

А.В. Усова
Н.Н. Тулькибаева

ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

*Допущено Государственным комитетом СССР по народному
образованию в качестве учебного пособия
для студентов физико-математических факультетов*

ББК 74.265.1
У76

Рецензенты: кафедра методики преподавания физики и ТСО Свердловского педагогического института; заведующий кафедрой методики преподавания физики МГПУ им. В. И. Ленина, профессор С. Е. Каменецкий.

Усова А. В., Тулькибаева Н. Н.

У76 Практикум по решению физических задач: Учеб. пособие
для студентов физ.-мат. фак. — М.: Просвещение, 1992.—
208 с.: ил.— ISBN 5-09-000928-7.

В книге рассматриваются теоретические основы методики обучения решению задач по физике, анализируются типы физических задач и методы их решений, даются конкретные методические рекомендации по обучению учащихся решению задач по курсу физики средней школы.

у $\frac{4309000000-159}{103(03)-92}$ 65—92 (заказ по КБ—32—1991)

ББК 74.265.1

ISBN 5-09-000928-7

© Усова А. В., Тулькибаева Н. Н., 1992

Процесс решения задач служит одним из средств овладения системой научных знаний по тому или иному учебному предмету. Особенно велика его роль при обучении физике, где задачи выступают действенным средством формирования основополагающих физических знаний и учебных умений. В процессе решения учащиеся овладевают методами исследования различных явлений природы, знакомятся с новыми прогрессивными идеями и взглядами, с открытиями отечественных ученых, с достижениями советской науки и техники, с новыми профессиями.

Систематическое решение задач способствует развитию мышления учащихся, их подготовке к участию в рационализаторстве и творческих поисках; воспитывает трудолюбие, настойчивость, волю, целеустремленность и является хорошим средством контроля за знаниями, умениями и навыками.

Научить школьника решать физические задачи — одна из сложнейших педагогических проблем. Поэтому очень важно, какую методику обучения использует учитель: ту, которая вооружает учащихся обобщенным методом решения, или ту, где каждая частная задача решается своим методом.

В последние годы проведен ряд исследований по изучению процесса усвоения методов решения задач учащимися. Многие учащиеся указывают на отсутствие у них таких умений, что, по-видимому, является одной из основных помех в их учебной деятельности. Они не умеют осмысливать заданную ситуацию, анализировать условие задачи, находить основные закономерности, необходимые для ее решения.

Этим и объясняется усиленное внимание при обучении будущих учителей физики в педагогических вузах к вопросам профессионально-методической подготовки к руководству деятельностью учащихся по решению задач. Введенный в учебный план практикум по решению физических задач является одним из средств повышения качества профессиональной подготовки учителя физики. Программой курса определены формы организации занятий по практикуму. Основными формами, как показали практика обучения студентов и специально проведенные исследования, являются семинарские и практические занятия.

В предлагаемом пособии рассматривается в соответствии с программой методика решения задач различных видов по конкретным темам и разделам курса физики средней школы.

**ПОНЯТИЕ «ЗАДАЧА» В ПСИХОЛОГИИ,
ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ
И МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ**

**1.1. СОДЕРЖАНИЕ ПОНЯТИЯ «ЗАДАЧА» В
НАУКЕ И ПРАКТИКЕ ОБУЧЕНИЯ**

Определение понятия «задача» стало предметом многих наук. Педагоги считают, что задача — это поставленная цель, которую стремятся достигнуть; поручение или задание; вопрос, требующий решения на основании определенных знаний; один из методов обучения и проверки знаний и практических навыков учащихся.

В психологии проявляется большой интерес к данному понятию. Этим объясняется наличие нескольких точек зрения. Так, А. Н. Леонтьев определяет задачу как ситуацию, требующую от субъекта некоторого действия, а Г. С. Костюк под задачей понимает «ситуацию, требующую от субъекта некоторого действия, направленного на нахождение неизвестного на основе использования его связей с известным»; А. Ньюэлл понятие «задача» определяет как ситуацию, требующую от субъекта «некоторого действия, направленного на нахождение неизвестного на основе использования его связей с известным в условиях, когда субъект не обладает способом (алгоритмом) этого действия».

Названные определения отражают различные точки зрения на определение понятия «задача» в психологии. Тот же А. Н. Леонтьев понятие «задача» считает наиболее общим, широким, охватывающим все ситуации, требующие от субъекта «некоторого действия». Примерами таких задач могут быть учебные, дидактические, общепедагогические, психологические, социальные, экономические. Некоторые же авторы понимание задачи сужают до понимания ситуаций. Так, по Г. С. Костюку, понятие «задача» охватывает ситуации, с которыми приходится иметь дело в учебной и научной деятельности, когда необходимо определить неизвестное на основе знания его связей с известными.

Трудность решения задач определяется отношением решающего к алгоритму решения задач данного типа. Если алгоритм решения известен, как, например, алгоритм решения задач на законы динамики в физике, алгоритм Евклида в математике, то задача решается сравнительно легко. Если же алгоритм решения оказывается неизвестным, решение требует проявления большой самостоятельности, творческих поисков, большого напряжения умственных усилий. Понятие «задача» по А. Ньюэллу, охватывает только те ситуации, которые требуют от субъекта самостоятельного поиска способа решения. Ситуация подобного рода называется проблемной ситуацией.

Во всех названных определениях задачи центральным понятием является понятие «действие». В каждом действии выделяют цель, предмет, мотив и способ. Например, В. М. Глушков пишет:

«— цель, ...то есть устанавливаемое требование к состоянию не-которого объекта. На выполнение этого требования направляется действие;

— предмет, ...то есть объект, преобразуемый в ходе действия. Предмет действия может быть материальным или идеальным...;

— мотив — ...то есть потребность, ради удовлетворения которой должна быть достигнута цель действия;

— способ, посредством которого осуществляется действие. Способ действия характеризуется последовательностью операций, из кото-рых состоит рассматриваемое действие».

В психологии введено понятие «решающая система», заменив-шее понятие «субъект», которое определяет сферу действия этой науки. Такая замена расширяет возможности средств решения за-дачи. Деятельность человека дополняют технические средства. Но расширение одного понятия в системе влечет изменение объема другого понятия. Так произошло с понятием действия, точнее, с его характеристиками. Цель рассматривают как закодирован-ное в решающей системе требование к состоянию предмета действия. Мотив в общем случае указать нельзя — можно лишь говорить об особенностях алгоритма функционирования решающей системы. Предмет действия, или преобразуемый объект (совокупность объек-тов) вместе с требованием о предпочтительном состоянии этого объекта (объектов) рассматривают при описании решения зада-чи как единое целое, точнее, как некоторую систему, которую на-зывают задачей системой. Введение понятия «задачная система» позволило кибернетике несколько по-иному определить понятие «за-дача». Под задачей понимают задачную систему в ее отношении к существующей или потенциальной решающей системе. Обобщен-ное определение задачи, данное в кибернетике, обладает свойством определенности. Определенно, точно названы составные части зада-чи. Они в свою очередь имеют обобщенное содержание. Этим данное определение отличается от других, претендующих на обоб-щенное. Так, У. Р. Ретман отмечает, что «...мы говорим, что сис-тема имеет перед собой задачу, когда она имеет или ей дано описа-ние чего-либо, но у нее еще нет чего-либо, что удовлетворяло бы этому описанию». Таким образом, У. Р. Рейтман понимает задачу как систему информационных процессов. Такого же понимания задачи придерживается А. Ф. Эсаулов, но он в самом определе-нии делает попытку раскрыть функции самой задачи, ответить на вопрос: в чем заключается ее решение? Он так формулирует определение задачи: «Задача — это более или менее определен-ные системы информационных процессов, несогласованное или даже противоречивое соотношение между которыми вызывает потребность в их преобразовании». Мышление человека реализуется через ви-дение и решение задач. Мышление всегда связано с задачей, вы-ступающей при этом объектом, управляющим процессом мышления

человека. По Ю. М. Колягину, «...задача выступает как особая форма познания реальной действительности». «Где нет проблемы или вопроса, задачи или затруднения,— считает Ю. Н. Кулюткин,— где нечего искать и решать, там нет и целенаправленного мышления».

Говоря о задачах в дидактике, мы будем иметь в виду учебную задачу в отличие от всех других видов задач. Учебная задача имеет принципиально свое назначение, на что указывает Д. Б. Эльконин. Он учебной задачей называет ситуацию, позволяющую решающему непосредственно овладеть некоторым процессом, способом, принципом или «механизмом» выполнения каких-либо практически значимых действий. Основное назначение учебной задачи заключается в усвоении самого действия, направленного на овладение системой действенных знаний.

Частные методики преподавания оперируют разнообразными определениями учебной задачи. В методике преподавания физики до недавнего времени пользовались данным понятием, не определяя его.

Одно из первых определений физической учебной задачи дано С. Е. Каменецким и В. П. Ореховым. Авторы разделяют понимание задачи в учебной практике и в методической, и в учебной литературе. Они пишут: «Физической задачей в учебной практике обычно называют небольшую проблему, которая в общем случае решается с помощью логических умозаключений, математических действий и эксперимента на основе законов и методов физики... В методической же и учебной литературе под задачами обычно понимают целесообразно подобранные упражнения, главное назначение которых заключается в изучении физических явлений, формировании понятий, развитии физического мышления учащихся и привитии им умений применять свои знания на практике».

Мы постараемся проанализировать содержание приведенных определений. Что они из себя представляют? Первое определение можно назвать логическим определением. Оно построено на определении понятия «задача» через ближайшее родовое понятие «проблема» и выделение средств решения, хотя следовало бы показать видовые отличия задачи. Во втором определении авторы подводят задачу под более частное понятие (или, может быть, понятие другого вида), раскрывая при этом назначение задачи в учебном процессе.

На основе анализа многих приведенных определений понятия «задача» в различных частных методиках можно дать следующее определение: физическая учебная задача — это ситуация, требующая от учащихся мыслительных и практических действий на основе использования законов и методов физики, направленных на овладение *знаниями* по физике, *умениями* применять их на практике и *развитие* мышления.

Задача, выполняющая определенные функции в процессе изучения естественно-математических предметов в школе, выступает для учащихся объектом изучения. Но при традиционном обучении усвоение данного понятия происходит стихийно. Специально

учащиеся не знакомятся с определением понятия «задача», структурой, пониманием смысла и назначением отдельных ее частей. В то же время умение решать учебные задачи предполагает анализ их условий. Успех рационального мышления в процессе решения учебных задач определяется умением выделить предмет рассуждений, их существенные элементы.

Для изучения сформированности знаний учащихся о задаче в процессе традиционного обучения было проведено анкетирование 454 учеников трех средних школ и двух СПТУ. Учащимся предлагалось ответить на следующие вопросы:

1. Что такое задача?
2. Что такое физическая задача?
3. Какие задачи знаете?
4. Из каких частей состоит задача?
5. Что понимается под искомым в задаче?
6. Все ли задачи имеют искомое?
7. Как понимаете содержание задачи?

На вопрос: «Что такое задача?» — учащиеся дали довольно разнообразные ответы. Большинство определяют задачу как вопрос или множество вопросов. Затем можно выделить примерно равнозначные определения задачи как «процесса решения» и как «какого-либо задания». В определении понятия «задача» учащиеся широко пользуются терминами: вопрос, уравнение, пример, задание, система. Анализ ответов учащихся различных классов показывает, что понятие «задача» в сознании учащихся не сформировалось, их ответы далеки от раскрытия сущности.

Может быть, первый вопрос для учеников оказался трудным из-за абстрактности объекта, отражаемого в понятии. Поэтому был предложен другой вопрос: «Что такое физическая задача?» Большинство учащихся всех классов определяют физическую задачу как задачу, «имеющую отношение к физике», или как «процесс решения и нахождения чего-то физического».

В перечислении видов задач учащиеся выделяют задачи по содержанию (физические, химические, математические, биологические, экономические), по степени сложности (простые, трудные) и по способу решения. В основном учащиеся всех классов различают задачи по содержанию. Десятиклассники и учащиеся СПТУ на первый план выдвигают классификацию задач по степени сложности.

Понимание сущности задачи раскрывается через определение ее структуры, поэтому учащимся был предложен ряд вопросов по выявлению их знаний о структуре задачи. В анализе ответов на вопросы: «Из каких частей состоит задача?» и «Что такое содержание задачи?» — выявлено неоднозначное понимание учащимися сущности задачи. Они в понятии «задача» видят также элементы: условие, требование, решение задачи. Абсолютное большинство учащихся всех классов в понимание задачи вкладывают ее элементы: условие и требование.

В определении искомой величины учащиеся дают три варианта

ответов: неизвестная величина, процесс решения, найденная величина. Первый вариант оказывается самым значимым. Интересно мнение учащихся о наличии в любой задаче искомого. Оказывается, что не все учащиеся к обязательным элементам задачи относят искомую величину.

Школьный учебник определяет содержание формируемых знаний, задает программу формирования у учащихся умений и навыков. Хотя учащиеся и учителя наряду со школьными учебниками по физике располагают сборниками задач и упражнений, все же последние выступают как дополнение к учебнику. Система задач в упражнениях определяет *назначение задачи* в учебном процессе, место отдельных задач в нем. Поэтому задачи в упражнениях стали предметом нашего исследования. Учебная задача выполняет разнообразные функции, присущие ей как методу обучения, такие, как познавательные, воспитывающие, развивающие, организующие, контролирующие. Но выполнять все названные функции вместе может только определенная *система* задач.

Познавательная функция задач предполагает их использование как средство формирования основных элементов знаний (понятий, законов, теорий и др.), сообщение новой информации, построение из отдельных элементов знаний определенной системы.

Основополагающим элементом знаний является понятие, хотя оно тесно взаимосвязано с другими элементами знаний. Так, описать явление (как одно из видов понятия) можно только на основе его закономерностей, а объяснить его сущность — на основе научных теорий, реализовать — в процессах, осуществляющихся на его основе, например в создании механизмов и приборов. Большая часть задач из упражнений школьных учебников ориентирована на формирование у учащихся физических понятий. И совсем незначительная часть задач способствует формированию других элементов знаний. Анализ показал, что в основном задачи предполагают определение значения той или иной физической величины (около 80%), 14% задач способствуют уяснению сущности явления и около 2% — выявлению свойств тел (рис. 1).

Многообразные функции учебных задач определяют их возможности в овладении методами и способами их решения. По способу решения задачи из упражнений учебника делятся на качественные и количественные. Качественные задачи важны при усвоении содержания понятия, его существенных признаков. Но они немало важны в процессе усвоения метода анализа явлений природы. Известно, что решение любой задачи начинается с анализа конкретного явления, поэтому так велика роль качественных задач в учебном процессе по физике. Проанализируем соотношение качественных и количественных задач в упражнениях по физике в различных классах (рис. 2). Если в курсе физики VII—VIII классов они составляют основную часть, то почти совсем отсутствуют в учебнике физики IX класса и появляются в X—XI классах. Отсутствие качественных задач по разделу «Механика» определяет одну из причин трудностей обучения учащихся решению задач.

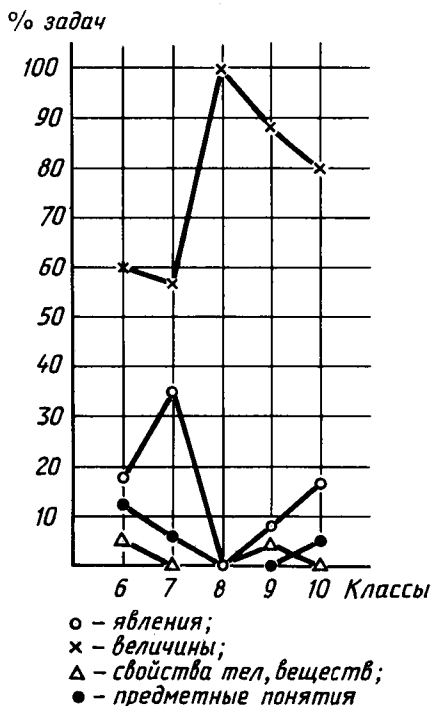


Рис. 1. Анализ содержания задач из школьных учебников по физике.

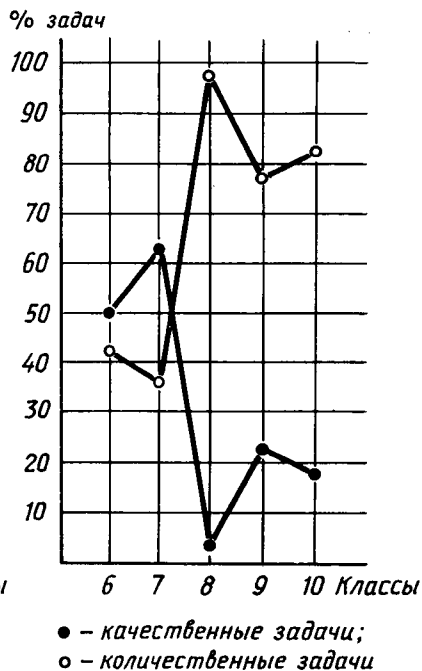


Рис. 2. Качественные и количественные задачи в школьных учебниках по физике.

Принципиально новым в существующих школьных учебниках по физике является включение в параграфы примеров решения задач, причем количество их из класса в класс растет (за исключением XI класса). Однако авторы всех школьных учебников ограничились приведением примеров решения только количественных задач, в которых необходимо определить определенную физическую величину (табл. 1, рис. 3).

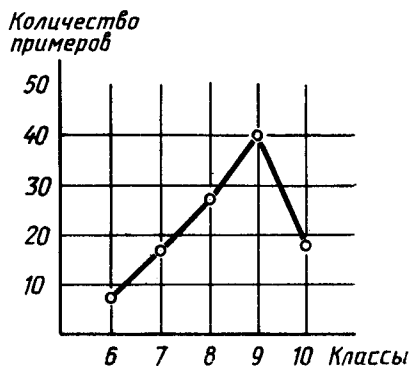


Рис. 3. Динамика изменения количества примеров решения задач по физике.

Таблица 1

Класс	7	8	9	10	11	Всего
Количество примеров	8	16	28	40	18	110

1.2. СТРУКТУРА ЗАДАЧИ

Понимание задачи определяется не только раскрытием ее содержания, но и ее структурой. Рассмотрим основные подходы к выделению структурных элементов. Так, Ю. Н. Кулюткин выделяет в структуре задачи «...два компонента: а) условие, т. е. наличную совокупность объектов, упорядоченных определенными отношениями; б) требование, указывающее на то, что следует искать в данном условии». Также два компонента выделяет в задаче А. Ф. Эсаулов: условие и требование. Условие понимается как «определенные информационные системы, из которых следует исходить при попытках решения», а требование — как то, «...к чему надо стремиться или что нужно достигнуть в процессе преобразования информационных систем». Л. М. Фридман выделяет такие элементы в структуре задачи: условие, требование и оператор. Под оператором задачи он понимает «...совокупность тех действий (операций), которые надо произвести над условием задачи, чтобы выполнить ее требования». Вряд ли правомерно включать в структуру задачи действия, которые надо произвести для решения задачи.

Более обобщенный подход к решению вопроса о структуре задачи осуществлен академиком В. М. Глушковым. Он в задаче разделяет задачную и решающую системы. К задачной системе относятся условия и требования задач. В решающую систему входят научные методы, способы и средства, которые в нашем понимании являются источниками создания конкретных алгоритмов и эвристик для решения задач.

Целесообразно к определению учебной задачи подходить с позиций кибернетики, т. е. наряду с выделением в задаче задачной системы выделять и решающую систему. Такой подход принципиально по-новому определит как процесс решения задач, так и процесс обучения учащихся их решению. При этом учебная задача рассматривается в виде системы, включающей задачную и решающую подсистемы, и определяется взаимодействиями между

ними. Задачная подсистема как составная часть задачи существует объективно и задается учащимся задачами и упражнениями в учебнике (может создаваться учителем или учащимися). Но задача появляется для субъекта при условии, если она предполагает для достижения требований ситуаций задачи определенных преобразований со стороны решающего.

Не останавливаясь на значении и функциях задач, хотелось бы сказать о главном. В процессе формирования у учащихся системы знаний, умений и навыков идет формирование системы способов деятельности. Владение способами деятельности делает знания действенными, активными.

1.3. СПОСОБЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАДАЧ

Из всех существующих определений понятия «задача» в различных науках наиболее весомым является понимание этого понятия как некоторой системы, в которую наряду с содержанием в явном виде (или неявном) включаются действия решающего субъекта или устройства. Если будем рассматривать задачу как некоторую динамическую систему, то в ней возможно выделить функциональные подсистемы. К таким подсистемам относятся две системы: задачная и решающая. Данные подсистемы выполняют определенные функции. Задачная система задает содержание условия и требования задачи, решающая — располагает методами, способами и средствами приближения условия задачи к ее требованию. На процесс решения задачи определенное влияние оказывает среда, из которой происходит извлечение информации для понимания содержания как задачной, так и решающей систем.

Задача может существовать в двух состояниях: непринятом субъектом и принятом. В первом состоянии всего лишь фиксируются определенные параметры условия и требования задачи. Во втором — задачная система вступает во взаимодействие с решающей системой, что обеспечивает начало процесса решения задачи.

Если задача сформулирована, то процесс решения определяется поиском или реализацией последовательного ряда средств решения: метода, способа, алгоритма, программирования процесса решения по найденному алгоритму и осуществление решения по данному алгоритму (включение алгоритма). Каждый из названных этапов может осуществляться самостоятельно. При этом процесс решения задачи сводится к осуществлению определенного этапа, определяя тип задачи.

Существует большое количество типов задач, множество классификаций их по различным основаниям. Упорядоченность имеющихся классификаций нами осуществлена на основе рассмотренной принятой задачи. Данное состояние является наиболее полным (непринятое состояние включает в себя как частный случай), поэтому основаниями для классификации могут быть характеристики либо задачной системы, либо решающей, либо отношения к ним среды.

Задачная система задается содержанием задачи, под которым понимают условие и требование задачи. Иногда говорят об описании предмета действия задачной системой; при этом у предмета действия выделяют такие компоненты, как исходные объекты, подвергающиеся некоторому преобразованию, и продукты преобразования и процедуры. Все названные компоненты составляют содержание задачи, только одни из них определяют ее условие, а другие формулируются в виде требования.

