления в природе и техни-

ке. Описание агрегатных состояний на основе силы взаимодействия и растяжения между частицами.

Изменения агрегатных состояний: плавление, замерзание, испарение, кипение, конденсация. Точка плавления, точка кипения. Удельная теплота плавления и кипения. Факторы, влияющие на испарение. Первый закон термодинамики.

Дополнительный материал

История термометра. Шкала Кельвина.

Изменение различных свойств тел при изменении температуры. Изменение плотности при изменении температуры.

Энергетические проблемы экономики.

Распределение часов

На изучение нового материала	≈ 40 ч
Лабораторные работы	3 ч
Экскурсии	3 ч
Закрепление, повторение, обобщение, контроль	18 ч

7 класс (2 ч в неделю, всего 64 ч)

1. Электрический ток (≈ 18 ч)

Основные правила техники безопасности, связанные с электричеством.

Электрический заряд и напряжение. Электрический ток. Свободный электрон.

Электрическая цепь. Источник тока, потребители, провода.

Проводники и диэлектрики. Обозначения в электрической цепи.

Электрическая цепь с несколькими потребителями. Последовательное и параллельное соединения потребителей. Выключатель в электрической цепи. Сборка электрических цепей на основе схемы.

Гальванические элементы. Наблюдение за работой потребителей.

Анализ электрических цепей. Электрические источники энергии.

Измерение напряжения. Элементарные приемы техники измерений. Измерение напряжения на различных участках электрической цепи.

Последовательное и параллельное соединения гальванических элементов. Напряжение на потребителе в электрической цепи и на выходах параллельно или последовательно включенных потребителей.

Реостат в электрической цепи. Регулирование напряжения реостатом. Измерение напряжения на клеммах реостата.

Измерение силы тока. Элементарные приемы техники измерений. Измерение силы тока в случае одного потребителя, в случае параллельно и последовательно включенных потребителей.

Изменение силы тока при изменении сопротивления.

Связь между напряжением и силой тока. Закон Ома.

Электрическое сопротивление, его обозначение, вычисление, единица измерения.

Изучение взаимосвязи между сопротивлением и электрическим током при постоянном напряжении.

Вычисление напряжения по сопротивлению и силе тока. Вычисление силы тока по сопротивлению и напряжению.

Факторы, определяющие сопротивление проводников.
Результирующее сопротивление последовательно и параллельно включенных потребителей.

Дополнительный материал

Элементы Вольта и Лекланше.

Взаимосвязь между напряжением источника тока и напряжением на выходах потребителей. Связь между силами токов измеряемых в основном, и в разветвленных участках цепи.

Устройство реостата. Вычисление сопротивления по известным размерам проводника. Связь между сопротивлением последовательно включенных потребителей и напряжением.

II. Разновесие в жидкостях и газах (≈ 10 ч)

Наблюдение действия силы давления. Давление, его обозначение, вычисление, единицы измерения. Вычисление силы давления по давлению и площади опоры. Вычисление площади опоры по давлению и силе давления.

Экспериментальное изучение гидростатического давления. Связь между гидростатическим давлением и высотой столба жидкости или ее плотностью. Сообщающиеся сосуды с одинаковыми и разными по плотности жидкостями в них. Равновесие жидкости в сообщающихся сосудах. Капиллярность. Выталкивающая сила жидкости. Закон Архимеда. Равновесие сил, действующих на тело, погруженное в воду. Водный транспорт.

Атмосферное давление. Опыт Торричелли. Выталкивающая сила воздуха.

Дополнительный материал

Вычисление гидростатического давления.

Сжимаемость газов. Связь между объемом и давлением газа, находящегося в замкнутом сосуде при постоянной температуре.

Приборы, основанные на разности давления.

Исследования в высоких слоях атмосферы и глубинах моря.

III. Простые механизмы и тепловые двигатели. Мощность и КПД (≈ 12 ч)

Изменение направления и величины силы. Простые механизмы. Одноплечевой и двухплечевой рычаги. Момент силы. Правило моментов.

Вращающий момент, обозначение, вычисление и единицы его измерения.