Основаниями для классификации задач со стороны задачной системы могут выступать условие задачи, способ или характер его выражения. Так, по компонентам предмета действия, описываемого в условии задачи, выделяют исполнение, восстановление, преобразование и конструирование. По содержанию задачи делят на текстовые, графические, экспериментальные и задачи-рисунки. По характеру содержания выделяют абстрактные и конкретные задачи. Последние в свою очередь могут содержать данные с лабораторного стола, могут быть производственно-технического содержания, исторические и занимательные.

Система решения определяется теоретическим материалом, методами, способами и другими средствами решения задач. Поэтому со стороны этой системы основаниями для классификации могут выступать дидактическая роль задач в учебном процессе и средства решения.

По роли в формировании понятий выделяют задачи, направленные на уточнение содержания, объема понятий, установление связи данного понятия с другими понятиями, отграничение, систематизацию и классификацию понятий. По типу средств решения задачи делятся на задачи поиска или реализации метода, способа, алгоритма, программы решения; по основному способу решения — на логические, вычислительные, графические, геометрические, экспериментальные; по степени сложности — на простые и сложные; по характеру и методу исследования — на качественные и количественные. По характеру используемого материала выделяем задачи, для решения которых достаточно знаний определенной темы, раздела; комплексные задачи, требующие применения знаний из различных разделов одного учебного предмета, и задачи межпредметного содержания, требующие применения знаний из нескольких учебных дисциплин.

Классификация задач может быть рассмотрена и со стороны установления отношения задачи к внешней среде. В этом случае могут быть выделены *поисковые* задачи — задачи, в процессе решения которых необходимо извлечение дополнительной информации; *беспоисковые* — задачи, в условии которых содержится вся необходимая для решения информация; задачи, содержащие лишнюю, избыточную информацию.

Основаниями для классификации могут выступать и другие характеристики выделенных функциональных частей задачи и среды, но они обязательно будут входить в один из трех типов.

Таким образом, понятие «решение задач» является сложным

динамическим понятием, имеющим определенную структуру. Характер структуры определяется различными факторами: целью процесса решения, содержанием преобразуемых ситуаций, имеющимися методами решения, взаимообусловленностью содержания задачи и средств решения.

Методы решения учебных физических задач

В методике преподавания физики выделяются такие методы решения задач: *аналитико-синтетический*, *аналитический* и *синтетический*.

Аналитический метод предполагает определение соотношения между требованием и условием задачи путем построения движения от заданных условием величин (положений). Если использовать понятие «дерево» как метода получения соотношения между требованием и условием задачи, то его можно характеризовать как движение от ветки к стволу. Заданные условием величины рассматриваем как ветки дерева, которые сливаются постепенно, укрупняются и достигают ствола. Достижение в этом случае всех веток ствола означает получение нужного соотношения, т. е. получение решения задачи (рис. 4).

Синтетический метод решения физических задач характеризуется тем, что процесс их решения начинается с выделения требования задачи, а затем определяется его соотношение с условием. Если такой подход описать также понятием «дерево», то его структура предполагает движение от ствола к веткам (рис. 5). Разветвление происходит до тех пор, пока окончание каждой ветки не будет соответствовать заданному условию задачи. Управление процессом решения задач данным методом оказывается более доступным. Каждый уровень дерева выражает различные параметры (первый — закономерность описанной в задаче ситуации, последний — разре-

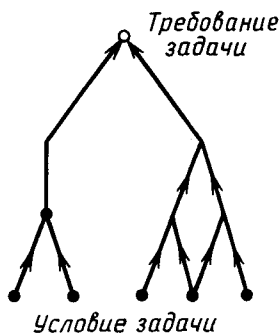


Рис. 4.

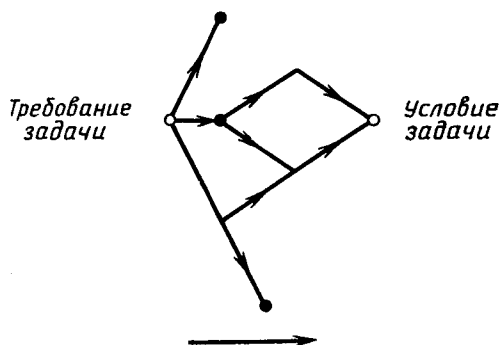


Рис. 5.

шающее соотношение между требованием и условием задачи). Ветки дерева заканчиваются на различных уровнях.

При аналитическом методе происходит как бы вытягивание всех веток. Заданные условием величины располагаются на одном уровне. Такой прием необходим при построении дерева по данной схеме. Аналитический метод применим при решении несложных задач, когда решающий легко «просматривает» все дерево, у которого количество веток минимально.

Решение сложных комбинированных задач, требующих применения знаний из нескольких разделов программы и использования нескольких способов, целесообразнее осуществлять синтетическим методом.

В дидактике физики ставится задача формирования у учащихся *обобщенного умения* решать задачи — такого умения, которое обладает свойством широкого переноса. Можно выделить несколько уровней осуществления переноса умения решать задачи.

Первый уровень характеризуется переносом умения выполнять отдельные операции в данной теме на выполнение операций по решению задач в другой теме раздела. При этом некоторые операции по своему содержанию повторяются, например осуществление проверки решения в общем виде по действиям с единицами величин. Только содержание данной операции, выполняемой с одними величинами, позволяет перенести эту операцию на действия с другими физическими величинами. Другие операции повторяются по следующей структуре: восприятие, планирование, осуществление запланированного, контроль за правильностью выполненной операции.

Второй уровень характеризуется переносом структуры решения задач одного раздела на решение задач другого раздела. Процесс решения способствует усвоению структуры деятельности по решению задач. Учащиеся усваивают эту структуру по конкретным темам и разделам. Но процесс усвоения конкретных структур деятельности создает условия для обобщения их в новую структуру. Знание структур отдельных деятельностей создает предпосылки для получения новых знаний и обобщенного понимания структуры деятельности по решению задачи. Результатом такого переноса является построение общей структуры по решению физических задач. Если отдельные алгоритмы решения конкретных задач имеют довольно произвольную структуру, то на данном уровне должен быть решен вопрос о структуре общего алгоритма решения задачи. В дидактических исследованиях вопрос о возможной и оптимальной структурах учебных алгоритмов не решен.

Третий уровень характеризуется переносом умения решать физические задачи на решение задач по другим учебным предметам. Как осуществить такой перенос? Каждый учебный предмет имеет дело со своими учебными задачами. Эти задачи имеют свой предмет деятельности. Как можно увидеть и проявить перенос умения решать задачи по физике на решение задач по другим предметам? Осуществить это возможно в результате двухстороннего сближения

задач межпредметного содержания в каждом учебном предмете. Так, решение подобных задач по физике позволяет показать многообразие явлений природы и односторонний подход к их анализу в отдельных учебных дисциплинах. Например, задачи VII—VIII классов позволяют осуществить всесторонний анализ явлений природы изучаемых смежных предметов, выявить причины их появления и предсказать следствия.

Именно на первой ступени изучения физики для объяснения явлений природы целесообразно показать взаимосвязь физических знаний со знаниями, получаемыми учащимися при изучении других предметов. Такой подход делает понятным применение методов различных наук (предметов). В IX классе ярко проявляются взаимосвязь физики и математики, использование определенных (специальных) математических методов к решению физических задач. Влияние математики проявляется в форме аналитической записи физических законов, в решении систем уравнений в процессе решения задач по кинематике и динамике, задач на газовые законы и т. д. Например, в курсе физики X класса ярко выступает необходимость осуществления взаимосвязи физических и химических знаний к объяснению явлений природы. Математический аппарат здесь позволяет выразить количественно основные положения физической теории (молекулярно-кинетической).

Глава II

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

2.1. ПОНЯТИЕ «РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ» В ПСИХОЛОГИИ И ТЕОРИИ РЕШЕНИЯ

Противоречия между теорией научения и практикой усвоения деятельности по решению учебных задач, а также между деятельностью учителя по обучению и учащихся по решению могут быть исключены на основе всестороннего анализа различных составляющих этого диалектически противоречивого процесса.

Основным понятием различных компонентов выделенного процесса является понятие «решение задач». Анализ определения его в различных науках позволяет уточнить понимание сущности процесса решения, его структуры и на этой основе определить пути совершенствования процесса обучения учащихся решению учебных задач.

В процессе решения выделяют условно два типа структур: внутреннюю и внешнюю. Внешняя структура описывает процесс решения через логические структуры, определяя последовательность преобра-

зований задачной системы; внутренняя структура описывает процесс решения через мыслительные операции. В различных науках находят преимущественное использование те или иные структуры. Так, психология описывает решение задач через мыслительные операции, дидактика в большей степени строит операционные (внешние) структуры. Кибернетика и теория решения, совмещая эти два подхода при описании интеллектуальной деятельности, в содержание отдельных операторов, построенных на логических операциях, включают мыслительные операции. Сами машины, осуществляющие решение задач, получили название информационных.

Два основных этапа решения человеком нестандартной задачи выделяет А. Н. Леонтьев: «...нахождение принципа решения и его применение, считая наиболее выраженным предметом психологического исследования именно события первого этапа». Частные дидактики в описании деятельности учащихся по решению задач используют оба вида структур.

Осмысление понятия «задача» и ее структуры необходимо, но недостаточно для разработки научно обоснованной методики обучения решению задач. Необходим еще анализ современного понимания понятия «решение задач». Данное понятие в последние десятилетия явилось предметом исследования ученых-психологов и ученых, работающих в области кибернетики. Внимание к решению задач было связано с разработкой и внедрением вычислительной техники, а также созданием искусственного интеллекта. Хотя и очень много определений понятия «решение задач», однако в них можно выделить общее и существенное. Решение — один из необходимых моментов волевого действия и способ его выполнения. Волевое действие предполагает предварительное осознание цели и средств действия; мысленное совершение действия, предшествующего фактическому действию; мысленное обсуждение оснований, говорящих «за» или «против» его выполнения, и т. д. Этот процесс заканчивается принятием решения.

Определение решения как волевого действия предполагает однозначность принятого решения. Такой подход относит решение к психологическим понятиям и позволяет отделить его от других понятий.

Решение осуществляется волевым действием. При участии воли могут выполняться не только решения, но и выводы. Вывод может быть элементом решения или существовать самостоятельно. В этом случае можно выделить два вида выводов: доказательство математических теорем, построенное на знаниях других математических положений и законов логики, и построение умозаключений.

Вывод предполагает однозначность результата, полученного с помощью правил и умений этими правилами пользоваться.

Итогом же решения является нахождение способа действия, который получается в процессе поиска или догадки.

Структуру решения как процесса можно представить из таких элементов: подготовка решения, принятие схемы решения и собственно решения (осуществление принятого решения).

Отдельные, частные операции имеют свое специфическое содержание, а потому их осуществление проходит через определенные для каждого из них этапы.

Рассмотрим содержание процесса подготовки решения. Этот процесс включает в себя выполнение определенных этапов:

1. Прием, восприятие, селекция, хранение, представление информации. Происходит отбор из всей поступающей информации той, которая имеет отношение к решению, и представление ее в определенном виде.

2. Распознавание заданной ситуации на основе определенных классификацией ситуаций. Здесь происходит следующее преобразование информации: заданную конкретную ситуацию необходимо свести к определенному виду известных ситуаций. Данный этап имеет принципиальное значение для решения. Здесь заканчивается процесс восприятия информации. Принятая теперь информация считается достоверной. Последующее протекание процесса подготовки решения происходит на основе утверждения достоверности воспринятой информации.

3. Разработка вариантов решения, их оценка и выработка проекта решения на основе усвоенных методов или вырабатываемых в процессе самого решения.

4. Оценка эффективности выработанного проекта решения на основе определенных критериев и способов оценки. Итогом будет являться количественная или качественная оценка отобранного варианта решения.

Этим завершается процесс подготовки решения и создания условий для его принятия, которое, как уже отмечалось, является волевым действием. Степень достоверности принимаемого решения определяется надежностью распознавания заданной ситуации.

Понятие «решение» может выступать в двух смыслах: как процесс выполнения действия по решению и как результат процесса решения.

Анализ определения решения в понимании его как процесса позволяет выделить основные операции, при помощи которых он осуществляется:

1. *Выбор одного из способов осуществления действия из множества альтернатив.* В процессе выполнения данной операции проявляется волевой фактор действия.

2. *Осознание взаимосвязи цели и средств выполнения действия.* Осознание — это очень сложный процесс, предполагающий выделение, восприятие заданной цели действия и информации о средствах выполнения данного действия. Но для реализации поставленной цели заданными средствами необходимо осознать связь между целью и средствами, установить зависимость, диалектику между ними. Осознание цели и средств выполнения действия, так же как и выбор способа действия, включается в волевой акт.

3. *Моделирование действия.* Это упрощенное описание сложного явления или процесса, позволяющих ярко выделить главную идею, а также возможность оценить их последствие.

4. Мысленное обсуждение результатов промоделированного действия с помощью определенного аппарата на основе принятых критериев.

5. Принятие решения по выполнению заданного действия.

Функционирование живых систем (на высшем уровне) объясняется постоянным принятием человеком решения. Механистический подход, долгое время господствовавший в физиологии, оценивает поведение человека как реакцию на стимул. Но исследования показали, что при наличии множества входов выход системой выбирается один. Выход представляет собой интегрирующую оценку входов. Известно, что принятие решения — это конечный акт одного весьма разветвленного процесса и начало другого.

Какой же процесс завершается принятием решения? Этот процесс можно назвать подготовкой принятия и началом собственно решения после определения эффективного решения. В отличие от ранее рассмотренной структуры П. К. Анохин выделяет два самостоятельных процесса: подготовка принятия решения и собственно решение. Критическим *актом*, позволяющим судить о завершенности одного процесса и возможности протекания второго, является *принятие решения*.

У различных авторов к принятию решения имеются различные подходы. Так, В. В. Дружинин и Д. С. Конторов выделяют два элемента: подготовка решения и принятие решения. В то же время этот процесс они рассматривают как один из элементов структуры подготовки решения: прием, обработка и представление информации, распознавание ситуации, подготовка вариантов решения, оценка эффективности решения и принятие решения. В этом можно увидеть единство взглядов у П. К. Анохина, В. В. Дружинина и Д. С. Конторова. Хотя последние и выделяют принятие решения как самостоятельный элемент, однако они рассматривают его как акт завершения процесса подготовки.

Все ситуации принятия решения рассматриваются с позиций систем, принимающих решение. По наличию единого языка, описывающего задачи и способы их решения, выделяют два типа систем: системы, имеющие язык для описания заданных задач и способов решения, и системы, не имеющие единого языка.

Задачи первого типа подразделяются на три класса: в первых двух четко сформулирована цель, а способ преобразования может быть задан, а может быть и не задан; третий класс характеризуется отсутствием четко поставленной задачи, в процессе решения которой происходит формирование целей деятельности.

Все ситуации В. В. Дружинин и Д. С. Конторов делят на информационные, оперативные и организационные. В основу такого деления положено рассмотрение той или иной характеристики принятия решения. Информационные решения заключаются в «распознавании ситуации», операционные же нацелены на выработку способа действия, а организационные — на определение структуры системы и функций отдельных ее элементов.

В принятии решения можно выделить два этапа: *информацион-*

ная подготовка решения и процедура принятия решения. Информационная подготовка решения задачи сводится к следующим процедурам: поиск, выделение, классификация и обобщение информации о проблемной ситуации, построение «текущих» образов или операционных концептуальных моделей.

Процедура принятия решения описывается такими операциями: предварительное выделение системы «эталонных гипотез»; сравнение текущих моделей с эталонными и оценка сходства между ними; коррекция образов, соотношение гипотез с достигнутыми результатами; выбор эталонной гипотезы (или построение ее) или разработка принципа и программы действий.

2.2. ПОНЯТИЕ «РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ» В МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Решение задач является обязательным элементом учебного процесса по физике. Этот процесс по мере усвоения школьного курса физики относят к активным методам, способствующим усвоению системы знаний и развитию мышления учащихся. Умение решать физические задачи является одним из важных критериев усвоения знаний. Но данное умение относится к числу трудноформируемых. Это осознают учителя и учащиеся. Назовем результаты многолетних педагогических исследований. Исследование умения решать задачи у учащихся показало, что этим умением владеют лишь от 30 до 50% учащихся. Анкетирование учащихся показало, что умение решать задачи они рассматривают как одно из важных условий повышения качества знаний по предмету. До 70% учащихся относят деятельность по решению задач к важным видам учебной деятельности.

Оценим подход к методике обучения решению задач в ныне действующих учебниках и методических пособиях по физике.

В методике преподавания физики решение задач рассматривают как средство обучения и воспитания (Д. А. Александров и И. М. Швайченко, В. П. Орехов и А. В. Усова, С. Е. Каменецкий, А. И. Бугаев и др.). При этом содержание решения задач как средства обучения и воспитания описывается через значение его в учебном процессе. Так, многие ученые считают, что решение задач по физике — необходимый элемент учебной работы: этот процесс выступает и как цель, и как метод обучения. Он является неотъемлемой составной частью процесса обучения физике, поскольку она позволяет формировать и обогащать физические понятия, развивать физическое мышление учащихся и их навыки применения знаний на практике.

Итак, определяя решение задач как средство обучения и воспитания, отдельные авторы уточняют его через различные дидактические категории как элемент учебной работы и процесса обучения по физике, как цель и метод обучения.

Рассматривая процесс решения задач как метод обучения, не-

обходимо выделить назначение этого процесса в формировании всех элементов знаний, умений и навыков. Решение задач предполагает усвоение основных элементов учебной деятельности, ее этапов и операций, а также обеспечивает овладение навыком самостоятельной работы как очень важным элементом в формировании личности. С другой стороны, решению задач как методу обучения должны быть присущи все основные функции: побуждающая, познавательная, воспитывающая, развивающая и контролирующая.

Побуждающая функция реализуется при создании проблемы, проблемной ситуации, при введении новых понятий, установлении между ними связей.

Познавательная функция обеспечивает учащимся новую информацию в процессе решения задач, конкретизацию имеющихся знаний, углубленное усвоение физических закономерностей, систематизацию имеющихся знаний, построение новых систем знаний, усвоение формулировок законов и определений понятий. Особо необходимо подчеркнуть назначение процесса решения задач для усвоения физических понятий, т. е. обогащения содержания, расширения объема, установления связей между различными понятиями.

Воспитывающая функция предполагает использование задач с определенным содержанием, проведение целенаправленного анализа этого содержания, а также результата решения, развитие интереса к физике, воспитание учащихся.

Развивающая функция обеспечивает вооружение учащихся методами решения задач в качестве конкретных методов мышления, формирование у них воли, настойчивости, инициативы, сообразительности.

Контролирующая функция позволяет с помощью решения задач контролировать знания, умения и навыки учащихся; устанавливать обратную связь между заданным уровнем усвоения знаний, умений и навыков и реальным, определяющим степень усвоенности заданной системы знаний, сформированности умений и навыков.

Определение решения задач как цели обучения требует проведения специальной работы учителя по выделению условий, обеспечивающих более эффективное формирование умения решать задачи. К основным условиям мы относим: усвоение учащимися понятия «задача» как объекта изучения; усвоение его определения и структуры; усвоение учащимися структуры процесса решения задач; усвоение содержания процесса решения задач, его основных операций.

Решение задач составляет элемент учебного процесса, который осуществляется в определенных формах организации. В курсах методики физики рассматривают возможность решения задач только на уроках. При этом выделяют их различные типы: комбинированный, урок решения задач и повторения. Отмечают возможность решения задач и во внеклассной работе, например на занятиях в кружках. Мы видим возможность решения задач на уроках

различных типов, учебных семинарах, факультативных занятиях.

Программа по физике средней школы должна определять содержание умений по решению задач в курсе физики различных классов, показывать их развитие от класса к классу и приводить обобщенный и в то же время полный состав умений к моменту окончания средней школы.

Формирование умения решать задачи начинается с первого класса. К началу изучения физики на уроках математики учащиеся должны научиться решать простые задачи на сложение и вычитание, задачи в одно действие (с составлением уравнения), в два действия (с составлением уравнения или решением по действиям), задачи на все четыре действия. Программа по математике предусматривает формирование у учащихся умений решать уравнения 1-й и 2-й степени, составлять задачи по заданному выражению, таблице, краткую запись задачи, анализировать ее условие. Решение задач уже во втором классе осуществляется с составлением уравнения, т. е. ищут решение в общем виде, в то время как программа по физике такое требование предъявляет только в старших классах.

Описание процесса решения физических задач различными авторами осуществляется посредством перечня системы операций, вопросов, указаний или показом образца решения задач по конкретной теме, раскрытием содержания отдельных способов решения задач. Структура операций в работах различных авторов раскрывается неоднозначно. Наряду с описаниями алгоритмического типа приводятся образцы эвристических методов решения.

Процесс решения задач есть эвристическая деятельность, если осуществляется поиск методов и способов решения. Особенностью такой деятельности является обязательное включение действия «планирование деятельности». Если деятельность осуществляется через усвоенные методы и способы, то процесс решения таких задач выполняет контролирующую функцию. Решение задач выступает и средством усвоения эвристических приемов, методов, в результате чего эвристическая деятельность превращается в алгоритмическую. Такое диалектическое превращение означает качественный скачок в овладении эвристической деятельностью. Происходит он индивидуально у каждого ученика. Поэтому в определенный момент или интервал времени в одном и том же классе для одних учеников решение одной и той же задачи предполагает организацию эвристической деятельности, у других — алгоритмической.

Деятельность по решению физических задач осуществляется определенными методами. Синтетический и аналитический методы как составляющие аналитико-синтетического метода реализуют эвристическую и алгоритмическую деятельность процесса решения. Эвристическая деятельность осуществляется тогда, когда для приближения требования задачи к ее условию необходимо осуществить несколько переходов. При этом процесс решения синтетическим методом оказывается более управляемым, обеспечивающим планирование разных вариантов гипотез решения, их целенаправленный

выбор. Аналитический метод обеспечивает движение мысли школьника от заданного условия к требованию задачи. Чем ближе соотносятся требование и условие, тем меньше вариантов выбора гипотез решения, тем ярче выделен один-единственный путь движения по дереву. В этом случае мысль движется от отдельной ветви к стволу (см. рис. 4, 5).

Аналитические и синтетические методы решения задач реализуют в единстве, но один из них составляет основу *планирования* процесса решения задач. Он и будет определяющим в нем.

Обязательным элементом при решении задач должен быть элемент планирования деятельности.

В пособиях по методике преподавания физики не рассматривается вопрос о поэтапном формировании у учащихся умения решать задачи, о последовательности, в которой должна осуществляться выработка умений выполнять отдельные операции, из которых складывается процесс решения задач в целом.

2.3. ПСИХОЛОГО-ДИДАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ

Ставя перед собой задачу вооружения учащихся умением решать физические задачи, учитель должен ответить на вопрос: как это сделать? При этом возникает необходимость в уточнении условий, при которых должен решаться этот вопрос. А условия эти жесткие: надо вооружить всех учащихся умением решать задачи за минимальное время, а также надо учесть, что различные ученики обладают различной обучаемостью и по-разному относятся к физике. Поэтому необходимо вооружить всех учащихся знанием общих методов и способов решения задач. Осуществить такой подход к процессу обучения решать задачи можно, формируя общий подход к решению физических задач.

Вооружение учащихся знанием общего подхода как к процессу управления потребует использования некоторых понятий и закономерностей кибернетики, прежде всего понятия «управление».

Под управлением понимают обеспечение функционирования системы определенным образом. *Управление* — это целенаправленное, принудительное воздействие на объект, выбранное из множества возможных воздействий на основании информации о состоянии внешней среды, объекта и программы управления, осуществляемое в целях обеспечения необходимого его функционирования и развития.

Закономерности процесса управления рассматривает кибернетика — наука об общих законах получения, хранения, передачи и преобразования информации в сложных управляющих системах.

Успех обучения учащихся умению решать задачи зависит от многих факторов. В общем случае все факторы можно разбить на три группы: основные, сопутствующие и возмущающие помехи. Совокупность основных и сопутствующих факторов в теории управления получила название сигналов входа. Основные факторы обес-

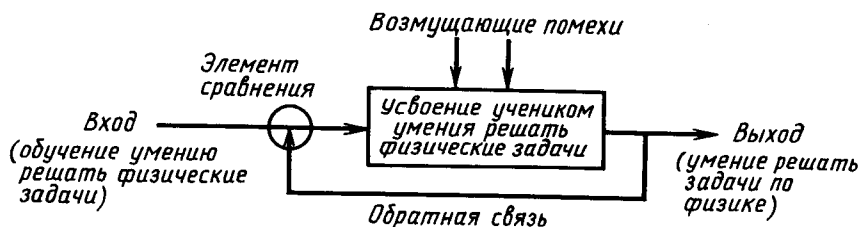


Рис. 6.

печивают целенаправленное формирование умения решать задачи по определенному предмету. Сопутствующие факторы обеспечивают перенос умения решать задачи, выработанного на одном учебном предмете, на другой. Возмущающие помехи соотнесем с причинами, мешающими успешному формированию умения решать задачи по определенному предмету. Структура процесса формирования у учащихся умения решать физические задачи представлена на рисунке 6.

Управление процессом формирования у учащихся умения решать задачи предполагает определенные воздействия на ученика (содержание входа). Поэтому так важно знать структуру входа. Структуру входа представим состоящей из слоев и частей. Выше уже были выделены группы основных и сопутствующих факторов, которые определяют части входа: целенаправленные и сопутствующие воздействия. Выделим слои целенаправленного воздействия на ученика, в процессе которого формируется умение решать задачи по физике. Ближайший слой включает следующие элементы: знания, умения и навыки учителя по формированию у учащихся данного вида деятельности (умения решать задачи); наличие соответствующего материала в учебниках по физике; наличие специальной системы задач в сборниках.

Второй слой входа включает источники пополнения знаний, умений и навыков учителя в управлении формированием у школьников умения решать задачи. К основным источникам можно отнести теории и идеи методики преподавания физики и постоянную работу учителя по осмыслению своего и передового опыта учительства. Следующий структурный слой входа составляют психологические и дидактические теории обучения. Структура входа с выделением ее частей и слоев показана на рисунке 7.

Представленная структура входа позволяет более четко определить пути совершенствования процесса обучения учащихся умению решать задачи. Основным таким путем является постоянное развитие идеи и теории методики преподавания физики с учетом и опорой на психологические и дидактические теории обучения. Но к ученику эти идеи приходят только через деятельность учителя. Поэтому целесообразно изучать процесс овладения учителем теоретическими положениями по управлению той или иной познавательной деятельностью учащихся.

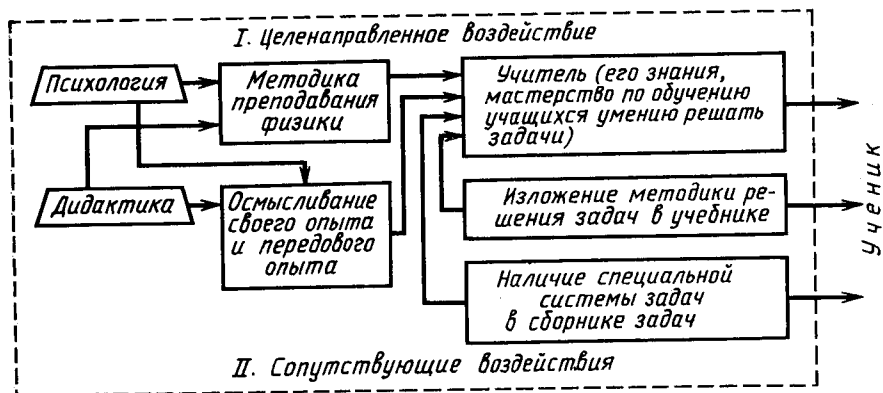


Рис. 7.

В настоящее время учителя физики располагают определенными рекомендациями по управлению процессом формирования у учащихся умения решать задачи. Эти рекомендации в какой-то мере нашли отражение в пособиях по методике решения и в сборниках физических задач.

С одной стороны, решение задач выступает средством управления мыслительным процессом, с другой — выступая определенным видом деятельности, решение задач подлежит управлению. Поэтому содержание систем управления изменяется. В них все шире проникают автоматизированные элементы, которые определяют тип структуры системы. Типы систем управления выделяет Д. А. Поспелов: разомкнутая (без обратной связи), замкнутая (с обратной связью), система с адаптацией, модельная и семиотическая.

Рассмотрим управление деятельностью учащихся по обучению умению решать задачи с помощью использования замкнутой системы.

Особое значение в структуре управления представляет элемент предмета управления — деятельность ученика. Она выступает в роли преобразователя входной информации (входного сигнала) в выходную. Входная информация поступает в результате функционирования входа. Преобразователь — определенная деятельность по усвоению поступающей информации. Если таким преобразователем является ученик, то при этом учебная деятельность совершается в конкретном виде ее проявления. В определении А. Н. Леонтьева человеческая жизнь представляет систему «сменяющих друг друга деятельностей». В психологии деятельность рассматривается как процесс, позволяющий осуществить «...взаимопереходы между полюсами «субъект-объект». Учебная деятельность может быть определена через мотивацию данного процесса (овладение определенной социально значимой системой знаний, умений и навыков) и как деятельность в определенный временной интервал жизни человека.

В настоящее время известны различные подходы к определению деятельности, которые можно разделить на три типа: функциональный, системно-структурный и операционный. А. Н. Леонтьев определяет взаимосвязь предметного содержания деятельности и психического отражения как определенную структуру, которую можно назвать функциональной. Он говорит, что «...всякая деятельность имеет кольцевую структуру: исходная афферентация → афферторные процессы, реализующие контакты с предметной средой → коррекция и обогащение с помощью обратных связей исходного афферентирующего образа». Кибернетика также выделяет функциональную структуру деятельности и действия.

Итак, понимание объекта управления как преобразователя, совершающего определенную деятельность на уровне функциональной системы, позволяет представить учебную деятельность как структуру, включающую фиксирование имеющейся информации о предмете, процессе, процесс нового контакта эфферентных нервных волокон с предметной средой, переработку полученной новой информации, коррекцию и обогащение информации о предмете, процессе, т. е. перевод на новую ступеньку знаний о данном предмете.

Известны и другие модели деятельности. Так, в книге П. Линдсея и Д. Нормана «Переработка информации у человека» описывается один из методов представления процесса решения задачи в виде цепочки последовательных актов. Один акт этой цепочки дается через изменение состояния осведомленности с помощью определенного оператора. Вся информация о задаче, которой располагает ученик в данный момент, называется его состоянием осведомленности. Поэтому процесс решения задачи можно рассматривать как изменение состояния осведомленности. Обязательным условием протекания этого процесса является наличие цели и постоянное сравнение цели с состоянием осведомленности. Процесс решения считается завершенным, если полученное состояние осведомленности совпадает с целью задачи. Каждый последующий акт процесса решения разбивает предложенную задачу на множество более простых конкретных действий. Обращение с информацией предполагает использование определенных правил:

1. Запоминание фактов.
2. Запоминание программ, т. е. последовательности правил, с помощью которых информация порождается в случае необходимости.

3. Построение подпрограмм.

Для управления деятельностью недостаточно знать, что такое деятельность с позиции ее функционирования как процесса. Здесь целесообразно использовать системно-структурный анализ для выявления структуры деятельности как системы. Такой подход А. Н. Леонтьев называет общим строением деятельности. Эта структура может быть представлена следующим образом: человеческая жизнь (в ее высших, опосредствованных психическим отражением проявлениях)

→ отдельные деятельности (по критерию побуждающих их мотивов)
→ действия (процессы, подчиняющиеся сознательным целям) → операции (которые непосредственно зависят от условий достижения конкретной цели). В настоящее время такой подход в понимании структуры деятельности реализован в исследованиях А. Н. Леонтьева, П. Я. Гальперина, Н. Ф. Талызиной, Ю. К. Бабанского, К. К. Платонова, Б. Ф. Ломова, А. Л. Журавлева, А. Ф. Эсаулова и др.

И наконец, еще один подход к определению структуры деятельности: операционный состав учебной деятельности. Данный подход позволяет выделить типы операций или части действия. «В каждом человеческом действии, — пишет П. Я. Гальперин, — есть ориентировочная, исполнительная и контрольная часть». Н. С. Якиманская выделяет исполнительские и планирующие действия. В. М. Глушков в каждом действии выделяет функциональные части: ориентировка, планирование, исполнение, контроль.

Для управления учебной деятельностью необходимо использование в единстве выделенных подходов в рассмотрении структуры деятельности. Раскрытие функциональной структуры позволяет определить механизм процесса усвоения знаний, умений и навыков. На основе построенной модели механизма процесса усвоения (как внутренней деятельности) и реализации системно-структурного подхода к анализу деятельности появляется возможность определения последовательности действий конкретной деятельности. Найденная структура через последовательность определенных действий представляет собой раскрытие в единстве внутренней и внешней деятельности.

Реализация операционного подхода к определению деятельности позволяет четко выделить совокупность операций для реализации какой-либо конкретной деятельности.

Нас интересует конкретный вид познавательной учебной деятельности — решение задач. Учебную задачу будем рассматривать как компонент учебной деятельности, точнее, как средство организации познавательной деятельности. Умение решать физические задачи определим как сформированность деятельности.

Итак, содержание деятельности ученика определяется овладением им деятельностью решения физических задач, т. е. у ученика должно быть сформировано умение решать задачи. Данное умение должно быть *обобщенным*. Формирование его начинается в процессе решения задач по конкретной теме, затем идет обобщение его и пополнение обобщенной структуры конкретным содержанием. Обобщенное умение только тогда усвоено учеником, когда он может применить его к решению новых задач с измененной ситуацией по конкретной теме, разделу.

Элемент выхода процесса управления формированием у учащихся умения решать задачи представим в виде требований к данному умению. К моменту окончания средней школы ученик должен овладеть следующими знаниями, действиями и операциями для успешного решения задач:

I. Знания о задаче как объекте управления

1. Что такое задача.
2. Структура задачи.
3. Содержание задачной системы (предмет задачи и требования).
4. Содержание решающей системы (методы, способы и средства решения).

II. Знания о процессе решения задачи (основные действия процесса решения задачи)

1. Ознакомление с условием задачи (описание начального состояния задачной системы) с выделением заданных характеристик, ограничений и неизвестных.
2. Составление плана решения задачи (выбор метода решения задачи и его применение в процессе составления плана).
3. Осуществление решения путем преобразования задачной системы по составленному плану с помощью отобранных способов решения задачи.
4. Проверка и контроль результатов решения задачи.

III. Содержание операций и последовательность их реализации в процессе решения физических задач

1. Чтение задачи, выделение в ней предмета.
2. Выделение способа задания предмета.
3. Краткая запись условия и требования задачи.
4. Воспроизведение содержания задачи по выполненному ее кодированию.
5. Выделение системы знаний (раздела, темы курса), которые объясняют задачную ситуацию.
6. Выявление возможных путей разрешения требования задачи.
7. Определение рационального подхода (метода) решения.
8. Проверка целесообразности решения задачи отобранными средствами.
9. Выделение способа решения задачи.
10. Выделение и запись основного уравнения (выделенных суждений), определение достаточности его для получения соотношения между требованием и условием.
11. Осуществление преобразования исходного уравнения (высказываний) или системы уравнений с включением дополнительных с целью получения соотношения между требованием и условием задачи.
12. Проверка правильности полученного соотношения между требованием и условием задачи (выполнение действий с наименованиями).
13. Уточнение содержания полученного результата.
14. Выбор метода проверки результата в зависимости от его содержания.
15. Осуществление проверки результата (на достоверность, реальность, соответствие).
16. Определение возможности получения результата другими способами.

Структура деятельности учителя по формированию у учащихся умения решать задачи

Деятельность учителя по обучению учащихся умению решать задачи можно разбить на две части. Первую часть условно назовем теоретической; она предполагает овладение учителем теорией обучения учащихся умению решать задачи. Вторую часть условно назовем практической, которая представляет деятельность учителя по обучению учащихся этой деятельности. Она включает решение следующих педагогических задач: определение объема знаний, необходимых для решения задач, которые должны быть усвоены учениками под руководством учителя; определение состава умений, необходимых для решения задач; определение последовательности формирования у учащихся умения выполнять отдельные операции и деятельности в целом по решению задач.

Остановимся на рассмотрении структуры теоретической части, на характеристике каждого элемента данной структуры.

Учитель должен знать основные методы решения физических задач.

В методике преподавания физики имеются различные точки зрения на выделение отдельных методов. В методической литературе выделяют аналитический, синтетический и аналитико-синтетический методы решения задач, но определение метода решения задачи авторы пособий предпочитают не давать.

Учитель должен знать способы решения задач по физике.

Чаще всего метод определяют через способ. Под способом решения физической задачи будем понимать совокупность средств реализации того или иного метода. В различных курсах методики решения задач имеются различные перечисления способов (без их определения). Имеющиеся средства решения учебных задач позволяют выделить три способа: логический, математический и экспериментальный. Математический способ включает несколько разновидностей, которые в основном определяются отдельными разделами математики: арифметический, алгебраический, геометрический, графический и др.

Таким образом, классификацию способов решения физических задач можно представить следующим образом (рис. 8): логический,

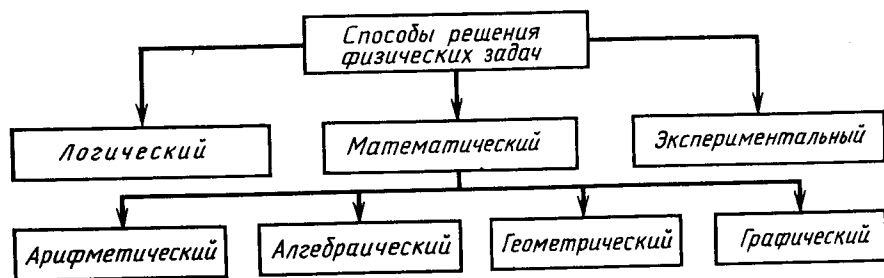


Рис. 8.

математический (арифметический, алгебраический, графический, геометрический), экспериментальный.

Учитель должен знать содержание и структуру учебной задачи и процесса ее решения.

Процесс решения учебной задачи (как алгоритмический, так и эвристический) имеет свою структуру, познannую на определенном уровне. Этой структуре процесса решения физической задачи надо специально обучать учащихся. Структура процесса решения задачи и структуры самой задачи должны стать объектом изучения.

Учитель должен владеть общим и конкретным алгоритмами решения физической задачи.

Общий алгоритм решения физической задачи следует понимать как структуру деятельности учащихся по отысканию решения любой, как вычислительной, так и логической, задачи. Структура деятельности представляет собой реализацию основных этапов решения физической задачи через определенные действия.

Учитель должен уметь выделять в предлагаемом алгоритме его структурные элементы и содержание отдельных операций, владеть способами введения алгоритма в учебный процесс.

В настоящее время алгоритмы нашли широкое применение в процессе обучения. Известно большое количество различных конкретных алгоритмов и алгоритмических предписаний, описанных в методической литературе и используемых в школьной практике. В дидактике возникает необходимость оценки функций конкретных алгоритмов, известных классификаций и соотношений между различными видами алгоритмов. Что такое алгоритм? Под алгоритмом понимают точное предписание для совершения некоторой последовательности элементарных действий над исходными данными любой задачи из некоторого класса (вообще бесконечного) однотипных задач, в результате выполнения которой получится решение этой задачи. Но разновидностей алгоритмов очень много. Данное определение относится к абсолютному математическому алгоритму. Поэтому возникает необходимость рассмотрения различных типов алгоритмов. Кроме абсолютного алгоритма, теория алгоритмов выделяет и другие их виды, которые отличаются от абсолютного степенью детерминированности. В практике школьного обучения наибольшее распространение получили абсолютные алгоритмы и алгоритмические предписания.

По степени детерминированности алгоритмы возможно разбить на два класса: абсолютные алгоритмы и ослабленные. Класс ослабленных алгоритмов очень разнообразный: в него включены алгоритмы, отличающиеся от абсолютного алгоритма различной степенью ослабления детерминированности. Поэтому целесообразно выделить различные виды ослабленных алгоритмов: алгоритмы сводимости, алгоритмы с выбором шагов и расплывчатые (нечеткие) алгоритмы. Каждый из названных видов ослабленных алгоритмов может быть разделен на подвиды. Особый интерес представляет деление алгоритмов сводимости по характеру исполнительного ор-

гана (человек или человек и машина). Алгоритм сводимости, исполняемым органом которого является человек, получил название предписания алгоритмического типа. Таким образом, под предписанием алгоритмического типа понимают алгоритм сводимости, включающий не только правила формального характера, но и содержательные. К предписанию алгоритмического типа дается указание, что исполнительным органом является человек. Такое определение предписания алгоритмического типа позволяет рассматривать его как один из видов алгоритмов.

В педагогической литературе описываются различные классификации абсолютных алгоритмов и алгоритмических предписаний, но четкого различия между ними не проводится и очень часто одно понятие подменяется другим. При этом понятие «алгоритм» считают математическим, а понятие «предписание алгоритмического типа» (или «алгоритмическое предписание») — дидактическим.

По назначению все алгоритмы классифицируются на исследовательские, рабочие и учебные. Нас в дальнейшем будут интересовать учебные алгоритмы — алгоритмы различных видов, применяемые в процессе обучения учащихся. Они могут быть классифицированы по характеру деятельности, количеству операций, предметному содержанию, степени общности, назначению в учебном процессе.

К основным свойствам алгоритмов относятся их детерминированность, результативность и массовость. Алгоритмические предписания наряду с основными свойствами обладают некоторыми особенностями:

1. Неформализованность действия по нему.
2. Относительность понятия «элементарная операция». Элементарность той или иной операции устанавливается в результате постоянной диагностики характера и уровня сформированности операций.
3. Необходимость выделения в характеристике оптимальности учебного алгоритма дидактических условий.
4. Основным критерием для предписания алгоритмического типа является надежность его работы.
5. Назначение предписания алгоритмического типа состоит в управлении с его помощью процессом формирования у учащихся обобщенных знаний, умений и навыков.

Функции алгоритмов в учебном процессе очень разнообразны. Велика их роль и в учебном познании. С этой точки зрения алгоритм выполняет функцию модели деятельности. Учебная деятельность заключается в описании наблюдаемого, в поиске ответа на поставленный вопрос и объяснения наблюдаемых фактов, а также в исполнении намеченного плана. Различные виды деятельности описываются соответствующими моделями. Нам представляется возможным выделить следующие модели учебной деятельности: *описание, эвристика, деятельность по предписанию* (эвристическому и алгоритмическому), *деятельность по алгоритму*. Каждая из наз-

ванных моделей позволяет описать структуру учебной деятельности на различных уровнях учебного познания. Выделенная последовательность видов моделей представляет переход от более низкого уровня описания деятельности к более высокому.

Познание любого процесса (явления или предмета) начинается с описания наблюдаемого. На основе описания отыскивается первоначальная структура деятельности (эвристика), которая становится основой создания предписания. Полученное предписание, как правило, недостаточно детерминирует процесс познания. Алгоритм же можно рассматривать как более познанную структуру деятельности.

В процессе обучения физике используются все виды моделей деятельности: описание, эвристика, предписание и алгоритмы. В процессе формирования у учащихся познавательных обобщенных умений и навыков дидактика использует алгоритмические предписания.

Выделим структуру практической части деятельности учителя по обучению учащихся умению решать задачи. Она включает в себя следующие элементы: обучение учащихся содержанию и общей структуре задач, содержанию и структуре задач различных видов, их классификации, структуре процесса решения учебной задачи, общей структуре решения физических задач, особенностям решения задач различных видов (вычислительных, логических, экспериментальных, графических, задач-рисунков); выработка алгоритмов решения задач по конкретным темам и на их основе формулирование общего алгоритма решения учебных задач; проведение специальной работы по усвоению учащимися структуры алгоритма и раскрытие перед ними содержания отдельных действий; определение последовательности формирования умения выполнять отдельные операции, чтобы в процессе решения первых задач отрабатывались конкретные операции, а затем осуществлялось свертывание их в обобщенные действия; реализация всех действий в процессе решения вначале в развернутом виде, затем — в свернутом.