Условие равновесия на рычаге. Виды равновесия. Вычисление силы и плеча силы.

Наклонная плоскость. Измерение силы, необходимой для удержания тела на наклонной плоскости. Зависимость силы от угла наклона. Передача механической энергии.

Преобразование энергии.

Тепловые двигатели. Паровая турбина и двигатели внутреннего сгорания (4-тактный двигатель, дизель-двигатель) и физические основы их действия.

Мощность, обозначение, вычисление, единицы ее измерения.
 Вычисление работы по мощности и времени.
 Вычисление времени по мощности и работе. Равенство работ при использовании механизмов. КПД механизмов и его вычисление.

Дополнительный материал

Шкивы. Блоки. Неподвижный и подвижный блоки. Рычагоподобные инструменты и средства, их применения в машинах. Клин и винт. Практическое применение простых механизмов. Действие 2-тактного двигателя внутреннего сгорания. Из истории двигателей внутреннего сгорания. Вычисление мощности по заданной силе, пути, времени или по скорости и силе.

Распределение часов

Изучение нового материала	40 ч
Лабораторные работы	4 ч
Экскурсии	3 ч
Закрепление, повторение, обобщение и контроль	17 ч

8 класс (2 ч в неделю, всего 64 ч)

I. Движение тел (≈ 15 ч)

Относительность покоя и движения.
 Механическое движение. Изменение скорости, ускорение.
 Равномерное прямолинейное движение. Скорость, средняя скорость. Обозначение скорости, вычисление, единицы измерения.
 Вычисление пути по скорости и времени, а времени по скорости и пути.
 Закон инерции. Основные понятия об инерциальных системах.
 Количество движения и сохранения импульса при ударе.
 Переменное движение: Движение при действии силы трения и сопротивления среды. Факторы, влияющие на силы трения.
 Свободное падение, постоянное ускорение.
 Движение по окружности, колебательное движение, волновое движение, описание динамики звуковых волн.

Дополнительный материал

Движение Солнца. Гелиоцентрическая система отсчета. Движение планет.
 Изменение количества движения и импульс силы.
 Давление газа. Факторы, влияющие на сопротивление среды.
 Распространение энергии при колебательном и волновом движении.

II. Световые явления (≈ 8 ч)

Примеры взаимодействий, связанных со светом. Световые волны как носитель энергии.
 Источники света. Прямолинейное распространение света. Скорость света.

Отражение света. Равенство углов падения и отражения. Отражение параллельного светового пучка от плоского, выпуклого и вогнутого зеркал. Фокус и фокусное расстояние.

Изображение предметов в плоском, вогнутом и выпуклом зеркалах. Свойства зеркального изображения. Действительные и мнимые изображения.

Преломление света на границе воздух — вода, на плоской стеклянной пластине, на стеклянной призме. Прохождение параллельного светового пучка через выпуклую и вогнутую линзы. Фокус и фокусное расстояние выпуклой линзы.

Изображение в выпуклой линзе. Свойства изображения. Выпуклая линза как простой увеличитель. Линза кинопроектора, линза фотоаппарата.

Разложение белого света призмой. Радуга. Цвет предметов.

Дополнительный материал

Расстояния в космосе. Зеркальный перископ. Построение изображения в выпуклом и вогнутом зеркалах, в выпуклой и вогнутой линзах. Практические советы, связанные с применением кинопроектора и фотоаппарата. Киноаппарат. Очки. Микроскоп и телескоп. Ультрафиолетовое и инфракрасное излучения.

III. Электрический ток и его действия. Индукция (≈ 15 ч)

Мощность электрических потребителей. Вычисление мощности, единицы ее измерения.

Вычисление напряжения по мощности и силе тока. Вычисление силы тока по мощности и напряжению.

Объяснение обозначений на потребителях.

Вычисление работы электрического потребителя.

Тепловое действие тока. Физические основы и энергетическое толкование действия электронагревательных приборов. Способы включения и расчет израсходованной электроэнергии.

Магнитное действие тока. Электромагнит.

Приборы, основанные на магнитном действии электрического тока: реле, электроизмерительные приборы.