Человеческая деятельность, как подчеркивает С. Л. Рубинштейн, является сознательной и целенаправленной: «Однако, как ни существенна цель, одной цели для определения действия недостаточно. Для осуществления цели необходим учет условий, в которых ее предстоит реализовать. Соотношение цели с условиями определяет задачу, которая должна быть разрешена действием... Достижение результата, составляющего цель определенного действия, может в силу своей сложности потребовать целого ряда актов, связанных друг с другом определенным образом. Эти акты, или звенья, на которые распадается действие, являются частичными действиями, или операциями».

При анализе категорий деятельности в теории А. Н. Леонтьева В. В. Давыдов выделяет взаимопревращающиеся единицы (или «составляющие») деятельности: *потребность — цель — условие — и соотносимые с ними: деятельность — действие — операция.*

2.4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ СФОРМИРОВАННОСТИ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ

Знание критериев и уровней сформированности умения решать задачи необходимо для оценки знаний, умений учащихся и эффективности методики, применяемой учителем при обучении, а также позволяет определить и научно обосновать содержание соответствующих этапов обучения, на которых должно быть сформировано умение до заданного уровня. Определение верхнего (высшего) уровня необходимо для осознанной, целенаправленной работы учителя по формированию умения до заданного уровня, видения перспективы в развитии данного умения.

Исходным в определении уровней сформированности умения решать задачи являются анализ структуры деятельности по решению задач, знание состава операций, которые должны быть выполнены в процессе решения. Именно на основе знаний структуры деятельности и состава операций определяются критерии, а на основе критериев определяются уровни сформированности умения решать задачи. Анализ структуры умения позволяет выделить следующие основные критерии сформированности умения решать физические задачи:

1. Значение основных операций, из которых складывается процесс решения задач, и умение их выполнять.

2. Усвоение структуры рациональной последовательности выполнения совокупности операций.

3. Перенос усвоенного метода решения задач по одному разделу на решение задач по другим разделам и предметам.

Уровни сформированности умения решать задачи соотносятся определенным образом с процессом обучения физике в определенном классе и обуславливаются требованиями к умению решать задачи к моменту завершения обучения в соответствующем классе.

Рассмотрим основные характеристики выделенных уровней в соответствии с рассмотренными критериями.

Первый уровень — умение анализировать содержание задачи, кодировать его, а также умение выполнять отдельные операции, общие для большого класса задач.

Второй уровень — овладение операциями, связанными с особенностями использования различных способов решения задач (вычислительных, графических, экспериментальных, качественных).

Третий уровень — овладение системой способов и методов решения задач, алгоритмами решения задач по конкретным темам и общим алгоритмом решения задач по физике.

Четвертый уровень — овладение новыми способами решения физических задач, умением применять общий алгоритм к решению задач по конкретным темам и разделам.

Пятый уровень — умение переноса структуры деятельности по решению физических задач на решение задач по другим предметам естественного цикла (химии, биологии), общетехнических и специальных дисциплин (в ПТУ).

2.5. ПОНЯТИЕ «МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ»

Взаимообусловленность методов решения и содержания задач

Сложное понятие «решение задач» взаимосвязано с понятием «задача». Методы решения, выбор конкретных способов решения определяются содержанием задачи. Поэтому содержание задачи выступает одним из критериев в определении типа решения задачи. Так, М. Минский и Е. И. Ефимов рассматривают классификацию задач по взаимодействию их содержания и степени сформированности схемы решения. Понятие «задача» оказывается более широким в сравнении с понятием «решение задачи». Определяя задачу, подчеркивает Е. И. Ефимов, что «...задача полностью определяется тремя компонентами: исходными данными, требуемым результатом и решением». М. Минский утверждает: «Интеллектуальность можно определить лишь относительно степени непонимания задачи наблюдателем... Трудно сохранить ощущение того, что теорема «глубока», когда ее доказательство понятно до конца. Вместе с пониманием приходит и ощущение потери». И далее он пишет о том, что понятие «интеллектуальность» относительно; оно свойственно субъекту в том случае, «если он способен решать задачи с неизвестными ему априори схемами решений». На основе определения интеллектуальных задач имеем их классификацию.

Класс 1. Задачи, для решения которых имеются схемы решения на определенном формальном языке.

Класс 2. Задачи, для решения которых готовых схем решения не существует. На основе привлечения предметных знаний человек строит схемы решения задач, в чем и заключается творчество решающего.

Класс 3. Задачи, для решения которых схемы решения остаются неизвестными даже при условии привлечения знаний о предметной области. Такие задачи получили название интеллектуальных. Поэтому алгоритмы поиска решений таких задач реализуются сложными иерархическими программами, имитирующими мыслительную деятельность человека.

В середине 60-х годов нашего столетия М. Минский отмечал, что «в настоящее время нет даже зачатков формальной теории решения интеллектуальных задач». Он дал приблизительное описание механизма решения задачи человеком: расчленение задачи на комплекс подзадач, нахождение необходимой информации в памяти, отбор приемлемого метода для конкретной ситуации, выработка стратегии, разработка подробных планов и постоянное перестраивание структуры подцелей.

Решение задачи обеспечивается действием данного механизма и памяти, которые содержат системы знаний, методов, способов и средств решений, а также методы совершенствования данных систем, так как процесс решения задач есть противоречивый процесс: использование знаний как средств мышления и как начального знания, преобразующегося в самой деятельности в новые системы знаний и методов.

«Задача предполагает,— пишет Дж. Пойа в книге «Математическое открытие»,— необходимость сознательного поиска соответствующего средства для достижения непосредственно недоступной цели». Он выделяет два класса задач: задачи на нахождение и задачи на доказательство. Первый класс задач предполагает нахождение неизвестного объекта, заданного определенным образом исходными данными. В этом случае процесс решения задач определяется как *результат деятельности* по отысканию объекта. В задачах на доказательство неизвестного объекта нет. Условие задачи объект задает в виде заключения. Решить задачу на доказательство — это значит надо найти подтверждение истинности (или ложности) того, что заключение следует из исходных посылок (исходных данных). В задачах на доказательство решение можно понимать только как последовательность умозаключений, позволяющих перейти от посылок к заключению, а поиск решения — как процесс, заканчивающийся нахождением этой последовательности. И в задачах первого типа решение можно рассматривать как программу действий по отысканию объекта. Программа действий, преобразований объекта или умозаключений, в определении Дж. Пойа, выступает «средством».

Опираясь на идеи Сэндуолла, Н. Нильсон в основу классификации положил средства представления задачи. При этом он выделяет такие подходы к решению: установление пространства состояний задачи; редукция задачи, т. е. разбиение исходной задачи на подзадачи; сведение заданной задачи к очевидной задаче; использование принципа резолювенции, основанного на использовании формальной логики и доказательстве теорем.

Он утверждает, что «...сама задача должна быть поставлена либо в рамках подхода, основанного на пространстве состояний или на редукции к подзадачам, либо же как теорема, подлежащая доказательству», и показывает, что есть две основные части процесса решения:

1. *Постановка задачи и представление ее в определенной форме.*

В процессе постановки задачи происходит ориентация задачи к определенному подходу решения. Восприятие задачи сопровождается изменением представлений задачи: переформулирование ее, сужение пространства состояний, ориентировка к методам поиска.

2. *Поиск решения.*

Известно несколько подходов к систематизации методов поиска решения задач. Прежде рассмотрим отдельные методы поиска. А. Ньюэлл и его сотрудники вводят «универсальный решатель задач» (*General Problem Solver — GPS*), который можно охарактеризовать как метод редукции. Широкое распространение получил метод решения задач с использованием *пространства состояний*. Им пользуются в теории управления и в теории исследования операций. Получил признание достаточно полно разработанный метод поиска решения задач, основанный на редукции задач.

В процессе решения для построения логических выводов часто используются методы формальной логики. Последние имеют достаточно полные разработки.

Существуют методы «продуционного типа» и «редукционного ти-

па». Это — методы решения задач, аналогичные по своему содержанию методам, описанным Н. Нильсоном (пространство состояний и редукция задач). Отличаются они лишь по названию.

Несколько иной, формальный, подход к классификации методов дает Р. Бенерджи. Он оперирует понятием «модель решения задач» и выделяет две модели. В соответствии с первой из них процесс решения задачи идет путем отыскания «регулятора по открытому контуру», во втором случае осуществляется отыскание «регулятора по замкнутому контуру».

Процесс управления всегда предполагает перевод заданного множества объектов из одного состояния в другое или изменение ситуации (в теории задач). Управление и возникающие возмущения рассматриваются так же, как два других множества. Решение задач представляет процесс перевода объектов из одной ситуации в другую до тех пор, пока это не будет целевой ситуацией, или, как говорят, выигрышной. Схематически данную модель решения задачи можно представить, как это показано на рисунке 9.

Перевод заданной ситуации происходит под действием двух последовательностей: элементарных возмущений и элементарных управлений. Возникает трудность в выборе последовательности элементарных управлений. Чаще она возникает из-за того, что не все элементарные управления можно применить ко всем возможным ситуациям. В результате нельзя выбрать последовательность элементарных управлений, которую можно было бы использовать независимо от вида сопряженных элементарных возмущений.

Эта трудность оказывается преодолимой, если искать не последовательность управлений, а стратегию управлений, т. е. попытаться с самого начала решить, какое управление следует использовать в каждой из ситуаций всякий раз, когда эта ситуация возникает. Схематически модель решения задачи отыскания «регулятора по замкнутому контуру», предполагающая отыскание всякий раз стратегии, представлена на рисунке 10.

Знания, формируемые в процессе обучения, используются в последующем мышлении. Индивидуальные особенности обучаемых, которые обуславливают различные пути использования приобретенных знаний, выделяет Л. Секей: «Одни лица способны использовать эти

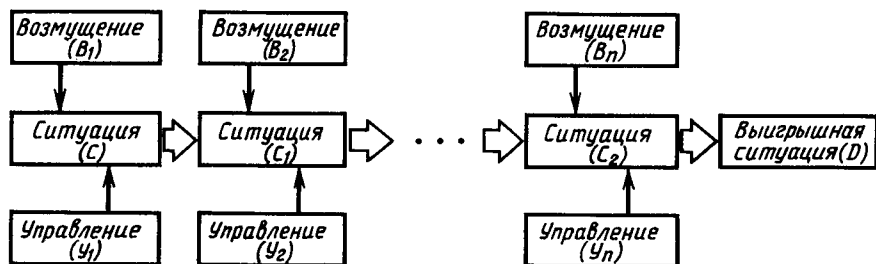


Рис. 9. Модель решения задачи отыскания регулятора по открытому контуру.

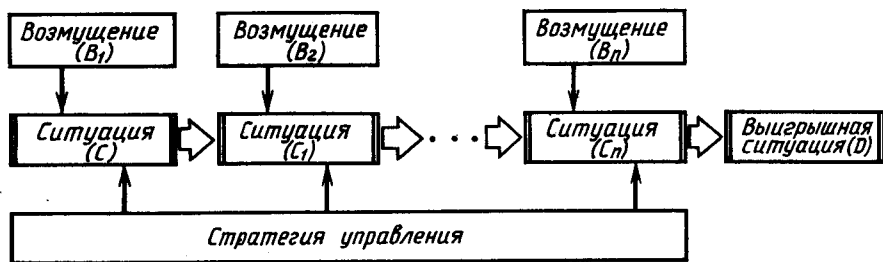


Рис. 10. Модель решения задачи отыскания регулятора по замкнутому контуру.

знания только в ходе репродуктивного мышления при решении задач, требующих в основном припоминания нужных сведений, другие могут применять те же сведения и в таких задачах, где ситуация совершенно незнакомая и требует специфически продуктивного мышления».

При обучении решению задач происходит опора на различные виды знаний, при этом функции их могут быть различными. Здесь можно сослаться на классификацию типов знаний, предложенную Л. Секеем. По проявлению знаний он выделяет знание, воспроизводимое словесно, а также функционально оперативное. Так, функционально оперативное знание обеспечивает сознательное применение усвоенных методов и способов деятельности к решению учебных задач. С другой стороны, процесс решения задач как мыслительный процесс осуществим только в процессе преобразования самих знаний и их помощью.

Решение задач — конкретное проявление мыслительного процесса. Суть мыслительной деятельности «...заключается в **замещении** исследуемых объектов **другими объектами** (эталоны и «посредниками») или **знаками**. Поэтому процессы решения задач правильнее всего классифицировать в соответствии с тем, **чем** в ходе решения замещается исследуемый объект и **как** он замещается», — пишет Г. П. Щедровицкий и выделяет такие группы процессов:

1. Для решения задачи требуется лишь одна познавательная операция (мыслительная операция: счет, измерение, наложение. Например: «Сколько предметов на столе?», «Какова длина этого стола?»). Это достигается формой задания исследуемого объекта и вопроса относительно него.

2. Для решения задачи одной познавательной операции недостаточно (например: «Сопоставить длины двух неподвижных предметов, находящихся в разных местах»). В этом случае заданный объект преобразуется или замещается таким образом, чтобы задача решалась одной познавательной операцией.

3. В процессе решения вырабатывается и используется сложная знаковая форма, с помощью которой осуществляются познавательные процессы.

4. Для решения задачи осуществляется сложная комбинация замещений некоторого объекта знаковыми формами и преобразований (формальная и содержательная) этих знаковых форм.

Решение задачи характеризуется как творческое, если оно удовлетворяет хотя бы одному из следующих условий: продукт мыслительной деятельности обладает новизной и ценностью; мыслительный процесс отличается новизной в том смысле, что требует преобразования или отказа от ранее принятых идей; мыслительный процесс характеризуется наличием сильной мотивации и устойчивости (длителен во времени или интенсивен); задачей является необходимость формулирования самой проблемы.

Процесс решения задачи является сложным мыслительным процессом, отвечающим за существование определенной деятельности. Поэтому в нем возможно выделить отдельные части или моменты, что и делает Н. А. Менчинская:

1. Восприятие задачи означает восприятие определенного вопроса. Отсюда можно получить утверждение: если задача имеет иную форму предъявления, то в процессе восприятия она должна быть переформулирована с постановкой вопроса.

2. Условие задачи должно характеризовать свойство искомого.

3. При решении сложных задач необходимо выявить противоречие, которое обнаруживается в условии задачи.

4. Данное противоречие становится началом анализа и решения.

5. Если решающий не может найти способ решения, то следует разбить эту задачу на части, которые составляют единое целое.

6. Необходимо использовать различные средства мышления.

7. Учащиеся должны знать основные методы мышления.

Выделенные положения не являются элементами структуры. Одни из них характеризуют сам процесс решения, другие формулируют требования к содержанию задачи или характеризуют содержание знания.

По-иному характеризует структуру процесса решения задач Н. Майер. Он говорит, что процесс решения начинается с чувства дисгармонии, возникновения мысли о решении и создания новой организации элементов (происходит мгновенно, но способность их создавать зависит от индивидуальных особенностей).

Причины отклонений принятых решений выделяет Р. Акофф: при принятии решений была использована ошибочная информация; в процессе принятия решений была допущена ошибка; решение могло быть правильным, но осуществляется не так, как предполагалось; неожиданно изменилась обстановка.

В настоящее время в теории решения разрабатываются правила принятия рационального решения в различных ситуациях. Но сами правила требуют учета многих факторов, приводящих к необходимости проведения сложных расчетов и значительного расходования времени. Принятие решения в реальных условиях определяется наличием неполной информации и дефицитом времени. Поэтому разрабатываются упрощенные правила, эвристики принятия решения в условиях дефицита времени и условиях риска.

Интеллектуальная деятельность (решение задач является конкретным видом интеллектуальной деятельности) хорошо исследована в психологии: определена ее структура, выделен принципиальный ряд ее фаз. К числу таких фаз процесса решения задач психологи относят: ориентирование в условии задачи, которым задается цель деятельности; построение схемы решения с выделением принципиальных операций (хотя однозначного их перечисления не дается); выполнение операций и проверка полученного результата. Цель задачи дается в определенных условиях. Интеллектуальная деятельность начинается с ориентировки в этих условиях. Она включает выделение существенных (уже известных и еще неизвестных) данных и их сопоставление друг с другом. Эта работа приводит к возникновению общей схемы решения, к выделению тех операций, которые с большей вероятностью приведут к достижению поставленной цели. Эта общая схема, опирающаяся на известные системы вспомогательных операций, соответствует объективному алгоритму решения задачи и приводит к возникновению отдельных действий, которые носят избирательный характер и кончаются определенным ответом.

Выделенная схема интеллектуальной деятельности соответствует данным нейрофизиологии.

Интересными данными располагает нейропсихологический анализ процесса решения задач. Такой анализ, выполненный А. Р. Лурия и Л. С. Цветковой, позволил выделить типичные ошибки в решении задач: недостаточно тщательный и планомерный анализ условия задачи; бесконтрольное построение гипотез; неоправданное применение стереотипных способов решения; недостаточное внимание к сличению хода решения с исходным решением задачи; нередко у учащихся возникают затруднения в вычислениях и допускаются ошибки в вычислениях.

2.6. СПОСОБЫ РЕШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

В литературе и практике обучения нет четкого разделения понятий «методы» и «способы решения задач», при этом одно понятие подменяется другим. Данные понятия мы различаем и определяем содержание каждого из них. Уточнение их содержания обеспечивает сознательное решение задач, применение усвоенных положений и приобретенных умений к их различным видам. Если же под учебными задачами будем понимать познавательные задачи, т. е. задачи, которые своим содержанием и процессом решения обогащают учащихся новыми знаниями и умениями, то понимание метода в решении физических задач определяет путь достижения определенных результатов через осуществление мыслительного процесса. Результатом данного процесса являются новые знания. Аппаратом мыслительного процесса выступают логические действия, способом осуществления которых являются логические приемы (и в первую очередь такие приемы, как анализ и синтез). Они определяют направление

мыслительных действий, а следовательно, и методы решения учебных задач (аналитический, синтетический и аналитико-синтетический). Метод решения определяет стратегию процесса решения, задает основную идею к планированию этого процесса, определяет путь установления связи между требованиями и условием задачи.

На ход планирования процесса решения задач влияют и другие факторы. Осуществление намеченного плана решения задач потребует применение таких средств, которые позволили бы приблизить требование задачи к условию. Аппарат, осуществляющий получение связи между требованиями и условием задачи и сближающий их, назовем способом решения задач.

Какими же способами решаются учебные задачи по физике? Можно сказать, что все задачи решаются с помощью аппарата логики. Логика — совокупность наук о законах и формах мышления, о математико-логических законах исчисления, о наиболее общих (диалектических) законах мышления. Логический аппарат позволяет построить нужное суждение или умозаключение, выделить определенное понятие с его существенными признаками.

Наряду с логическим выделяется математический и экспериментальный способы. Математический способ оперирует законами математической логики. Экспериментальный — логический способ, который в процессе объяснения явления на некотором этапе восприятия его использует эксперимент. Эксперимент является элементом, составным звеном логического способа и позволяет некоторые суждения, отдельные элементы умозаключений представить наглядно и сочетать законы мышления с особенностями учебного предмета. Физика — наука экспериментальная. Специфика учебного предмета, отражающего суть соответствующей науки, находит отражение в методах учебного познания. Экспериментом может быть задана одна из посылок (частных) или показано основное в знании.

Покажем структуру экспериментального способа решения физических задач:

1. Демонстрация заданной ситуации (явления, состояния тела).
2. Определение содержания, значения физических параметров в заданной ситуации.
3. Сведение экспериментально заданной задачи к логической или вычислительной.

В школьном обучении учащиеся овладевают математическим аппаратом, отдельные разделы которого составляют конкретные способы решения физических задач (геометрический, графический, номографический). Если в какой-то степени курс физики формирует у учащихся экспериментальный способ решения задач, то с законами и формами мышления как логическими категориями учащиеся в средней школе не знакомятся. Поэтому большие сложности у учащихся возникают в решении логических задач, где этот процесс основывается на умении построить доказательное утверждение.

Качественные (или логические) задачи в процессе решения используют логический способ. Основное назначение логических задач видим в формировании с их помощью физических понятий. При этом

логические задачи по роли формирования у учащихся понятий разделяем на следующие виды: задачи на объяснение явления, предсказание, выделение общих черт и существенных различий конкретных явлений, сравнение предметов и явлений в количественном отношении, определение области применения и наблюдения явления, систематизацию и классификацию понятий, объяснение сущности применяемых на практике приемов и способов деятельности. Основным объектом названной классификации является явление, изучение его различных сторон, позволяющих понять сущность этого явления, и выделение причины появления и ожидаемых следствий происходящего. Умозаключения в них отличаются друг от друга формой связи мыслей. С помощью умозаключений можно получить новые знания о предметах и явлениях. В логике выделяется три основные формы связи мыслей в умозаключении: дедукция, индукция и аналогия.

Дедукция (выведение) обеспечивает получение нового знания на основе построения двух посылок: общей, выделяющей класс предметов с определенным свойством; частной, утверждающей некоторые знания об одном из предметов выделенного класса. Новое знание заключается в том, что рассматриваемый предмет в частной посылке обладает указанным свойством.

Индукция (наведение) обеспечивает с помощью знаний о единичных предметах получение общего знания.

Аналогия в процессе анализа сходных предметов позволяет сделать перенос свойств (признаков) одного предмета на другие, сходные с первым.

Логические задачи определяются как тип задач, выделяемых по способу решения. Что же представляет из себя логический способ решения? Под логическим способом понимают логическую форму, позволяющую разрешить требования задачи. Логика как наука определяет логические формы через структуру рассуждений. Рассуждением называется ряд мыслей на какую-нибудь тему, изложенных связно, последовательно, обоснованно. Законченное рассуждение, в результате которого получается новое знание о предметах, явлениях окружающего мира, называется умозаключением. Проведенный анализ качественных задач курса физики VII—VIII классов позволяет определить способ их решения в основном через дедуктивную форму умозаключений.

Рассмотрим структуру логической формы связи мыслей в дедуктивном рассуждении, выделим структурные элементы физической ситуации в логической задаче, решаемой дедуктивно, и определим структуру логического способа решения задачи по физике в VII—VIII классах.

Элементы логической структуры связи мыслей в умозаключении выделены логикой: знания о всем классе предметов (общие знания), некоторые знания об одном предмете данного класса и новые знания, определяющие все знания о данном предмете.

Теоретический анализ ситуаций конкретных логических задач позволил выделить структурные элементы. В условии задачи осуществлено описание конкретной ситуации, конкретного явления; в требо-

вании задачи определенным образом указана область расширения знаний о явлении. Процесс решения задач должен обеспечить поиск того класса предметов (явлений), в который входит заданное явление как выводное видовое понятие в понятие ближайшего рода (табл. 2).

Таблица 2

Типы логических задач и структуры их решения

Тип задачи	Содержание типа задачи	Содержание логического способа решения задачи
I	Узнавание в конкретном явлении физического явления	1. Выделение сущности заданного конкретного явления 2. Извлечение из памяти определения физического явления, являющегося родовым понятием к заданному как видовому понятию 3. Подведение конкретного явления под понятие родовое
II	1. Объяснение явления	1. Выделение сущности заданного конкретного явления 2. Извлечение из памяти определения физического явления, являющегося родовым понятием к заданному как видовому понятию 3. Подведение конкретного явления под понятие родовое (физическое) 4. Объяснение сущности (или причины) явления на основе физических теорий и законов
	2. Объяснение свойств тел, их строения	1. Определение строения конкретных тел 2. Выделение в их строении общего, существенно влияющего на свойства тел, или существенного отличия одного тела от другого 3. Объяснение свойств тел на основе выделенного общего или существенного различия

Математический аппарат широко используется в решении учащимися задач по физике. Он позволяет определенным образом выразить зависимость между физическими величинами, описывающими закономерности природы, основные положения физических теорий. Все физические законы в физике средней школы представлены математическим языком.

Условие и требование физической задачи описываются физическими понятиями. Если же учащиеся располагают и аналитической записью закономерностей между физическими величинами через те же понятия, то процесс решения задачи, предполагающий определение отношения между требованиями задачи и условием, становится

короче. Если же такое соответствие между понятиями задачи и записью уравнений отсутствует, то возникает обязательный, дополнительный начальный этап процесса решения в перекодировании условия и даже требования задачи. Так, задачи по кинематике формулируются через оперирование понятиями скорости, перемещения, ускорения. Уравнения кинематики записываются через координаты и проекции векторов скорости и ускорения, которые предполагают и использование определенного метода решения (координатного).

Математический аппарат как способ решения реализуется только через конкретные способы: алгебраический, графический, геометрический и др.

Приводим структуру алгебраического способа решения задач:

1. Определение уравнения (или системы уравнений), аналитически описывающего предмет задачи.

2. Запись дополнительных уравнений, если записанного уравнения (или системы уравнений) недостаточно для получения соотношения между условием и требованием задачи.

3. Решение уравнения (или системы уравнений) относительно неизвестного.

Графический способ решения физических задач выделяется как самостоятельный. В курсе математики учащиеся строили некоторые графики. Они знают, что функциональные зависимости между величинами могут быть представлены графически. В процессе решения физических задач приходится оперировать конкретными величинами (графики пути и скорости равномерного прямолинейного движения; графическая зависимость силы электрического тока от напряжения, температуры тела от времени изменения внутренней энергии тела). При этом график может выступать средством задания условия задачи, определения ее требования, получения соотношения между требованием и условием задачи, дополнительных соотношений. И в то же время любая графическая зависимость (интерпретация) описывает сам процесс: процесс механического движения, теплового, электрического. Отдельные точки графика соответствуют определенным состояниям процесса. Физические задачи описывают, как правило, определенный процесс через изучение двух состояний.

Структура графического способа решения физических задач исходит из понимания графика как формы выражения существующей между величинами зависимости. Наряду с графической формой выражения зависимости существует аналитическая и табличная. Табличную будем понимать как промежуточную между аналитической и графической формами, которая переводит аналитическую в графическую и наоборот. Первоначальной формой является аналитическая. Поэтому в основе графического способа решения физических задач лежит понимание учащимися процесса перевода аналитически заданной формы выражения зависимости между величинами в графическую форму выражения зависимости между теми же величинами. Дадим основные элементы такого процесса:

1. Выделение аналитической формы зависимости между величинами, которая должна быть представлена графически.

2. Определение в выделенной аналитически представленной зависимости независимой и зависимой переменных величин.

3. Превращение аналитической формы записи зависимости в табличную (задание нескольких значений для независимой переменной и определение соответствующих значений для зависимости переменной).

4. Выбор координатных осей.

5. Превращение табличной формы выражения зависимости в графическую (нахождение системы точек, отражающих последовательность состояний, и по ним — графической формы выражения зависимости).

Глава III

МЕТОДЫ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

3.1. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ В МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

Методике решения физических задач посвящено большое количество монографий, диссертационных исследований, статей. Анализ состояния проблемы обучения учащихся решению физических задач показал, что на каждом этапе развития советской методики преподавания физики данная проблема находила свое частное решение.

Начальный этап (1910—1916) развития методики обучения учащихся решению задач характеризуется утверждением задач в учебном процессе, дается обоснование необходимости их включения в процесс изучения физики. Это относится к дореволюционной гимназии (П. Баранов, 1913; Н. В. Кашин, 1916; В. В. Лермантов). Прогрессивные методисты понимали необходимость включения в учебный процесс решение задач, но в программах и учебниках они так и не нашли отражения.

В первые годы Советской власти вопрос о необходимости решения задач был поднят в работах замечательного педагога-методиста А. В. Цингера. Но не сразу решение задач вошло в учебный процесс советской школы. По мере внедрения решения задач возникает необходимость в выделении отдельных способов и методов их решения: арифметического, алгебраического и графического (П. А. Знаменский), синтетического и аналитического (Д. А. Александров и И. М. Швайченко). Авторами были разработаны отдельные способы решения физических задач. Также обсуждался вопрос определе-

ния дидактических требований к оформлению процесса решения учебной задачи. Анализ процесса решения конкретных задач позволил детерминировать его, выделить основные этапы.

Аналізу решения вычислительных задач первостепенное внимание уделял И. И. Соколов, в результате чего выделены логические и математические приемы решения, определена система операций по их решению, которая показана ниже:

1. Внимательное чтение задачи и повторение ее содержания.
2. Запись в условных обозначениях содержания задачи.
3. Представление полной физической картины явления.
4. Выполнение соответствующего чертежа.
5. Выбор системы единиц, перевод данных задачи в выбранную систему и присоединение к данным задачи необходимых дополнительных данных.
6. Выбор законов, которым подчиняются искомые и данные величины, и выражение законов формулами.
7. Решение системы составленных уравнений в буквенном виде.
8. Вычисление по окончательной формуле.
9. Присоединение к найденному числу наименования единицы, в которой выражена искомая величина.
10. Разбор возможных частных случаев задачи.

Данная система операций, которая должна осуществить управление процессом решения, описывает структуру восприятия задачи, однако основные действия в этой формуле описаны недостаточно четко. Так, выбор законов подчиняется не описанию сущности физического явления, а объединению в аналитической форме искомых и данных величин. Полностью отсутствуют планирование и анализ деятельности в процессе решения.

Восприятие задачи учащимися описывает П. А. Знаменский следующими операциями: чтение условия задачи; выяснение смысла терминов, отдельных слов и наименований в условии задачи; выяснение физической сущности ее; краткая запись условия задачи; вычерчивание рисунка, чертежа, схемы, графика. Осуществление других этапов процесса решения не раскрыто, ибо такая операция, как установление всех физических закономерностей, с которыми связано решение задачи и составление соответствующих уравнений, не детерминирует его.

Первой специальной книгой по методике решения задач в советской школе, обобщающей теорию и практику, явилась «Методика решения задач по физике в средней школе» Д. А. Александрова и И. М. Швайченко, где предпринята первая попытка сформулировать требования, которые необходимо неуклонно предъявлять к учащимся при решении физических задач.

Для названных книг характерным является сосредоточение внимания исследователей на методике решения вычислительных задач. Но в них выполнено только некоторое *описание* деятельности по решению. Выделенные операции неодинаково полно описывают деятельность на всем ее протяжении. Здесь очень наглядно можно проследить начало познания человеком конкретной деятельности. Оно

начинается с восприятия объекта деятельности. Таким объектом процесса решения задачи выступает ее формулировка. Решение задачи начинается с анализа ее содержания.

Определение физической задачи как необходимого элемента учебного материала и как метода обучения стимулировало дальнейшие исследования, дальнейшую разработку проблемы методики решения физических задач. К таким работам необходимо отнести выполненные исследования, составленные сборники задач и отдельные статьи, в которых рассмотрена *методика* решения отдельных видов задач, *роль задач в программированном обучении*, выявлены некоторые *типичные ошибки*, допускаемые учащимися в процессе решения задач. Анализ выполненных работ и практика использования задач в учебном процессе приводит к выводу о том, что полученные результаты исследований, вооружение учителей методическими пособиями *стимулировали* применение в учебном процессе по физике *разнообразных задач*. Но методика решения задач пока ограничивалась выделением особенностей их различных видов. Авторы включают работу по формированию у учащихся разнообразных систем правил для решения задач по отдельным разделам, темам. Так, В. И. Сосновский считает необходимым обучение учащихся особым видам правил (алгоритмы распознавания, разрешающие алгоритмы) и общим правилам решения задач большого класса (количественные задачи по физике). Но эта проблема только ставится и намечаются некоторые пути ее решения.

Методика решения задач разрабатывается под влиянием развития общей и других частных дидактик. Существенное влияние оказала книга американского педагога Дж. Пойа «Как решать задачу», в которой процесс решения разбит на этапы. Содержание каждого этапа он описывает группой вопросов, с которыми учитель обращается к учащимся. Предложенную структуру процесса решения задач можно охарактеризовать как эвристическую программу для управления деятельностью учащихся. Само умение решать задачи Дж. Пойа называет искусством, которое приобретается только практикой в процессе подражания и опыта. «Умение решать задачи,— пишет Дж. Пойа,— есть искусство, приобретающееся практикой, подобно, скажем, плаванию. Мы овладеваем любым мастерством при помощи подражания и опыта... Учась решать задачи, вы должны наблюдать и подражать другим в том, как они это делают, и, наконец, вы овладеваете этим искусством при помощи упражнения».

Только подражание в овладении выполнением определенного вида деятельности не может способствовать прогрессу. Каждое новое поколение, опираясь на опыт предшествующих, находит решения неразрешенных проблем и ставит новые проблемы.

Описание деятельности с помощью различного рода эвристик нашло свое дальнейшее развитие в кибернетике. В книге «Человек и вычислительная техника» определено более детерминированно содержание каждого этапа решения задачи через выделение функциональных частей действия. Выход в свет этой книги стимулировал появление большого количества работ по разработке алгоритми-

ческого подхода к решению задач, его сочетания с эвристическим. Хотя в учебном процессе по физике алгоритмы решения задач применялись задолго до выхода данной книги, выход в свет книги В. М. Глушкова подтвердил правильность пути, на котором стоят педагоги.

Применяемые алгоритмы в процессе обучения учащихся решению физических задач выполняют различные функции:

1. Алгоритмы, которые позволяют осуществить *применение* конкретных физических законов к решению учебных задач по кинематике, динамике, на закон сохранения энергии и т. д.

Исследуется процесс применения уравнения кинематики для решения определенного типа задач. На основе анализа решения прямых и обратных задач по механике дается алгоритм поиска непосредственного решения задач по некоторым конкретным темам, отрицая при этом идею построения общего алгоритма решения задач. Алгоритмы решения физических задач стали предметом изучения многих исследователей.

2. Параллельно реализуется иной подход к построению алгоритмов решения задач различных видов: количественных, качественных, графических, экспериментальных.

Так, Х. Меншель выделил элементарные операции умственной деятельности при решении некоторых качественных физических задач. Алгоритмизацию он оценивает как средство реализации теории поэтапного формирования умственных действий для развития мышления учащихся. Качественные задачи в большей степени, чем какие-либо другие, оперируют физическими понятиями. Поэтому алгоритмом решения таких задач он называет правила построения различных определений физических явлений (реальных, генетических).

Вопросы использования алгоритмов решения количественных задач рассмотрены в работах А. В. Усовой, И. Ф. Жураховского.

3. Самостоятельным направлением использования учебных алгоритмов в совершенствовании процесса решения физических задач является обучение учащихся построению алгоритмов. Так, Б. А. Гохват формулирует правила распознавания классов задач и построения алгоритмов решения задач нового класса, выделяет общие методы построения алгоритмов решения: обучение переходу от формулы к алгоритмическому вычислительному процессу, построение алгоритма преобразования на основе определений через род и видовые отличия и на основе генетических определений, на основе сравнения начального и конечного состояний преобразуемого объекта, анализа комбинаций возможных исходных признаков преобразуемого объекта.

Алгоритмический способ решения задачи строится на раскрытии структуры деятельности ученика при решении задачи. Сформулированные разными авторами алгоритмы отличаются друг от друга отдельными операциями, последовательностью их в системе. Вопрос структуры учебного алгоритма в методике преподавания физики не ставился. Этим можно объяснить появление в печати большого количества алгоритмов решения задач на один и тот же физический закон (например, на законы динамики, законы сохранения и превращения энергии).

Несколько иные функции, чем алгоритмы или эвристики, выполняют *схемы* процесса решения физических задач конкретных типов по отдельным темам и разделам школьного курса физики. Их отличает от алгоритмов меньшая степень обобщенности. Схемы решения физических задач вошли во многие пособия. Одни пособия предназначены для самостоятельной работы для абитуриентов, другие — рекомендуются для учителя физики. Многочисленные пособия для учащихся и абитуриентов выделяют основной теоретический материал по физике (законы, формулы), приводят образцы решения конкретных задач по различным темам курса физики.

Так, Н. М. Сперанский делает анализ теоретического материала по его применению к решению физической задачи, Н. Е. Савченко приводит пояснения к осуществлению отдельных операций по конкретным темам, В. К. Кобушкин формулирует типичные затруднения в решении задач, Е. В. Фирганг выделяет возможные типы задач по конкретным темам курса.

В пособии для учителей физики С. Е. Каменецкий и В. П. Орехов показывают решение типовых задач по всем темам курса физики средней школы. По мнению авторов, процесс решения задач осуществляется по следующей схеме: чтение условия задачи; выяснение всех терминов; анализ условия задачи; построение аналитической и синтетической цепей рассуждений и анализ полученного ответа. Содержание выделенных элементов процесса решения конкретизируется при решении отдельных задач.

Таким образом, под методикой решения задач понимают организацию решения по определенной схеме. На начальном этапе решения физических задач особое внимание уделяется рассмотрению способов *записи* условия задачи и ее решения, что является, несомненно, важным условием, но недостаточным для обучения решению задач.

В «Методике преподавания физики в IX—XI классах средней школы» под редакцией В. П. Орехова и А. В. Усовой описываются правила решения задач, которые задаются определенной схемой. Сформулированные авторами общие правила решения физических задач содержат некоторые советы по нахождению рациональных способов их решения. Наряду со схемой рекомендуется использование алгоритмических предписаний по решению задач определенных типов и выполнению некоторых действий (определение размерности физической величины, преобразование одних единиц измерения в другие).

Понятие «методика решения физических задач» является непростым. К его анализу могут быть применены различные подходы. Поэтому так различны схемы, описывающие процесс решения. Три основные части выделяет А. В. Усова: аналитическую и синтетическую; решение и кодирование содержания задачи, а также процесса решения; проверку и анализ результатов решения. Аналитическая часть процесса решения включает восприятие задачи с выделением ее условия и требования, краткую запись условия задачи с применением различных средств кодирования, выявление описанного в задаче явления (процесса). Синтетическая часть процесса решения осуществ-

вляет отыскание связи между требованием и условием задачи.

Анализируя условие задачи, в котором описываются явления, процессы, И. Л. Юфанова рекомендует выяснить, какие тела в условии участвуют, установить воздействия на физические тела, задать параметры, характеризующие эти состояния.

Использование моделей для описания мыслительного процесса способствовало дальнейшему познанию структуры процесса решения физических задач. Выполненные исследования показали, что моделирование конкретных мыслительных процессов обеспечивает целенаправленное управление ими, но глубина раскрытия сути процесса при этом остается прежней.

В дидактической литературе последних лет появилось понятие «*обобщенное учебное умение*», введенное в методiku преподавания физики А. В. Усовой, которое повлияло на дальнейшее совершенствование методики решения физических задач. Был поставлен вопрос о формировании у учащихся обобщенного умения решать задачи.

Мы рассмотрели методiku решения физических задач, которая в основном раскрывает мыслительную деятельность учащихся. Но это — одна сторона процесса обучения учащихся умению решать задачи, необходимая и обеспечивающая основы формирования у учащихся интеллектуального умения. Однако формирование у учащихся умения решать физические задачи осуществляется в результате целенаправленного воздействия. В этом процессе осуществляется система воздействия на ученика (дидактическая система воздействия). Это воздействие, побуждающее ученика к решению, направляющее его мыслительную деятельность на поиск решения, может осуществляться в различной форме.

Способы формирования у учащихся системы специальных знаний и методов деятельности следующие: словесный, при котором системы специальных знаний и методов сообщаются *устно* преподавателем (усвоение системы знаний и методов происходит в совместной несамостоятельной деятельности учащихся); промежуточный, при котором основы специальных знаний и методов сообщаются *частично устно* преподавателем, частично усваиваются самостоятельно по специальным пособиям (процесс усвоения знаний и методов происходит в совместной несамостоятельной деятельности учащихся по решению задач); операционный, при котором усвоение системы знаний и методов происходит в самостоятельной работе по специальным пособиям.

Обстоятельный анализ способов обучения учащихся умению решать физические задачи сделан А. В. Усовой. Она выделяет три принципиально различных способа, которые характеризуют взаимодействие учителя и учащихся в процессе усвоения умения самостоятельно решать задачи.

Первый способ А. В. Усова называет традиционным, еще очень распространенным в практике обучения. Но его содержание не сводится к методу образцов. Он осуществляется по схеме:

1. Объяснение учителем подхода к решению задач данного вида.
2. Коллективное решение задач, при котором выделенный под-

ход решения обсуждается со всем классом или один из учащихся решает задачу у доски, все остальные списывают решение, немногие пытаются решать самостоятельно.

3. Самостоятельное решение задач в связи с выполнением домашних заданий.

4. Самостоятельное решение задач в связи с выполнением контрольных работ.

Второй способ включает два новых элемента: полусамостоятельное и вполне самостоятельное решение задач. Процесс обучения учащихся умению решать задачи протекает при этом по следующей схеме:

1. Раскрытие учителем общего подхода к решению задач данного вида.

2. Коллективное решение небольшого количества задач с использованием общего подхода.

3. Полусамостоятельное решение задач, включающее коллективный анализ условия задачи, обсуждение хода (плана) решения и самостоятельную работу по реализации намеченного плана решения или выполнения отдельных операций.

4. Вполне самостоятельное решение задач, включающее самостоятельный анализ условия, его краткую запись, разработку плана решения, его реализацию, анализ ответа, проверку правильности решения.

5. Самостоятельная работа по решению задач в связи с выполнением домашних заданий.

6. Самостоятельная работа по решению задач в связи с выполнением контрольных работ.

Третий способ — алгоритмический. Он отличается от предыдущих тем, что учащиеся знакомятся с *общим методом (алгоритмом)* решения задач данного класса. Процесс обучения решению задач в данном случае осуществляется по схеме:

1. Коллективное решение нескольких задач, относящихся к данному классу (множеству) задач.

2. Выдвижение проблемы отыскания общего метода решения задач данного класса.

3. Отыскание учащимися (под руководством учителя) общего метода решения задач данного класса, «создание» (отыскание) алгоритма решения задач.

4. Усвоение структуры алгоритма и отдельных операций, из которых складывается решение, в процессе коллективного решения.

5. Вполне самостоятельное решение задач, включающее самостоятельный анализ условия, выбор способа краткой записи его, применение найденного алгоритма решения к конкретной ситуации, анализ и проверку полученного решения.

6. Самостоятельная работа по решению задач в связи с выполнением домашних заданий.

7. Самостоятельная работа по решению задач в связи с выполнением контрольных работ.

Таким образом, третий способ включает деятельность учащихся

под руководством учителя по анализу решения частных задач и выделению на этой основе общего метода решения задач данного класса по конкретной теме, превращение его в алгоритмическое предписание по решению задач и самостоятельную работу учащихся по овладению конкретным алгоритмом решения данного класса задач.

3.2. СТРУКТУРА УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Процесс усвоения знаний, умений и навыков предполагает организацию самостоятельной познавательной деятельности учащихся, которая обеспечивает осознание структуры процесса учебного познания. На начальном этапе организации самостоятельной деятельности ведущая роль принадлежит учителю: под его руководством происходит целенаправленное формирование умения самостоятельно выполнять определенные виды познавательной деятельности. И только при условии сформированности первоначальных познавательных умений возможен переход к формированию более сложных умений. При этом управление процессом познания происходит на новом, более высоком уровне: на уровне осуществления самоконтроля, самоорганизации познавательной деятельности. При этом ученик осознает структуру деятельности, контролирует выполнение отдельных ее действий и операций.

Процесс осознания структуры деятельности очень труден и имеет циклическую структуру. Начинается осознание с определения вида выполняемой деятельности («читаю параграф», «решаю задачи», «изучаю принцип действия манометра», «решаю задачу на определение архимедовой силы»). Затем идет накопление некоторого конкретного материала по выполнению названной деятельности, который позволяет выделить основные моменты деятельности, порой не раскрывая полностью их содержания. Усвоение деятельности происходит в процессе все более глубокого проникновения в сущность ее конкретного вида. Познание сущности конкретных явлений требует обобщения деятельности по преобразованию конкретного предмета, явления. Результатом такого обобщения становится создание, выделение структуры деятельности по преобразованию целого класса предметов. Всякий раз деятельность описывается на различных уровнях. Отдельным уровням соответствуют определенные формы описания. Представляется возможным выделить различные уровни описания деятельности, а следовательно, и различные формы для такого описания: эвристика, эвристическое предписание, алгоритмическое предписание и алгоритм. Если под алгоритмом будем понимать такую форму описания мышления, которая полностью детерминирует процесс выполнения определенного вида деятельности, то эвристика выделяет только основные вехи деятельности. При этом содержание деятельности может быть раскрыто до некоторого промежуточного уровня. Поэтому нами вводятся еще две другие формы описания деятельности: эвристическое и алгоритмическое предпи-

сания, осуществляющие описание на промежуточных уровнях. Алгоритмическое предписание будем понимать как один из видов алгоритма, имеющего точное определение в математике.