Индукцированный ток и напряжение. Факторы, влияющие на индуцированное напряжение. Переменный ток.

Магнитные и тепловые действия переменного тока. Трансформатор.

Дополнительный материал

Вычисление работы потребителя по напряжению, силе тока и времени.

Прибор для измерения мощности. Из истории электрической лампы. Звонок. Автоматический предохранитель, двигатель постоянного тока. Из истории электрификации железных дорог.

Направление индуцированного тока. Передача и использование электрической энергии. Трехфазный ток. Физические основы действия микрофона, телефона и магнитофона. Возникновение переменного электромагнитного поля, распространение электромагнитной энергии. Шкала электромагнитных волн. Радио, телевизор, правила их применения.

Распределение часов

Изучение нового материала	38 ч
Лабораторные работы	3 ч
Экскурсии	3 ч
Закрепление, повторение, обобщение и контроль	20 ч

ГИМНАЗИЯ

I класс (2 ч в неделю, всего 64 ч)

Введение (4 ч)

Методы познания природы. Наблюдение. Эксперимент. Моделирование.

Механические и термические взаимодействия (≈36 ч)

Газ и изменение его состояний. Модель идеального газа. Изменение состояния газа при постоянном объеме. Энергетическое толкование изменения давления, внутренняя энергия газа. Изменение состояния газа при постоянном давлении, работа расширения. Объединенный закон газа. Абсолютная шкала температур.

Жидкость. Простая структурная модель жидкости. Жидкость под действием внешней силы. Гидростатическое давление. Выталкивающая сила. Поверхностное натяжение. Определение размеров молекулы жидкости. Термическое расширение жидкости.

Твердое тело. Простая модель его строения. Упругая деформация. Тепловое расширение.

Изменение агрегатных состояний, их объяснение на основе структурной модели. Объяснение изменений агрегатных состояний вещества.

Дополнительный материал

Парциальное давление. Уравнение состояния газов. Адиабатический процесс.

Определение размеров малых частиц на основе поверхностного натяжения. Поверхностная энергия. Давление, обусловленное мениском жидкости, капиллярность. Константы вещества.

Распределение часов

Изучение нового материала	40 ч
Лабораторные работы	6 ч
Письменный контроль	4 ч
Закрепление, повторение, годовое обобщение, экскурсия	14 ч

II класс (2 ч в неделю, всего 64 ч)

Инерция, импульс, сила (≈18 ч)

Прямолинейное движение, средняя и мгновенная скорость (опыт с тележкой).

Инерция, инерциальные системы.

Соударения тел одинаковой массы (масса, сохранение импульса), изменение импульса. Интенсивность ударов, сила, законы движения

Ньютона, понятие ускорения, движение под действием постоянной силы, качественное объяснение колебательного движения.

Движение на плоскости и в пространстве, вектор скорости, вектор ускорения, вектор силы. Причинно-следственный принцип в динамике Ньютона.

Движение центра масс (≈ 4 ч)

Макротела, системы точек, центр масс. Вынужденные движения (наклонная плоскость, маятник). Равновесие.

Энергия (≈ 6 ч)

Кинетическая энергия. Энергия взаимодействия. Работа. Закон сохранения энергии. Энергия упругих и гравитационных взаимодействий. Математическая запись законов сохранения в механике.

Силы трения. Коэффициент трения.

Криволинейное движение (≈ 12 ч)

Движение по окружности, центростремительное и тангенциальное ускорения, равномерное движение по окружности, движение планет. Закон всемирного тяготения. Вывод III закона Кеплера.

Планеты, астероиды, спутники планет, искусственные спутники.

Решение задач (движение по окружности).

Всемирное тяготение, масса гравитационная и инертная.

Опыт Этвеша, сравнение гравитационного ускорения Земли и центростремительного ускорения Луны, масса Земли.

Законы сохранения импульса.

Вращение тела с неподвижной осью. Связь между моментом инерции и вращающим моментом на основе закона движения Ньютона, вращение Земли.

Дополнительный материал

Соппротивление среды. Динамическое описание движений. Движение тела под действием нескольких сил. Движение тела, брошенного под углом к горизонту. Принцип измерения массы.