Эвристическое предписание рассматриваем как вид эвристики. Оно описывает структуру деятельности на основе уже обобщенных действий. Итак, учебный алгоритм мы понимаем как форму описания структуры познавательной деятельности. В то же время алгоритм определяет (предписывает) содержание деятельности, порядок операций, выполнение которых приводит к решению задач определенного класса. Такое определение алгоритма нашло широкое распространение в современной дидактике.

В начале 60-х годов понятие «алгоритм» проникло в дидактическую литературу в связи с работами психологов по теории деятельности и изучению закономерностей мышления, направленными на выявление структуры деятельности и мышления.

Данный подход разрабатывался и кибернетикой в связи с быстрым развитием вычислительной техники, которая строилась по аналогии человеческого мышления. Необходимо было выделить основные операции по преобразованию информации, классифицировать их, создать их системы.

Человеческая деятельность представляет собой совокупность действий. Специфической чертой человеческого действия является, по определению С. Л. Рубинштейна, его «сознательный, целенаправленный характер». Деятельность человека может быть умственной и практической. Умственная деятельность осуществляется через интеллектуальные операции, которые вырабатываются в ходе обучения и развития. Но ход и результаты умственной деятельности могут быть различными. Так, В. Н. Пушкин выделяет:

1. Для одного вида деятельности оказывается достаточным знание структур определенных логических схем. Результатом такой деятельности является решение задач.

2. Для другого вида деятельности этих знаний для решения задач оказывается недостаточно. В этом проявляется специфика данного вида деятельности. Результатом ее будет создание новых систем действия или открытие неизвестных ранее закономерностей объектов и процессов, окружающих человека. Такая деятельность рассматривается как *эвристическая*.

Первый вид деятельности получил название неэвристической. В последнее время всякую деятельность, противопоставленную эвристической, стали называть алгоритмической.

Тот и другой виды деятельности связаны со структурами различных логических схем, правил, планов. Одни планы получили название систематических (или алгоритмов), другие — эвристических (рис. 11).

Научно-техническая революция повлияла на способы практической и познавательной деятельности. Так, появился алгоритмический способ деятельности, который проявляется в различных сферах и отражает сущность современного кибернетического стиля мышления. Современная НТР характеризуется автоматизированным про-

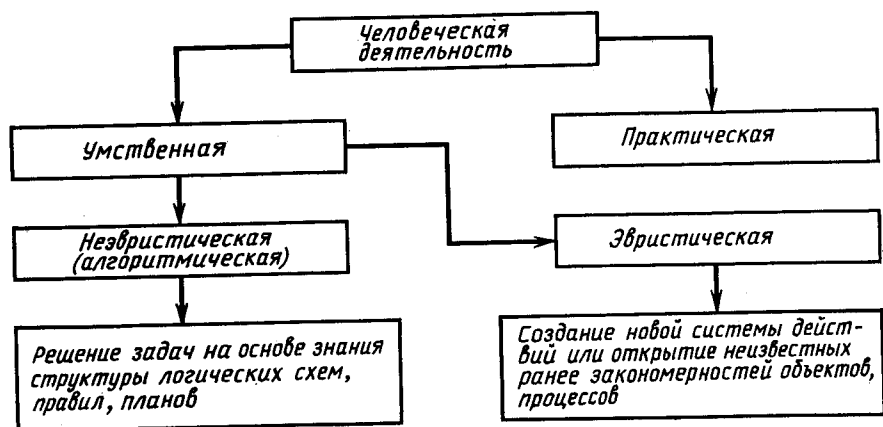


Рис. 11.

изводством. Алгоритмический способ практической деятельности является присущим автоматизированному производству. Но данный способ присущ и познанию (научному и учебному) как способ, отражающий современный тип мышления. Алгоритм выступает одной из форм (наряду с аксиоматическим и символическим) рассудочного мышления. Описывая процесс решения, он выступает средством представления осуществленного процесса, средством, позволяющим воспринять или увидеть деятельность по решению задачи (рис. 12), предписывает характер деятельности и существенно меняет характер ее протекания (рис. 13). При этом алгоритм выполняет функцию управляющего органа; его совершенство определяет качество процесса управления. Он выступает единым предписанием для выполнения многих конкретных деятельностей (рис. 14).

Таким образом, алгоритм становится средством формирования и элементом учебных знаний. Поэтому дидактика включает алгоритм в систему дидактических понятий.

Познание любого понятия предполагает уяснение сущности его, структуры. Алгоритм выступает структурой учебной деятельности.

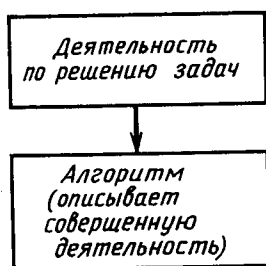


Рис. 12.

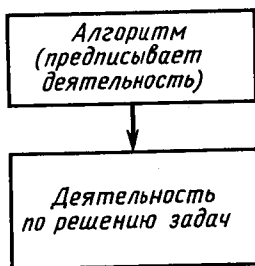


Рис. 13.

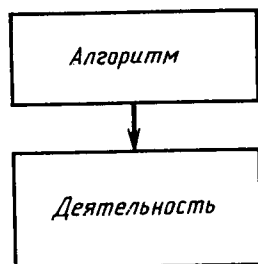


Рис. 14.

Применение существующих учебных алгоритмов не снимает основных трудностей в обучении учащихся методам решения физических задач. Этот факт можно объяснить тем, что наличие правил решения не обеспечивает управление с их помощью процессом формирования обобщенного умения по решению физических задач. Отдельные частные предписания оцениваются учащимися как частные методы решения задач конкретных видов. При этом не осуществляется переход от методов решения задач одного вида (класса) к методам решения задач других видов (классов), от более частного — к менее частному, а от него — к выделению общего в структуре процесса решения физических задач.

Использование в учебной деятельности алгоритмов решения отдельных видов задач не обеспечивает формирования у учащихся общего правила деятельности. Не обеспечивает усвоения учащимися общеучебного умения и эвристический подход к процессу обучения учащихся решению задач. При этом следует заметить, что применение учебных алгоритмов дает лучшие результаты по сравнению с эвристическим методом.

Овладение любым познавательным умением означает усвоение определенной деятельности. Возможны различные подходы, обеспечивающие успешное рассмотрение сущности того или иного объекта, системы. Только анализ самой деятельности преобразуемого объекта позволит наметить возможные пути управления процессом формирования у учащихся умения решать задачи.

Решение учащимися физических задач будем рассматривать как сложную динамическую систему. В этой системе преобразуемым объектом выступает задача. Итогом процесса решения задачи считаем преобразование задачи, разрешение ее требования и овладение самой деятельностью по ее решению. Если решение задачи чаще всего рассматривается как осуществление процесса преобразования, то мы будем понимать этот процесс и как осознание его самого. Под учебным алгоритмом решения задачи мы понимаем описание в определенной форме деятельности учащихся по преобразованию задачи. Учебный алгоритм, выступая элементом динамической системы, сам является сложной динамической системой.

Анализ структуры учебного алгоритма может быть осуществлен двумя способами: теоретическим и морфологическим. При теоретическом анализе алгоритм рассматривается как познанная структура определенного вида познавательной деятельности — деятельности по решению задач. Тогда, руководствуясь деятельностью теории, можно говорить о конкретном виде познавательной деятельности, обеспечивающей усвоение умения решать задачи. Но любая структура не только задает элементарные ее единицы (клеточки), но и определяет взаимодействие между ними. Виды и характер взаимодействия между элементами структуры могут быть различными. Мы будем исходить из дидактических требований к учебным структурам, основанным на законах философии, кибернетики: обозримость; выделение главных элементов на определенном этапе процесса обучения, которые выявляют некоторые иерархические структуры сложного

процесса познания. Вторым способом анализа учебного алгоритма является морфологический анализ конкретных алгоритмов. В дидактической литературе описывается большое количество алгоритмов решения задач по курсу физики средней школы. Для обнаружения структуры учебного алгоритма проведен анализ известных алгоритмов решения задач по разделу «Механика». При этом рассмотрим алгоритм решения количественных задач из различных тем названного раздела. Алгоритмы вошли в методические пособия для учителей физики. Все это позволяет считать их уже проверенными и рекомендованными для учебного процесса.

Функциональное познание учебного алгоритма как системы определяется преобразованием с его помощью других систем (учебной задачи как средства обучения, метода обучения, элемента знаний).

Морфологический анализ предполагает определение перечня операций, выделенных в каждом из алгоритмов, определение системы операций и выявление последовательности их в системе. Проведенный анализ показывает, что совокупности операций в алгоритмах различных авторов значительно отличаются. Нами обнаружено принципиальное отличие в расположении отдельных операций в совокупности. Рассмотрим первое действие процесса решения задачи — ознакомление с задачей, ее восприятие учеником. Здесь закономерно вырисовываются два подхода к анализу: одни авторы начинают с выделения условия и требования задачи, а затем уже ориентируют на выделение самого явления или процесса, на его первоначальный анализ. Другие структуры алгоритмов анализа задачи предполагают вначале выделение описанных явлений (процессов), характера их изменений, затем выделение заданных и неизвестных величин: краткая запись условия и требования задачи. Хотелось сделать еще один, на наш взгляд, очень важный вывод из приведенного анализа структур первого действия процесса решения задачи, описанного с помощью алгоритма: у авторов методических пособий нет единого понимания учебной задачи. Абсолютное большинство говорят об условии задачи, включая в него и требование.

Так, в общем алгоритме решения задач (авторы Г. И. Розенблат, А. В. Усова и Н. Н. Тулькибаева) сформулировано требование отыскания уравнения, описывающего сущность рассматриваемого явления или процесса. При этом под уравнением авторы понимают математическую запись физических законов. В алгоритмах решения задач на законы динамики это требование записывается в конкретизации физического закона и предъясняется как запись уравнения движения тела в векторной форме. Некоторые авторы (Л. А. Иванова, З. В. Сичевська) оперируют частными формулами, определяющими вектор силы, в частности вектор равнодействующей сил ($\vec{F} = m\vec{a}$). Такая формулировка операции, определяющей процесс решения задачи, ограничивает возможности творческого подхода к осуществлению процесса решения, сводит к частному подходу.

Из всей совокупности обнаруженных операций алгоритмов выделим операции, обеспечивающие осуществление восприятия задачи и ее решения. Эти операции оказались основными, но, кроме них, оказа-

лись и другие, назначение которых сводится к планированию процесса решения задачи и организации действий учащихся по проверке полученного результата. Теоретический анализ формирования у учащихся познавательной деятельности по решению задач и морфологический анализ структуры учебного алгоритма позволили выделить несколько структур учебных алгоритмов. Процесс решения физических задач осуществляется в четыре действия: I — осознание, восприятие задачи; II — планирование процесса решения; III — осуществление процесса решения (намеченного плана); IV — проверка полученного результата решения задачи. Обнаружены были такие структуры: А — I, II, III, IV; Б — I, III, IV; В — I, III; Г — I, IV. Самой распространенной (табл. 3) является структура В, определяющая операции первого и третьего действий по восприятию задачи и осуществлению решения задачи. Второй по значимости является структура Б, которая в дополнение к структуре В задает операции по оценке результата решения.

Таблица 3

Частота появления различных совокупностей действий процесса решения задачи

Совокупность этапов	А (I, II, III, IV)	Б (I, III, IV)	В (I, III)	Г (I, IV)
Количество появления совокупностей, %	2 13,3	5 33,3	7 46,7	1 6,7

Полная структура А процесса решения физической задачи предполагает в явном виде осуществление планирования этого процесса, заключающегося в установлении соотношения информации задачи с системой имеющихся знаний: определение подхода к решению задачи и планированию процесса решения. Имеются неопределенные структуры, которые, задавая операции по восприятию задачи, не раскрывают действий планирования и решения задачи, а ограничиваются только некоторыми указаниями (например, решение задачи требуется доводить до окончательного результата).

Обнаруженная структура решения задач не позволяет организовать достаточное управление процессом решения. Это объясняется слабым воздействием используемых алгоритмов решения задач на формирование обобщенной структуры умения решать учебные задачи по физике. Причину этого мы видим в следующем:

1. Алгоритмы задают порядок операций в длинном перечислении. Ученик должен сам обнаружить структуру данного порядка. Если же структура не обнаружена, то перед ним предстает длинное перечисление операций, выполнение которых оказывается нелегким делом. Итак, структура деятельности по решению задач не воспринимается.

2. Длинный перечень операций пугает даже авторов алгоритмов. Только этим можно объяснить «произвольный» обрыв перечня.

3. Среди авторов алгоритмов нет единого понимания задачи. Поэтому одни и те же компоненты задачи у разных авторов называются в разных вариантах.

Какие операции должны быть включены в алгоритм решения учебной задачи? Какой должна быть структура умения решать физические задачи?

Структуру алгоритма решения учебной задачи можно представить как структуру, описывающую познавательную учебную деятельность по решению задач. Авторы книги процесс решения задач рассматривают как конкретный вид учебной деятельности, являющейся в свою очередь разновидностью человеческой деятельности. Основной определяющей чертой любой деятельности является ее *предметность*.

Деятельность, по определению А. Н. Леонтьева, «...система, имеющая строение, свои внутренние переходы и превращения, свое развитие». Предметом учебной деятельности по решению физических задач является содержание задачи, его отражение в сознании. А. Н. Леонтьев говорит, что «предмет деятельности выступает двояко: первично — в своем независимом существовании как подчиняющий себе и преобразующий деятельность субъекта, вторично — как образ предмета, как продукт психического отражения его свойства, которое осуществляется в результате деятельности субъекта и иначе осуществиться не может».

Деятельность описана с различных подходов. Она определена как кольцевая структура, где элементы структуры находятся на макро- и микроуровнях, при этом выделяются управляющие элементы. «Всякая деятельность имеет кольцевую структуру: исходная афферентация → афферторные процессы, реализующие контакты с предметной средой → коррекция и обогащение с помощью обратных связей исходного афферентирующего образа... Психическое отражение предметного мира порождается не непосредственно внешними воздействиями (в том числе и воздействиями «обратными»), а теми процессами, с помощью которых субъект вступает в практические контакты с предметным миром и которые поэтому необходимо подчиняются его независимым свойствам, связям, отношениям. Последнее означает, что «афферентатором», управляющим процессами деятельности, первично является сам предмет и лишь вторично — его образ как субъективный продукт деятельности, который фиксирует, стабилизирует и несет в себе ее предметное содержание. Иначе говоря, осуществляется двойной переход: переход предмет → процесс деятельности и переход деятельность → ее субъективный продукт», — пишет А. Н. Леонтьев. Предмет определяет конкретную деятельность; он выступает и тем показателем, по которому отличается один вид деятельности от другого, выступая при этом ее мотивом.

Макроструктура деятельности, рассмотренная в психологии, позволяет выделить в ней единые элементы как для мышления, так и практической деятельности. При этом систему деятельностей А. Н. Леонтьев определяет как человеческую жизнь. В человеческой

жизни можно выделить систему «сменяющих друг друга деятельностей». Конкретная деятельность определяется побуждающим мотивом (ее предметом). Любая деятельность состоит из действий, «подчиненных сознательным целям», осуществляется определенными средствами, операциями. Операции определяются условиями достижения поставленной цели. Функции деятельности он определяет как функции побуждения, действия — как направления. Тогда и операция как определенная единица деятельности — конкретного проявления человеческой жизни — должна выполнять определенные функции. Нами функция операции характеризуется как функция осуществления.

Решение физической задачи — деятельность, предметом которой выступает содержание задачи. Этот процесс предполагает выполнение определенных процессов, подчиненных сознательным целям. Каждой цели соотносится действие. Решение задачи начинается с процесса восприятия задачи. Предмет деятельности, выступающий в ее содержании, превращается в явление психическое: образ задачи, отображение содержания в сознании. Процесс восприятия задачи выступает первым действием. Следующим процессом, подчиненным определенной сознательной цели, является процесс составления плана решения задачи. И только после осознания результата планирования наступает процесс осуществления самого решения как следующего действия. Деятельность по решению физической задачи завершается процессом проверки правильности полученного результата, который имеет свою конкретную цель. Каждая поставленная в процессе решения конкретная цель (названные действия) выполняется системой определенных операций. Сопоставление функции действия (направления) и функции операции (осуществления) позволило выделить единые по форме операции для всех действий: *ориентирование, планирование, исполнение и контроль*.

Деятельность учащегося по решению физических задач состоит из действий. Каждое действие реализуется совокупностью определенных операций. Если же каждый этап процесса решения физической задачи описывать соответствующим познавательным действием, то можно определить единую структуру познавательного действия как совокупность определенных операций, которые реализуют учебное действие (рис. 15).

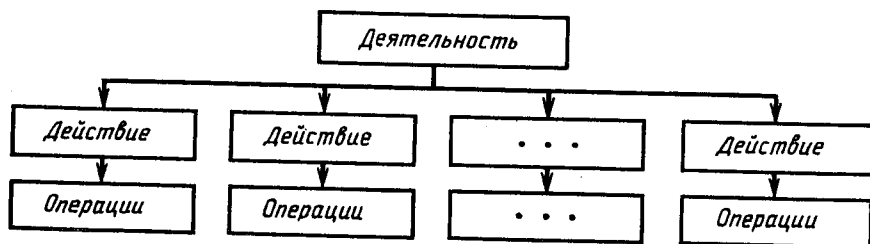


Рис. 15.

Общая теория деятельности у А. Н. Леонтьева позволила рассмотреть учебную деятельность как конкретный вид деятельности и назвать ее познавательной и практической учебной деятельностью. Тогда деятельность учащихся по решению учебных физических задач опишется такой же структурой (рис. 16).

Соотнесем отдельные виды действий с этапами процесса решения задач (рис. 17).

Каждый из этапов выполняется определенной совокупностью операций. Как показали морфологический анализ структур учебных алгоритмов и теория решения задач, существует определенный перечень операций для каждого действия. Такими видами операций по содержанию являются ориентировка, планирование, исполнение и контроль (рис. 18).

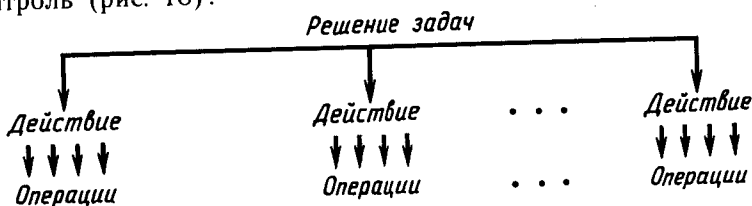


Рис. 16.

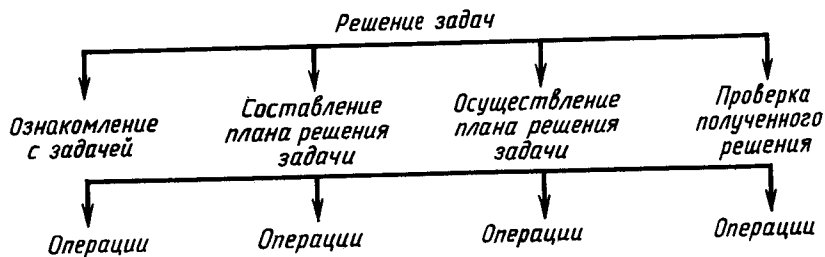


Рис. 17.

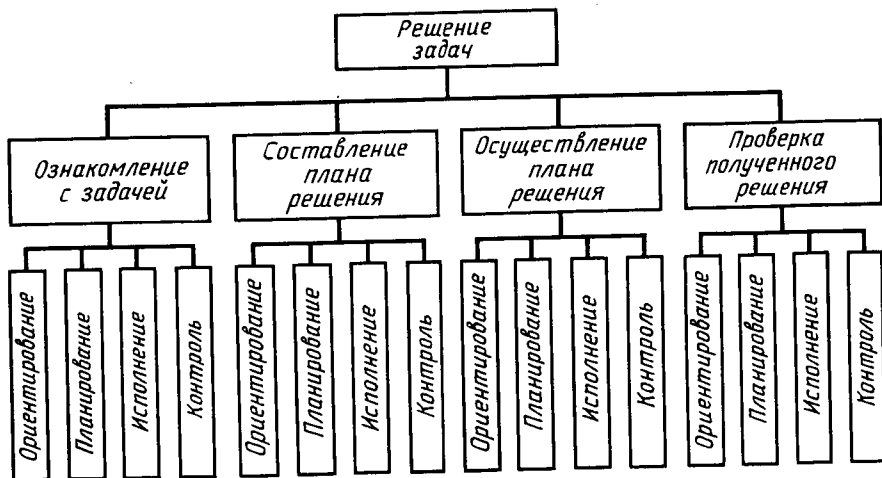


Рис. 18.

Деятельностный подход к процессу решения учебных задач позволяет выделить отдельные действия, которые соответствуют этапам процесса решения. Действия в своей совокупности должны реализовать все цели деятельности. В литературе в основном выделяют ориентировочные и исполнительские функции действия. В. М. Глушков названные перечисления дополняет планированием. Данную совокупность этапов процесса решения задачи выделяет Дж. Пойа в книге «Как решать задачу». Авторы данной книги разделяют точку зрения академика В. М. Глушкова и считают, что учебная деятельность по решению задач может быть осуществлена только через совокупное выполнение следующих действий: ознакомление с содержанием задачи (ориентировка); планирование процесса решения задачи; осуществление намеченного плана (исполнение) и проверка полученного результата (контроль).

Названные действия включают как сам процесс преобразования задачи (решение), так и формирование в сознании учащегося исходных предпосылок для данного процесса (ознакомление с условием задачи); включают действия по осмыслению и оценке полученного результата процесса.

Деятельность по решению задач предполагает преобразование объекта (задачи), но при этом происходит преобразование и субъекта, так как задача выступает средством формирования знаний, убеждений и умений. Выделенные этапы процесса решения задачи сейчас почти однозначно определены в дидактике, психологии, теории решения. Мы разделяем выделенные этапы (действия) на два типа по их дидактическим функциям: преобразующие задачу (ознакомление с содержанием задачи и осуществление решения) и управляющие деятельностью по решению задачи (составление плана решения задачи и проверка полученного решения задачи). Такая классификация этапов (действий) позволяет определить назначение и место каждого из них в процессе решения, определить последовательность усвоения их учащимися, объяснить имеющиеся недостатки в формировании у учащихся умения решать задачи, выделить структуру деятельности учителя по обучению учащихся решению физических задач.