Распределение часов

Изучение нового материала	40 ч
Лабораторные работы	6 ч
Письменный контроль	4 ч
Закрепление, повторение, годовое обобщение, экскурсия	14 ч

III класс (3 ч в неделю, 96 ч за год)

Колебания и волны (≈ 11 ч)

Описание гармонического движения и его динамика. Закон сохранения энергии, затухающие и вынужденные колебания, резонанс.

Описание волнового движения, длина волны, частота, упругие волны, продольные и поперечные волны, поляризация.

Принцип Гюйгенса, стоячие волны.

Взаимодействие заряда и электрического поля (≈ 18 ч)

Взаимодействие неподвижных электрических зарядов. Близкодействие и действие на расстоянии.

Электрическое поле. Напряженность электрического поля и понятие электрического заряда (действие поля на тело).

Заряд как источник поля, закон Гаусса (действие заряда на поле). Закон Кулона.

Потенциал, разность потенциалов, напряжение.

Диполь.

Металлы в электрическом поле, емкость. Энергия электрического поля.

Взаимодействие тока и магнитного поля (≈ 12 ч)

Электрический ток, закон Ома, закон Джоуля — Ленца, проводимость, сопротивление.

Закон сохранения электрического заряда, законы Кирхгофа.

Взаимодействие токов, действие магнитного поля на движущийся заряд, сила Лоренца.

Действие тока на магнитное поле, вихревое магнитное поле.

Определение магнитного поля прямолинейного проводника и соленоида, электромагниты, постоянные магниты, железный сердечник.

Электромагнитная индукция, самоиндукция, индуктивность, энергия магнитного поля.

Вакуумные трубки. Телеэкран.

Действие магнитного поля на электрическое поле (≈ 7 ч)

Магнитное поле, изменяясь во времени, порождает электрическое поле.

Возникновение переменного напряжения, переменный ток.

Трансформатор, передача электроэнергии.

Колебательные контуры, резонанс.

Действие электрического поля на магнитное поле (≈ 14 ч)

Электрическое поле, изменяясь во времени, порождает магнитное поле.

Возникновение электромагнитных волн.

Антенны, излучение, распространение электромагнитных волн, модуляция, роль колебательного контура в передатчике и приемнике.

Описание электромагнитных волн, их энергия, распространение электромагнитной энергии, затухание колебаний в колебательном контуре во время излучения, обратная связь.

Импульс электромагнитного поля.

Световые электромагнитные волны, цвет, дифракция, интерференция, измерение длины волн, спектр, спектральный анализ.

Спектр электромагнитных излучений.

Дополнительный материал

Сложение колебаний. Затухающие колебания. Музыкальные инструменты, высота звука, резонаторы, ухо. Эффект Доплера, ультразвук.

Электронные трубки. Геометрическое описание отражения и преломления. Красное смещение. Эквипотенциальные поверхности. Затухающее электромагнитное колебание. Подробное объяснение $E=mc^2$.

Распределение часов

Изучение нового материала	62 ч
Лабораторные работы	8 ч
Письменный контроль	6 ч
Закрепление, повторение, резюме, экскурсия	20 ч

IV класс (3 ч за неделю, 84 ч за год)

Статистическая физика (≈ 15 ч)

Необратимые процессы. Первый закон термодинамики.

Статистическое объяснение второго закона термодинамики. В замкнутой системе возрастает неупорядоченность.

Объемная плотность (объяснение диффузионной модели). Распределение энергии между молекулами. Распределение Больцмана. Введение статистической вероятности как возможности определения количества молекул. Термодинамическая вероятность. Энтропия.

Передача энергии. КПД цикла.

Атомы и элементарные частицы (≈ 20 ч)

Корпускулярные свойства света (опытное доказательство). Часто-ты Бора.

Квантовая природа электрона (опыт Милликена) и его волновая природа (опыт Девиссона—Джермера), длина волн де Бройля.

Единство природных явлений, соотношение неопределенностей.

Объяснение стабильности состояния атома.