Каждый из этапов процесса решения (деятельности) выполняет определенную функцию и находится в определенных отношениях с другими этапами. Направленность этапов строго определенная. Предпосылкой выполнения каждого из них является обязательное выполнение предшествующих этапов. Каждый этап имеет сложную структуру со своим содержанием. Любое действие выполняет определенные функции и реализуется через определенные операции. Очень важно определить содержание операций для реализации каждого действия. Действие при этом может быть оценено как сложная динамическая система.

Системы имеют различные структуры: линейные, разветвленные, циклические и различные их сочетания. Условно линейную структуру представим как последовательное следование одного элемента за другим.

Разветвленная структура предполагает выделение параллельно расположенных элементов с нарастающим разветвлением, образуя структуру дерева. Такая структура предполагает постоянную оценку значимости нескольких вариантов операций и выбор среди них если не оптимального, то удовлетворительного.

Конкретные виды учебной деятельности чаще описываются линейными структурами. Отметим некоторые недостатки такой структуры для применения ее в процессе решения учебных задач: громоздкость, трудная обозримость, сложность для осмысления.

В учебном познании и в познании вообще эффективно работает идея цикличности. Цикличность предполагает нарастание содержания, объема знаний по одному и тому же элементу. Реализация идеи цикличности к описанию структуры процесса решения физических задач означает выделение общих по составу операций для осуществления выделенных действий (этапов), расположенных относительно друг друга линейно. Тогда структура может быть представлена несколькими витками, отображающими содержание операций, расположенных на различных уровнях, соответствующих действиям.

Данная структура сохраняет выделенные этапы процесса решения задач, вводит небольшое количество операций, создает возможности для осмысления самой структуры деятельности, сознательного применения знаний о ней в процессе решения конкретных задач.

Операции, описывающие действия, могут быть определены только на основе выделения целей выполнения действий. Каждое действие выполняется через следующие операции: ориентирование, планирование, исполнение и контроль. Названное перечисление представляет совокупность операций, а не отдельные части действия, как они характеризуются в кибернетике.

Выделенная структура деятельности по решению учебных задач в своем построении содержит и другие связи, которые мы относим к внутренним. В первую очередь выделим связи между однозначными операциями различных действий.

Управление процессом решения учебной задачи возможно рассматривать как ситуационное управление большими системами, обеспечивающее предвидение.

Введенная нами структура позволяет процесс решения задач осуществлять в несколько этапов с применением одних и тех же операторов. При этом есть все возможности для реализации принципа оптимальности: при любом начальном состоянии и осуществленном начальном решении все остальные решения на последующих шагах должны составлять оптимальную стратегию в результате первого решения.

Алгоритм как форма описания деятельности учащихся имеет иерархическую структуру, включающую реализацию всех этапов решения задачи через выделенные операторы. Поэтому структура алгоритма может быть описана только через название действия. Это будет свернутая структура. Описание деятельности по решению задачи через выделение всех этапов, через все операторы (опера-

ции) соответствует полной развернутой структуре алгоритма, деятельности по решению физических задач. В таблице 4 показана иерархическая структура учебного алгоритма, а в таблице 5 определено содержание каждого оператора на различных этапах в различных действиях решения задач.

Структура учебной деятельности по решению задач

Таблица 4

№ п/п	Действие	Операция	Содержание операции
1	2	3	4
I	Ознакомление с условием задачи	Ориентировка	Первоначальное знакомство с условием и требованием задачи (чтение)
		Планирование	Планирование восприятия содержания задачи (выделение описанного в задаче явления, процесса или объекта)
		Исполнение	Восприятие задачной ситуации через краткую запись условия и требования задачи; выполнение рисунков, схем чертежей, поясняющих задачу
		Контроль	Воспроизведение содержания задачи по выполненному ее кодированию
II	Составление плана решения задачи	Ориентировка	Определение соотношения условия и требования задачи с имеющимися у учащихся знаниями и умениями
		Планирование	Определение подхода, метода решения задачи; выявление физических закономерностей (уравнений), описывающих заданную ситуацию
		Исполнение	Составление плана решения задачи на основе реализации выделенного метода решения, выявленной физической закономерности
		Контроль	Проверка целесообразности решения задачи отобранными средствами
III	Осуществление решения задачи	Ориентировка	Выделение способа решения задачи на основе ориентировки в составленном плане решения задачи, записанном уравнении (выделенном суждении)
		Планирование	Анализ записанного основного уравнения (выделенного суждения), определение достаточности его для получения соотношения между требованием и условием задачи
		Исполнение	Осуществление преобразования исходного уравнения (высказывания) или системы уравнений с включением дополнительных уравнений с целью получения соотношения между условием и требованием задачи
		Контроль	Проверка правильности реализации процесса решения

№ п/п	Действие	Операция	Содержание операции
1	2	3	4
IV	Проверка полученного решения задачи	Ориентировка	Уточнение содержания полученного результата, соотнесение его со структурными элементами знаний
		Планирование	В зависимости от характера результата выбирается метод его проверки
		Исполнение	Осуществление процесса проверки результата (на достоверность, реальность, соответствие)
		Контроль	Возможность анализа результата решения другими способами

В последних работах, посвященных проблеме решения задач, как самостоятельный этап выделяем оценивание значимости полученного результата с позиции социального, экономического, экологического значения. До последнего времени этому этапу не придавалось значения. Предполагалось, что решение должно завершиться проверкой правильности полученного результата и его соответствием нормам. В последних работах, в частности в работе Ю. П. Дубенского, выделяется оценочная деятельность. Мы данный этап рассматриваем как элемент управляющих действий и конкретное проявление управляющих операций.

3.3. Методическая система обучения учащихся решению задач по физике

Рассматривая физическую задачу как систему, в ней выделяют две подсистемы, имеющие различные функции: задачную и решающую. Каждую подсистему можно рассматривать как сложную динамическую систему. Задачную систему задают содержанием задачи: условием и требованием. В сформулированной задаче между элементами задачной системы обязательно существует определенное отношение. И хотя существование этого отношения определено самим содержанием задачи, конкретную форму этого отношения необходимо установить решающему. Найденная форма их отношений и позволяет найти решение задачи. Функциональной основой обнаружения отношения выступают физические знания и умение применять их в конкретной ситуации. Но применение обобщенных физических знаний к решению конкретной задачи происходит успешнее, если учащийся усваивает операционную сторону установления отношений между частями задачи. Операционная сторона деятельности раскрывается через осознанное применение в

Таблица 5

	Действия	Ориентировка	Планирование	Исполнение	Контроль
I	2	3	4	5	6
I	Ознакомление с условием задачи	Ориентировка в предложенной задаче, чтение задачи	Планирование восприятия задачи: выделение описанного явления, процесса, объекта	Восприятие задачи: кодирование различными средствами задачной ситуации	Контроль за уровнем восприятия задачи: воспроизведение содержания задачи по выполненному кодированию
II	Составление плана решения задачи	Ориентировка в воспринятой задаче: установление соотношения заданной ситуации с имеющейся системой знаний и умений	Определение подхода, метода решения; выявление физических закономерностей (уравнений), описывающих заданную ситуацию	Составление плана решения на основе выявленной физической закономерности определенным методом решения	Проверка целесообразности решения данным методом
III	Осуществление плана решения	Ориентировка в составленном плане: выявление способа решения	Анализ записанного основного уравнения (выделенного суждения), определение достаточности его для получения соотношения между требованиями и условием задачи	Осуществление решения	Проверка правильности решения (по действиям с наименованиями)
IV	Проверка полученного решения задачи	Ориентировка в содержании полученного результата решения	Планирование метода проверки результата	Осуществление процесса проверки результата (на достоверность, реальность, соответствие)	Определение возможности получения результата другими методами

процессе решения задачи системы методов, способов и средств решения. Они могут быть соотнесены с оператором задачи. Процесс обучения решению задач должен включать вооружение обучаемых знанием содержания задачной и решающих систем, а также знанием структуры процесса решения задачи. Это означает необходимость организации специальной работы по усвоению учащимися конкретных методов, способов и средств решения задач (см. гл. II, § 6). Как было показано выше, структура процесса решения физической задачи описывается оптимальной структурой учебного алгоритма, которая включает в себя четыре действия и определенные операции по реализации каждого из них. Мы считаем, что процесс решения задачи может быть описан полностью только через содержание всех действий и операций. Чтобы сформировать обобщенный подход к деятельности, необходимо при ее формировании выделять основные моменты. В этом состоит реализация психологической теории деятельностного подхода в обучении учащихся общему подходу к решению задач или обобщенного способа деятельности по решению задач. Первое действие предполагает восприятие конкретно заданной информации, которая становится началом преобразования. Успех преобразования определяется точностью восприятия задачи. Такое осмысление данного действия становится целеполагающим, а следовательно, выполнение действия может быть описано строго заданными операциями. Первоначальный (предварительный) анализ содержания задачи позволяет сориентироваться в ней, затем наметить путь и форму восприятия задачи. Окончательный анализ задачи завершается выявлением всех элементов задачной системы. Завершенное действие контролируется (вернее говорить о самоконтроле восприятия задачи). Внешне эта операция проявляется в форме воспроизведения условия задачи по кратко записанному ее содержанию в знаковой форме.

Всякая деятельность человека планируется. Но далеко не каждый вид учебной деятельности включает данное действие. Это можно обнаружить в анализе предлагаемых различными исследователями систем операций, которыми они описывают процесс решения задачи. Само решение лишь осуществление намеченного плана. Разработка же плана многими исследователями не описывается и нередко опускается в методических рекомендациях. Мы считаем, что это происходит потому, что еще не найдены ярко выраженные операции по его осуществлению. Если же перед данным этапом процесса решения четко ставится цель, то могут быть применены и конкретные операции. Операции остаются едиными для реализации как предшествующего, так и данного действия. Итак, все действия процесса решения задач осуществляются едиными операциями. При этом содержание операций в разных действиях оказывается различным. Операционная же структура всех действий одинакова, но функциональное их содержание различно. При такой иерархической структуре процесса решения задач встает вопрос о выделении главного звена каждого действия и всего процес-

са в целом. Вначале выделяется главное действие процесса решения, и оно раскрывается через основные операции. Затем идет усвоение такого действия (или отдельных операций по его осуществлению), которое дает более ощутимую добавку к сформированности умения решать задачи. При этом устанавливается содержание главного звена.

Основными элементами знаний, из которых складывается умение решать физические задачи, являются: знание задачной системы, знание решающей системы, знание структуры умения решать задачи. Можно сказать, что главным элементом этого перечисления является последний элемент. Он определяет характер деятельности по решению задач, ее стратегию. Первые два элемента раскрывают содержание деятельности учащегося. Знание их является необходимым условием успешного формирования у учащихся умения решать задачи.

Выделим последовательности формирования отдельных элементов знаний и умений решать физические задачи на различных уровнях в процессе изучения курса физики средней школы.

Описание процесса формирования обобщенной структуры учебной деятельности целесообразно осуществить на основе выделения двух типов действий и операций. Вначале идет процесс усвоения реализующих действий через основные реализующие их операции. Раскрытие реализующих действий через основные операции позволяет выделить содержательную сторону действия. Накопление основного содержания действий, усвоение различных их видов позволяет поставить проблему оценки необходимости выполнения того или иного вида действия и проверки результатов каждого действия. Так возникает необходимость управления действием. Поэтому в действия включаются управляющие операции. Затем выделяются управляющие действия, которые включаются в деятельность основными операциями, а затем происходит выделение всех операций. Так можно описать процесс формирования у учащихся деятельности по решению физических задач. Человеческая деятельность обязательно содержит управляющие действия (отдельные его элементы), деятельность проектирования, планирования.

Выделение этапов при формировании у учащихся умения решать физические задачи опирается на следующие основные положения: выделение циклической структуры процесса решения; классификация действий решения задач на действия, реализующие процесс решения и управляющие им; усвоение учащимися в первую очередь тех действий и операций, которые обеспечивают более быстрые темпы усвоения умения.

Обобщенная структура процесса усвоения учебной деятельности:

1. Усвоение основных операций реализующих действий.

2. Полное (или неполное) усвоение состава реализующих действий и их структуры (выделение реализующих и управляющих операций).

3. Наряду с полным усвоением реализующих действий включение основных операций управляющих действий.

4. Полное усвоение структуры решения задачи.

Если действия обозначить римскими цифрами (I — ознакомление с задачей; II — составление плана решения задачи; III — осуществление решения; IV — проверка результатов решения), а операции — арабскими (1 — ориентирование; 2 — планирование; 3 — исполнение; 4 — контроль), то можно описать основные этапы формирования умения решать физические задачи.

Первый этап — усвоение структуры задачи, основных операций по восприятию задачи (I—1, 3).

Второй этап — преобразование воспринятой простейшей задачи, в которой в явном виде задана зависимость между требованием и условием задачи (I—1, 3; II—1, 3).

Третий этап — преобразование простейших задач, в процессе решения которых идет усвоение определенных способов решения задач. Требование задачи входит в рассмотренную в учебном процессе закономерность. Отыскание требования определяется решением уравнения с одним неизвестным или построением несложного умозаключения (I—1, 2, 3; II—1, 2, 3).

Четвертый этап — наряду с получением результата решения простейшей задачи необходимо выполнить его проверку (I—1, 2, 3; II—1, 2, 3; IV—1, 3).

Пятый этап — введение операции контроля на этапах ознакомления с задачей и осуществления процесса решения (I—1, 2, 3, 4; II—1, 2, 3, 4; IV—1, 3).

Шестой этап — усвоение реализующих операций действия по составлению плана решения задачи (I—1, 2, 3, 4; II—1, 3; III—1, 2, 3, 4; IV—1, 3).

Седьмой этап — усвоение операции планирования управляющих действий процессом решения (I—1, 2, 3, 4; II—1, 2, 3; III—1, 2, 3, 4; IV—1, 2, 3).

Восьмой этап — усвоение операции контроля управляющих действий и полной структуры процесса решения (I—1, 2, 3, 4; II—1, 2, 3, 4; III—1, 2, 3, 4; IV—1, 2, 3, 4).

Девятый этап — применение усвоенной структуры к решению задач по новым темам и разделам (перенос усвоенного умения на решение задач по другим темам — дальнейшее обобщение умения решать физические задачи), свертывание структуры решения в более обобщенный вид.

Учебная деятельность школьника является разновидностью познавательной деятельности. Существенной особенностью последней является деятельность учащегося по усвоению системы знаний, умений и навыков. Учебная деятельность представляет особый вид социально значимой деятельности, результатом которой является усвоение подрастающим поколением теоретического и практического опыта человечества. При формировании общих закономерностей усвоения знаний и умений выделены принципиально общие

для всех элементов знания и умения. Но каждый элемент знаний обладает своими особенностями, а следовательно, особыми закономерностями его формирования. Это единство общего подхода и учета природы объекта определяется теорией отражения. Деятельность познающего субъекта не определяется однозначно выбором объекта. Но сам объект деятельности существенно влияет на выбор познавательных действий и их последовательности.

Выделенные закономерности учебного процесса являются теми идеями, которые позволяют для конкретного элемента знаний найти свой путь формирования. Основные этапы процесса формирования у учащихся конкретных элементов знаний и умений определены в исследованиях советских дидактов и психологов. Структура и последовательность действий определяются тремя основными факторами: природой изучаемого объекта (типом текста), уровнем знаний учащихся и уровнем развития логического мышления.

Таким же образом можно определить возможность рассмотрения структуры умения решать физические задачи на различных уровнях: структуры обобщенного умения решать физические задачи; структуры умения решать задачи различных видов; структуры умения решать задачи в различных классах (на различных уровнях абстрагирования).

В отдельных исследованиях по методике преподавания физики определена структура интеллектуальных умений: умений вести наблюдения, проводить эксперимент, работать с учебной и дополнительной литературой. Рассматривая их как систему учебных умений, можно говорить об обобщенной структуре познавательной деятельности по их усвоению. Но особенность и природа каждого из названных понятий определяют конкретную последовательность действий.

Решение задач является средством применения усвоенных знаний, средством формирования отдельных элементов знаний и их систем. Наиболее простым и часто встречающимся видом мыслительной деятельности является решение задач.

Поэтому так важно умение осуществлять деятельность по решению задач. Это — то звено учебного процесса, которое в большей степени может быть управляемым (и самоуправляемым). Решению задач как виду деятельности присущи все основные элементы деятельности вообще. Обобщенными элементами деятельности будем называть действия, через которые осуществляется процесс решения всех видов задач: ознакомление с задачей, составление плана, осуществление намеченного плана и проверка полученного результата.

Эти элементы проявляются в решении различных классов задач, в различных видах деятельности (как эвристической, так и алгоритмической), а в решении конкретного вида задач (особенно учебных) они могут присутствовать не все в явном виде. Но они присутствуют в свернутом или явном виде в решении всех задач, поэтому становится очевидной необходимость формирования у учащихся обобщенного вида деятельности.

3.4. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ У УЧАЩИХСЯ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ

Выше были выделены две принципиальные особенности процесса решения задач учащимися: его цикличность по структуре и деление действий и операций на два класса. Структура процесса решения задач определяется составом элементов данной системы и последовательностью их реализации: две подсистемы — реализующая и управляющая с определенным расположением элементов в каждой из них и определенное взаиморасположение элементов подсистем между собой, позволяющее выполнить описание процесса решения задач на различных уровнях.

Выявление структуры самого процесса решения задач и структуры его усвоения позволило определить содержание методической системы, которая дает возможность поэтапно формировать у учащихся умение решать задачи на основе обобщенной структуры. При этом должно быть осуществлено опережающее усвоение действий и операций, реализующих процесс решения. Формирование у учащихся управляющих действий и операций происходит в органическом единстве с реализующими. Только сочетание реализующих и управляющих действий и операций обеспечивает формирование у учащихся завершенной учебной деятельности по решению физических задач. Структура данного вида учебной деятельности носит обобщенный характер, приемлемый для любого вида учебной деятельности. Именно она обеспечивает развитие особого типа мышления — *кибернетического*, вытекающего из особенностей научно-технического прогресса и формирующего у учащихся умения работать с источниками информации.

Этапы обучения решению задач (VII—VIII классы)

Первый этап. Этот этап начинается с ознакомления с задачей, которая выступает в виде особой формы описания физического явления через конкретно заданную ситуацию или абстрактно представленную. Абстрагирование в содержании задач ведется от описания конкретного предмета к описанию абстрактного предмета.

Введение в содержание задачи абстрактного предмета определяет и характер параметров, заданных задачей. Если предметом задачи является автомобиль определенной марки, то указывается скорость, соответствующая данной марке автомобиля. Рассмотрение автомобиля как предмета задачи расширяет границы применимости значения скорости, но в то же время это значение усредняется. Введение в условие задачи понятия «тело» позволяет отвлечься от конкретного значения скорости.

Распространенной ошибкой при обучении решению задач является предложение учащимся сразу решить какую-либо задачу. Как правило, после того, как прочитали задачу, учитель сразу обращается к учащимся с вопросами: «Кто решил задачу?» или «Как решать задачу?» Ознакомление с ее содержанием при этом опускается.

Однако должен быть серьезный анализ задачи, позволяющий

выделить описанное явление, выяснить, какие параметры системы заданы, какие параметры требуется определить. После этого надо сделать краткую запись условия задачи и ее требования в знаковой форме. Эта запись позволяет судить о восприятии задачи учащимися. Структура процесса решения задач по физике дана в таблице 6.

Таблица 6

Структура процесса решения задачи по физике (этап I)

№ действия	Содержание операции	Обобщенные действия и операции	
		Действие	Операция
I	1. Чтение задачи. Выделение предмета задачи 2. Краткая запись условия и требования задачи	I. Ознакомление с задачей	1. Ориентирование 3. Исполнение

На данном этапе учащимся в ходе анализа задачи даются следующие задания: расскажите, о чем говорится в задаче; выделите предмет или явление, описанные в задаче; выделите условие и требование задачи; осуществите краткую запись задачи.

Приведем примеры в виде нескольких задач.

Задача 1. Тело сохраняет свой объем, но легко меняет форму. Определите, в каком агрегатном состоянии находится вещество, из которого состоит это тело.

Задано тело, вещество которого находится в определенном агрегатном состоянии: твердом, жидком или газообразном. Агрегатное состояние определено постоянным объемом и легко изменяющейся формой тела.

Восприятие учащимися задачи означает, что в данной конкретной задаче необходимо выделить предмет задачи — тело, вещество которого находится в определенном состоянии. Заданное агрегатное состояние вещества, из которого состоит тело, описано через объем и форму тела; при этом указано, что объем — величина постоянная, а форма тела легко меняется. Требование задачи — определить в описанной ситуации состояние вещества, из которого состоит данное тело.

Выделение предмета задачи и описание его через условие и требование в краткой форме записывается так:

Тело:

$V = \text{const}$

меняет форму

Состояние вещества — ?

Задача 2. Велосипедист, двигаясь равномерно, проехал за 30 мин путь 9 км. Определите скорость велосипедиста (в м/с).

Задачей описано равномерное движение велосипедиста через два параметра: за 30 мин пройден путь 9 км. Третий параметр данного движения требуется определить; этим параметром является скорость. Итак, предмет задачи — равномерное движение велосипедиста. Заданные параметры входят в условие задачи. Требование задачи — определить скорость велосипедиста (в м/с).

Краткая запись задачи включает в себя выделение предмета задачи, запись через буквенные обозначения условия и требования задачи.

Равномерное прямолинейное
движение велосипедиста:

$t = 30$ мин

$s = 9$ км

v (м/с) — ?

Первый этап процесса решения задач выделяется условно. Так как любое использование задач в учебном процессе предполагает их решение, то первый этап выделяется как самостоятельный, а сама деятельность по использованию задач не может предполагать только их восприятие. Полное восприятие происходит только в процессе решения, а обучение этому предполагает руководство деятельностью учащихся.