Стоячие волны в двухмерных и трехмерных пространствах.

Возбужденные состояния атомов, энергетические уровни, линейчатый спектр.

Принцип Паули, периодическая система.

Траектория молекулы, химические связи.

Металлы, свободные электроны, проводники, сверхпроводимость, абсорбция света.

Диэлектрики, полупроводники. Зонная теория проводимости.

Физика ядра (≈ 10 ч)

Строение атома, протон, нейтрон, ядерная сила, короткодействующие ядерные силы.

Преобразование атомных ядер легких элементов, закрытые уровни, энергия связи атомных ядер, самое выгодное протонно-нейтронное соотношение.

Формула энергии связи на основе капельной модели. Роль соотношения протонов и нейтронов, изотопы, наиболее стабильные изотопы.

Радиоактивный распад, сдвиг минимума энергии, гамма-распад, β -излучение, α -излучение, спонтанное расщепление атома. Выделение энергии при делении тяжелых ядер, образование нейтронов при ядерном распаде, цепная реакция. Атомная бомба, транс-ураны, реакторы,

атомные станции. Роль реакторов, опасность для общества, рассмотрение земных источников энергии, ядерная реакция, водородная бомба, нейтронная бомба.

Астрономия (≈ 10 ч)

Образование галактик и звезд. Выделение энергии Солнцем.

Продолжительность жизни звезд.

Образование элементов в звездах, превращение элементов в космосе.

Образование Солнечной системы. Двойные звезды.

Образование планетных систем.

Атмосфера Земли.

Дополнительный материал

Животный мир, фотосинтез, роль излучения света.

Основы химической термодинамики, равновесие изотермных, открытых систем, принцип минимума энергии и возрастания энтропии, качественные определения свободной энергии.

Собственная и примесная проводимость полупроводников. Транзисторы, термисторы, полупроводники как электронные элементы, электронные машины, возможности автоматики.

Химическая эволюция, возникновение жизни, атмосфера.

Биологическая эволюция.

Распределение часов

Изучение нового материала	55 ч
Лабораторные работы	4 ч
Письменный контроль	5 ч
Повторение, закрепление, годовое обобщение, экскурсия	20 ч

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энгельс Ф. Диалектика природы.— Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 339—796.
2. Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм.— Полн. собр. соч., т. 18. 525 с.
3. Ленин В. И. Философские тетради.— Полн. собр. соч., т. 29, 782 с.
4. Ленин В. И. Задачи союза молодежи.— Полн. собр. соч., т. 41, с. 298—318.
5. Программа Коммунистической партии Советского Союза. М.: Политиздат, 1976, 144 с.
6. Алексеев П. А. Проблемы методики преподавания физики.— Физика в школе, 1974, № 6, с. 91—92.
7. Буховцев Б. Б., Климонтович Ю. Л., Мякишев Г. Я. Физика: Учебник для 9 кл. сред. шк. М.: Просвещение, 1983. 271 с.
8. Гончаренко С. У., Воловик П. Н. Физика: Учебное пособие для 9 кл. вечерней (сменной) сред. общеобразовательной школы. М.: Просвещение, 1979, 192 с.
9. Горонувська В. Т., Деркач Я. Ф., Лапшук В. Ф. Уроки фізики в 7 класі. К.: Рад. школа, 1974, 128 с.
10. Кикоин И. К., Кикоин А. К. Физика: Учебник для 8 кл. сред. шк. М.: Просвещение, 1983, 224 с.
11. Коршак Є. В. Коливання і хвилі. К.: Рад. школа, 1974, 120 с.
12. Кордун Г. Г., Сабо А. М. Використання математичного апарату для поглибленого вивчення фізики.— У кн.: Викладання фізики в школі. К.: Рад. школа, 1980, с. 48—55.
13. Ломоносов М. В. Полн. собр. соч. М.—Л., т. 2, 1951, 726 с.
14. Любимов К. В. Новые учебники физики для VI и VII классов основной школы Венгрии. — Физика в шк., 1981, № 3, с. 85—87.
15. Миргородський Б. Ю. Навчальна радіоелектронна апаратура. К.: Рад. школа, 1976, 192 с.
16. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б. Физика: Учебник для 10 кл. сред. шк. М.: Просвещение, 1982. 320 с.
17. Перышкин А. В., Родина Н. А. Физика: Учебник для 6—7 кл. средней шк. М.: Просвещение, 1982. 320 с.
18. Прокофьев М. А. Советская общеобразовательная школа на современном этапе. М.: Мысль, 1975. 68 с.
19. Програми середньої загальноосвітньої школи. Фізика. Астрономія. К.: Рад. школа, 1982. 57 с.
20. Разумовский В. Г. Важнейшие направления совершенствования преподавания физики в школе.— Физика в шк. 1978, № 4, с. 3—8.
21. Разумовский В. Н., Майер Л. Физика в средней школе социалистических стран.— Физика в шк., 1975, № 4, с. 89—97.
22. Разумовский В. Г. Проблема сравнительной оценки уровня учащихся общеобразовательной средней школы в разных странах. М.: Изд-во АПН. 1977. 94 с.
23. Az általános iskolai nevelés és oktatás terve. Fizika 6—8 osztály, Budapest, 1978, 29 с.
24. Bor Pál, Bonifert Domokosné, Halász Tibor, Molnár Györgyné. Mit kell tudni a fizika tanításához a 6 osztályban. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980. 104 с.
25. Bonifert Domokosné, Halász Tibor, Szántó, Lajos. Fizika 6. Feladatlapok. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980, 40 с.

26. Bor Pál, Halász Tibor, Kovács László, Miskolczi Józsefné, Szántó Lajos. Hogyan tanítsuk a fizikát a 7 osztályban. Tankönyvkiadó, Budapest, 1979. 208 c.

27. Bonifert Domokosné, Halász Tibor, Miskolczi Józsefné. Fizika 7. Feladatlapok. Tankönyvkiadó. Budapest, 1980. 37 c.

28. Bonifert Domokosné, Miskolczi Józsefné, Molnár Györgyné, Fizika 8. Feladatlapok. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980. 32 c.

29. Gecső Ervin. Az új országos gimnáziumi fizikatanterv. — Fizikai szemle, 1978, N 8, c. 306—315.

30. Halász Tibor, Kovács László, Kövesdi Pál, Miskolczi Józsefné, Szántó Lajos. Hogyan tanítsuk a fizikát a 8 osztályban. Tankönyvkiadó, Budapest 1980. 206 c.

31. Jánossy Lajos, Halics László. Fizika a gimnáziumok szakosított tantervű IV osztály számára. (I—II kötet) Negyedik kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest 1978. 452 c.

32. Jánossy Lajos, Főzy István, Kulin György. Fizika a gimnáziumok szakosított tantervű IV osztály számára (III kötet) Hatodik kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1977, 212 c.

33. Obhoru Magda. Néhány gondolat a politechnikai képzésről. — Pedagógiai szemle, 1975, № 6 c. 492—506.

34. Kálmán György. A politechnikai nevelés időszerűsége. — Pedagógiai szemle, 1975, № 12. c. 1060—1062.

35. Kövesdi Pál, Bor Pál, Halász Tibor, Kovács László, Miskolczi Józsefné. Fizika 6. Munkatankönyv az általános iskola 6 osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980. 160 c.

36. Kövesdi Pál, Bor Pál, Halász Tibor, Kovács László, Szántó Lajos. Munkatankönyv az általános iskola 7 osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980. 152 c.

37. Kövesdi Pál, Bonifert Domokosné, Halász Tibor, Miskolczi Józsefné, Szántó Lajos. Fizika 8. Munkatankönyv az általános iskola 8 osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1980. 168 c.

38. Makai Lajos és Kakuszi László. Fizika a gimnáziumok II osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1979. 326 c.

39. Nagy János, Nagy Jánosné, Soós Károly. Fizika a gimnáziumok III osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1979. 304 c.

40. Nagy János, Nagy Jánosné, Bayer István. Fizika a gimnáziumok IV osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1979. 360 c.

41. Párkányi László. Fizika a gimnáziumok szakosított tantervű II osztálya számára. Tankönyvkiadó, Budapest, 1978, 276 c.

42. Párkányi László, Soós Károly. Fizika a gimnáziumok szakosított tantervű III osztálya számára. (II kötet). Tankönyvkiadó, Budapest, 1978. 311 c.

43. Párkányi László, Soós Károly. Fizika a gimnáziumok szakosított tantervű III osztálya számára. (II kötet). Tankönyvkiadó, Budapest, 1978. 368 c.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава I. Общий обзор состояния обучения физике в школах Венгерской Народной Республики	
1. Общие сведения о системе и структуре народного образования	4
2. Содержание курса физики и анализ программ	6
3. Модернизация учебных программ по физике	8
4. Новые школьные программы по физике	13
Глава II. Усовершенствование учебно-воспитательного процесса по физике в школах ВНР на современном этапе	
1. Законы сохранения и их значение в формировании диалектико-материалистического мировоззрения учащихся	18
2. Патриотическое и интернациональное воспитание учащихся	23
3. Политехническая направленность обучения физике в школах ВНР	26
Глава III. Методика изучения некоторых элементов содержания школьного курса физики в ВНР	
1. Методика преподавания и структура учебников	31
2. Демонстрация равномерного прямолинейного движения и определение его скорости	43
3. Доказательство постоянства ускорения равноускоренного движения	43
4. Вывод формулы пути равноускоренного движения	44
5. Вывод формулы мгновенной скорости	45
6. Определение ускорения свободного падения тела	46
7. Экспериментальный вывод формулы центростремительного ускорения	47
8. Изучение вращательного движения твердого тела	50
9. Изучение колебательного движения	53
10. Демонстрация распространения волнового движения в воздухе	56
11. Графическая интерпретация экспериментальных данных при выводе второго закона динамики	56
12. Демонстрация явления диффузии	58
13. Демонстрация кинетической модели газа, закона Паскаля и архимедовой силы для газов	59
14. Графическая интерпретация газовых законов	60

15. Демонстрация закона Кулона	62
16. Функциональная зависимость напряжения от сопротивления и связь между напряжением и силой тока	63
17. Демонстрация движения ионов в электролитах	64
18. Экспериментальное изучение магнитной индукции	65
19. График зависимости силы тока самоиндукции от времени	66
20. Переменный ток	67
21. Включение активного и индуктивного сопротивлений	68
22. Включение активного и емкостного сопротивлений	72
23. Включение активного, индуктивного и емкостного сопротив- лений	76
24. Мощность переменного тока	79
25. Явление резонанса в цепи переменного тока	82
26. Вывод формулы тонкой линзы	83
27. Понятие диафрагмы и освещенность изображения	85
28. Лупа	86
29. Один из способов демонстрации явления интерференции света	87
30. Демонстрация явления радиоактивности	87
31. Механическая модель ускорителя	
Закключение	90
Программы по физике для школ ВНР	90

*Ариад Мартонвич Сабо, Гурий Григорьевич Кордун, Владимир Васильевич Са-
гарда*

Преподавание физики в школах Венгерской Народной Республики

Пособие для учителей

Зав. редакцией физики *В. П. Йора*. Редактор *Э. А. Крагель*. Литредактор
Л. Ф. Фалинская. Художеств. редактор *Г. И. Грибова*. Обложка художника
В. Г. Самсонова. Технич. редактор *А. Г. Фридман*. Корректор *А. Н. Кривошея*.

Информ. бланк № 4050

Сдано в набор 14.12.82. Подписано к печати 20.04.83. БФ 04156. Формат 84×108^{1/32}.
Бумага № 2 типогр. Гарнитура литерат. Способ печати высокий. Условн. лист. 5,46.
Условн. кр. отт. 5,76. Уч.-изд. лист. 5,74. Тираж 1100 экз. Изд. № 27941. Зак. № 524.
Цена 15 к.

Издательство «Радянська школа», 252053, Киев, Ю. Коцюбинского, 5.

Белоцерковская книжная фабрика, 256400, Белая Церковь, ул. Карла Маркса, 4.

15 K.