Второй этап. Этот этап является начальным звеном в сложном процессе обучения решению задач, где в основе усвоения лежит овладение учащимися конкретными способами и методами решения задач с широким привлечением знаний математики. Именно на этом этапе получают ответ на требование задачи, т. е. осуществляют ту операцию, которую учащиеся пытаются проделать сразу без должного анализа содержания. Однако ее выполнение возможно только на основе выполнения операции ориентирования в воспринятой задаче. Также на данном этапе обязательно выполняются основные операции и действия по ознакомлению с задачами. Для решения предлагаются те задачи, в которых обнаруживается непосредственная связь между требованием и условием.

Теоретический материал (сущность явления, закон, определенная физическая величина), который только что изучен, находится в ближней памяти и поэтому позволяет сразу выделить необходимую формулу, а связь между требованием и условием задачи может быть задана непосредственно.

Деятельность по решению задач дополняется по сравнению с первым этапом двумя следующими операциями, показанными в таблице 7: определение способа решения задачи, определение зависимости между требованием и условием задачи (запись формулы, построение умозаключения), а также вычисление величины.

В процессе решения второй вышеназванной задачи учащиеся осознают необходимость реализации алгебраического способа, сущность которого усвоена учащимися из курса математики. Запись уравнения требует от них знаний физических закономерностей.

Структура процесса решения задачи по физике (этап II)

№ действия	Содержание операции	Обобщенные действия и операции	
		Действие	Операция
I	1. Чтение задачи. Выделение предмета задачи	I. Ознакомление с задачей	1. Ориентирование 3. Исполнение
II	2. Краткая запись условия и требования задачи 3. Определение способа решения задачи 4. Определение зависимости между требованием и условием задачи и вычисление значений величин	II. Осуществление решения	1. Ориентирование 3. Исполнение

Для решения необходимо знать формулу скорости равномерного прямолинейного движения: $v = \frac{s}{t}$. Записанная формула и будет решением задачи в общем виде. Затем параметры, заданные условием, подставляются в формулу вместе с единицами величин. Но так как необходимо найти скорость, выраженную в метрах на секунду, то предварительно заданные величины (время t и путь s) переводятся в метры и секунды.

Равномерное прямолинейное движение велосипедиста: $t = 30$ мин $s = 9$ км	$t = 1\,800$ с $s = 9\,000$ м	Решение: $v = \frac{s}{t},$ $v = \frac{9000 \text{ м}}{1800 \text{ с}} = 5 \text{ м/с.}$ Ответ: $v = 5 \text{ м/с.}$
$v \text{ (м/с)} - ?$		

Решение задачи учащимися предполагает ее восприятие через следующие реализующие операции:

ориентирование — выделение предмета задачи и его характеристик;

исполнение — краткая запись условия и требования задачи.

Затем осуществляют решение задачи.

На начальном этапе процесса обучения решению задач основными операциями, раскрывающими сущность процесса и его осознание, являются следующие: ориентирование в содержании задачи, заключающееся в определении способа ее решения; исполнение решения — запись уравнения; осуществление вычисле-

ний. В данном случае выполняется запись соотношения между скоростью (требованием задачи) и пройденным путем и временем (условием задачи).

Выделенные операции, из которых складывается действие по осуществлению решения, не только раскрывают сущность процесса решения данной задачи, но и формируют у учащихся обобщенное умение решать задачи по физике путем усвоения сущности обобщенных способов решения.

Структура процесса решения задач определяется несколькими факторами: сложностью содержания для учащихся определенного возраста и степенью развернутости (или свернутости) процесса решения.

В задаче, рассмотренной выше, основное уравнение определяет сразу соотношение между требованием и условием. В более сложных задачах в общем случае основное уравнение может содержать некоторые заданные условием и требованием параметры. Но требуются дополнительные преобразования для получения в явном виде соотношения между требованием и условием задачи. При этом предмет задачи может быть задан различными средствами (через описание одного состояния, или нескольких состояний, или закономерности перехода из одного состояния в другое и т. д.). Это обуславливает необходимость включения операции планирования в действие по восприятию задачи и в действие по осуществлению решения.

Третий этап. Этот этап расширяет возможности второго. Если основной задачей второго этапа является усвоение учащимися операций по восприятию задачи и обнаружению зависимости между ее требованием и условием, то на третьем этапе они осознают необходимость развертывания процесса решения, если не удастся установить непосредственную связь между требованием и условием задачи. При этом они записывают основное уравнение, которое позволяет определить взаимосвязь между величинами. Таким образом, учащиеся записывают формулу (формулируют положения), описывающую явление, заданное условием задачи, определяют неизвестную величину из записанной формулы и осуществляют вычисление физической величины.

Первые три этапа ставят основной целью обучение учащихся восприятию задачи; при этом задачи выступают средством формирования сущности знаний. Теоретические положения (или законы), необходимые для решения, не вызывают у учащихся затруднений.

На данном этапе начинается целенаправленное формирование того или иного способа решения задач: выделяется структура логического и алгебраического способов, разграничиваются операции процесса решения. Структура этого процесса описывается в основном операциями двух действий: ознакомление с задачей и осуществление процесса решения.

Соотношение указанных действий и операций представлено в таблице 8.

Структура процесса решения задач по физике (III этап)

№ действия	Содержание операций	Обобщенные действия и операции	
		Действия	Операции
I	1. Чтение задачи, выделение в ней предмета 2. Выделение способа задания предмета задачи 3. Выделение условия и требования задачи и осуществление ее краткой записи	I. Ознакомление с задачей	1. Ориентирование 2. Планирование 3. Исполнение
II	4. Определение способа решения 5. Определение основного уравнения (положения), описывающего предмет задачи 6. Определение соотношения между требованием и условием задачи и вычисление значений величин (выделение содержания нового знания)	II. Осуществление решения	1. Ориентирование 2. Планирование 3. Исполнение

Данная совокупность операций описывает два действия процесса решения. Учащиеся от восприятия содержания задачи переходят к процессу осуществления ее решения. При этом, давая конкретное описание процесса решения задачи, выделяют структуры каждого действия. Они следующие:

Ориентация в содержании задачи. Она осуществляется после чтения задачи в процессе первоначального анализа. В результате выделяют предмет задачи.

Планирование процесса восприятия задачи. Оно ведется на основе описания выделенного предмета задачи (если это — явление, то следует определить условия и параметры; если свойство материи или конкретного тела, то определяют его характеристики, и т. д.). В результате дается краткая форма полного описания предмета задачи, после чего задачу считают воспринятой, т. е. *выполнено кодирование определенными средствами.*

Эти же операции применимы и для описания действия по осуществлению решения задачи. *Ориентация* в содержании воспринятой задачи позволяет определить способ ее решения. Так как содержание не требует выполнения большого количества операций (логических или алгебраических), то разделение анализа и синтеза не происходит. Поэтому на данном этапе процесса обучения учащихся умению решать задачи не стоит проблема выбора метода их решения.

Планирование процесса решения задачи осуществляется через выявление величин, между которыми нужно установить зависи-

мость. Затем получают зависимость между требованием и условием задачи. Структура процесса решения задачи на данном этапе обобщенно может быть представлена через выделение двух действий, реализуемых определенными операциями.

Задача 3. Сила тяжести, действующая на судно, равна 100 000 кН. Какой объем воды вытесняет это судно?

Описано судно, плавающее на воде. При этом указана действующая на него сила тяжести.

Предмет задачи — плавающее судно, *требование задачи* — определить объем воды, вытесненной судном.

Итак, судно плавает в воде. При этом происходит взаимодействие судна с землей и водой. Некоторые параметры взаимодействующих тел определены условием задачи, например сила тяжести судна, другие же вошли в требование — объем вытесненной воды.

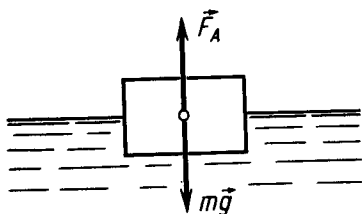


Рис. 19.

Плавающее на воде судно:

$$F_T = 100\,000 \text{ кН} = 10^8 \text{ Н}$$

$V = ?$

$$\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 10 \text{ Н/кг}$$

Решение:

Судно испытывает действие со стороны земли и воды (рис. 19).

Задача решается алгебраическим способом, в основе которого для данной задачи лежит запись условия плавания судна:

$$F_T = F_A,$$

где

$$F_A = \rho_v V g, \quad F_T = m g,$$

поэтому

$$F_T = \rho_v V g,$$

откуда

$$V = \frac{F_T}{\rho_v g},$$

$$V = \frac{10^8 \text{ Н} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{кг}}{10^3 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н}} = 10^4 \text{ м}^3.$$

Ответ: $V = 10^4 \text{ м}^3$.

Таким образом, третий этап обучения учащихся умению решать задачи является основополагающим для курса физики VII—VIII классов. Так, например, рассматривая задачу на расчет количества теплоты, усваиваются и действия, и операции процесса решения, характерные на этом этапе. Покажем это на примере.

Задача 4. В железный котел массой 10 кг налито 20 кг воды. Какое количество теплоты нужно передать котлу, чтобы нагреть его вместе с водой от 10 до 100 °С?

Нагревание котла с водой:

$$m_{\text{ж}} = 10 \text{ кг}$$

$$m_{\text{в}} = 20 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$Q = ?$

$$c_{\text{ж}} = 460 \text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$$

$$c_{\text{в}} = 4 \text{ 200 Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)}$$

Р е ш е н и е:

Предмет задачи описан через массы котла и воды; заданы начальная и конечная температуры котла и воды.

Задача решается алгебраическим способом, в основе которого лежат запись основного уравнения и его решение относительно требований данной задачи.

Нагреваются вода и котел на одно и то же число градусов. На их нагревание требуется количество теплоты, равное:

$$Q = Q_{\text{ж}} + Q_{\text{в}}.$$

Количества теплоты, полученные каждым телом отдельно (водой и котлом), определяются по формулам

$$Q_{\text{ж}} = c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} (t_2 - t_1);$$

$$Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_2 - t_1).$$

Общее количество теплоты равно:

$$Q = c_{\text{ж}} m_{\text{ж}} (t_2 - t_1) + c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_2 - t_1),$$

$$\begin{aligned} Q &= 460 \text{ Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)} \cdot 10 \text{ кг} \cdot 90 \text{ }^{\circ}\text{C} + 4 \text{ 200 Дж/(кг}\cdot^{\circ}\text{C)} \cdot 20 \text{ кг} \times \\ &\times 90 \text{ }^{\circ}\text{C} = 414 \text{ 000 Дж} + 7 \text{ 560 000 Дж} = 7 \text{ 914 000 Дж} = \\ &= 7 \text{ 914 кДж.} \end{aligned}$$

Ответ: $Q = 7 \text{ 914 кДж}$.

Четвертый этап. На четвертом этапе осуществляют проверку результата решения. Данное действие имеет принципиальное значение для овладения любой деятельностью и формирования у учащихся особого отношения к выполняемой деятельности: обязательного контроля, который входит во все действия по осуществлению процесса решения, перерастающего в самоконтроль, оценивающий качество этой деятельности. И в то же время контроль за результатом решения задачи вводится как одна из операций действия проверки полученного решения. Она является основной, определяющей суть данного действия.

В процессе решения задач в курсе физики VII—VIII классов усваиваются основные операции действия по проверке полученного результата: *уточнение содержания полученного результата и проверка его правильности*. Сущность первой операции раскрывается в соотношении требования задачи со структурными элементами знаний. Так, полученная величина скорости велосипедиста заключена в пределах возможных скоростей, характеризующих машину. Во многих физических задачах осуществляются расчеты величин, являющихся постоянными величинами определенного процесса и свойств веществ: плотности, удельной теплоемкости, теплоты сгорания топлива, удельной теплоты плавления и парообразования, удельного сопротивления, температуры плавления и др.

Содержание требования задачи определяет методы проверки

полученного результата решения. Определяя значения различных физических величин, надо сравнивать эти значения с табличными. При определении параметров машин и установок целесообразно обратиться к учебной и справочной литературе. Полученные характеристики различных приборов целесообразно сравнить с их паспортными данными.

Структура процесса решения задач учащимися в курсе физики VII—VIII классов показана в таблице 9.

Таблица 9

Структура процесса решения задач по физике (IV этап)

№ действия	Содержание операций	Обобщенные действия и операции	
		Действия	Операции
I	1. Чтение задачи. Выделение предмета задачи	I. Ознакомление с задачей	1. Ориентирование
	2. Выделение способа задания предмета задачи		2. Планирование
	3. Выделение условия и требования задачи и осуществление краткой записи задачи		3. Исполнение
III	4. Определение способа решения задачи	III. Осуществление решения	1. Ориентирование
	5. Определение основного уравнения (положения), описывающего предмет задачи		2. Планирование
	6. Нахождение соотношения между требованием и условием задачи; вычисление значения (выделение содержания нового знания)		3. Исполнение
IV	7. Уточнение содержания полученного результата	IV. Проверка полученного результата	1. Ориентирование
	8. Проверка правильности полученного результата		3. Исполнение

Основные операции включают новое действие процесса решения задачи в деятельность учащихся. Затем включаются операции, помогающие управлять процессом осуществления действия. И в то же время идет усвоение структуры в целом. Будем считать, что структура решения усвоена, если ученик может выделить действия процесса решения и описать их содержание, а также умеет осуществлять в процессе решения конкретной задачи все действия и операции.

Пятый этап (IX класс). Курс физики IX класса в основном завершает формирование у учащихся умения решать задачи по физике.

На этом этапе вводится операция контроля за действием по ознакомлению с задачей и за осуществлением решения. Первая

операция осуществляется путем воспроизведения *содержания* задачи по ее краткой записи. При этом уделяется внимание пониманию выделенного предмета задачи, описанию его через условие и требование. Действенным способом контроля за осуществлением решения выступает операция проверки его правильности в общем виде (или структуры умозаключения) путем выполнения действий с единицами физических величин. В дальнейшем этот путь явится основой усвоения применения теории размерности как самостоятельного способа решения некоторого класса задач. Если в курсе физики VII—VIII классов значения физических величин подставлялись в формулы в основном вместе с единицами, то теперь идет процесс разделения этой операции на две самостоятельные. При этом учащиеся усваивают реальность выполнения всех действий как с цифрами и буквенной символикой, так и с единицами величин. Сейчас происходит разделение названной операции на две на основе знаний учащихся о Международной системе единиц. Операция с единицами физических величин опережает выполнение операций со значениями физических величин и выполняет иную функцию — функцию проверки правильности функциональной зависимости, представленной полученным выражением решения задачи в общем виде (табл. 10).

Таблица 10

Структура процесса решения задач по физике (V этап)

№ действия	Содержание операций	Обобщенные действия и операции	
		Действия	Операции
I	1. Чтение задачи. Выделение предмета задачи 2. Выделение способа задания предмета задачи 3. Выделение условия требования задачи и осуществление краткой записи решения 4. Воспроизведение содержания задачи по ее краткой записи	I. Ознакомление с задачей	1. Ориентирование 2. Планирование 3. Исполнение 4. Контроль
III	5. Определение способа решения задачи 6. Определение основного уравнения (положения), описывающего предмет задачи 7. Нахождение соотношения между требованием и условием задачи и вычисление значений неизвестных величин (выделение содержания нового знания) 8. Проверка правильности полученного соотношения	III. Осуществление плана решения	1. Ориентирование 2. Планирование 3. Исполнение 4. Контроль

№ действия	Содержание операций	Обобщенные действия и операции	
		Действия	Операции
IV	между требованием и условием задачи 9. Уточнение содержания полученного результата 10. Проверка правильности полученного результата	Проверка полученного решения задачи	1. Ориентирование 3. Исполнение

Шестой этап. К данному моменту выделяется новый этап в формировании умения решать задачи. В это время учащиеся усваивают действие по составлению плана решения задачи через выполнение реализующих его операций. Содержание операции ориентирования заключается в первоначальном описании ситуации задачи через выявление соответствующего раздела курса физики, конкретной физической теории, закона. На основе соотнесения содержания задачи и имеющихся знаний для решения конкретной задачи выделяется рациональный подход к ее решению.

Любая деятельность предполагает преобразование предмета деятельности. Решение учебных задач обеспечивает получение решения заданной ситуации. Для того чтобы преобразовать предмет, его необходимо воспринять. Предмет задачи воспринимается на различных уровнях: ближайшее восприятие — восприятие содержания задачи; отдаленное восприятие — актуализация знаний, частью которых является ситуация задачи. Если вторым действием процесса решения назовем планирование этого процесса, то такое действие возможно тогда, когда ученик может осуществить несколько различных решений одной и той же задачи.

В учебной деятельности необходимо предварительно научить этой деятельности, а затем можно ее и планировать. Следовательно, в процессе обучения решению задач учитель сначала учит выполнению конкретного действия, что осуществляет при решении несложных задач, связывающих требования и условия, а также допускающих небольшое количество преобразований.

На шестом этапе учащиеся усваивают процесс управления деятельностью по решению задач — процесс составления плана решения задач. Но выполнение данного действия пока осуществляется двумя операциями: ориентированием в содержании воспринятой задачи и исполнением процесса составления плана определенным способом (операциями, реализующими действие по составлению плана). В теории и практике обучения умению решать задачи данный этап в таком содержании не выделяется и не осуществляется. При этом не обеспечивается и развитие современного кибернетического типа мышления.

В таблице 11 показана структура шестого этапа.

Структура процесса решения задач по физике (VI этап)

№ действия	Содержание операций	Обобщенные действия и операции	
		Действия	Операции
I	1. Чтение задачи. Выделение в ней предмета 2. Выделение способа задания предмета задачи 3. Выделение условия и требования задачи и осуществление краткой записи задачи 4. Воспроизведение содержания задачи по ее краткой записи	I. Ознакомление с задачей	1. Ориентирование 2. Планирование 3. Исполнение 4. Контроль
II	5. Выявление раздела курса физики, теории, закона, позволяющих объяснить описанную содержанием задачи ситуацию 6. Определение рационального подхода (метода) решения	II. Составление плана решения	1. Ориентирование 3. Исполнение
III	7. Определение способа решения 8. Определение основного уравнения (положения), описывающего предмет задачи 9. Определение соотношения между требованием и условием задачи и вычисление величин (выделение содержания нового знания) 10. Проверка правильности полученного соотношения между требованием и условием задачи	III. Осуществление решения	1. Ориентирование 2. Планирование 3. Исполнение 4. Контроль
IV	11. Уточнение содержания результата решения 12. Проверка правильности полученного решения	IV. Проверка полученного решения	1. Ориентирование 3. Исполнение

Покажем в развернутом виде решение задачи на данном этапе.

Задача 5. На наклонной плоскости находится брусок (рис. 20) массой $m=0,5$ кг, соединенный нитью с грузом, движущимся в вертикальном направлении. Какова сила трения, действующая на брусок? С каким ускорением движется брусок и груз? Какова сила натяжения нити, если высота h наклонной плоскости равна 60 см, длина $l=1$ м, масса груза $M=0,5$ кг, $\mu=0,25$?

Решение:

Предметом задачи является равноускоренное движение грузов, связанных нерастяжимой нитью. Грузы движутся как по наклонной плоскости, так и по вертикальной.

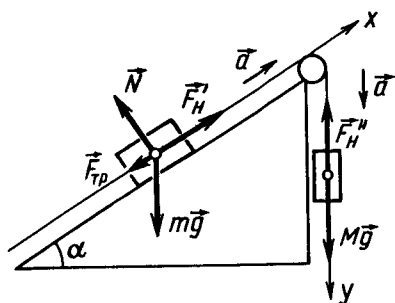


Рис. 20.

Равноускоренное движение связанных грузов:

$$m = 0,5 \text{ кг}$$

$$M = 0,5 \text{ кг}$$

$$h = 60 \text{ см}$$

$$l = 1 \text{ м}$$

$$\mu = 0,25$$

$$h = 0,6 \text{ м}$$

$$F_{\text{тр}} \text{ — ?}$$

$$a \text{ — ?}$$

$$F_H \text{ — ?}$$

Данное действие по ознакомлению с задачей завершается контролем. Учитель предлагает воспроизвести содержание задачи по ее краткой записи. В дальнейшем операция контроля выполняет функции самоконтроля, сформированность которой свидетельствует о переходе внешне управляемого действия во внутреннее.

Объяснить содержание происходящего и вычислить необходимые параметры движения возможно на основе применения законов динамики. Целесообразно построить процесс решения путем записи уравнения движения для каждого из двух тел. Такими операциями осуществляется действие по составлению плана решения задачи.

Основным способом решения данной задачи явится алгебраический, в основе которого лежит запись уравнений движения взаимодействующих тел.

1. Движущийся по наклонной плоскости брусок испытывает действие других тел (см. рис. 20).

Пусть вектор скорости направлен вверх по наклонной плоскости, тогда вектор силы трения направлен вниз по наклонной плоскости. Под действием всех сил брусок получает ускорение $\vec{a}$:

$$\vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_H' = m\vec{a}.$$

2. Тело M взаимодействует с Землей и нитью:

$$M\vec{g} + \vec{F}_H'' = M\vec{a}.$$

Движущиеся тела заданы их массами, характеристикой взаимодействия бруска с поверхностью наклонной плоскости — коэффициентом трения $\mu = 0,25$, характеристикой движения — ускорением a и характеристикой взаимодействия — силой F_H .

Приводим краткую запись содержания задачи.

Запишем уравнения в проекциях на оси x и y , дополнив систему уравнений третьим уравнением при условии нерастяжимости и невесомости нити ($F_n = F_n'' = F_n$):

$$\begin{cases} -F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha + F_n = ma; \\ Mg - F_n = ma; \\ F_{\text{тр}} = mg \cos \alpha \mu. \end{cases}$$

Полученная система уравнений решается относительно силы $F_{\text{тр}}$, ускорения a и силы F_n :

$$\begin{cases} F_{\text{тр}} = mg \cos \alpha \mu; \\ a = \frac{g[M - m(\sin \alpha + \cos \alpha \mu)]}{M + m}; \\ F_n = M(g - a). \end{cases}$$

Правильность полученного соотношения между требованием и условием задачи проверяется действиями с единицами физических величин:

$$[F_{\text{тр}}] = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2 = \text{Н};$$

$$[a] = \frac{\text{м} / \text{с}^2 \cdot \text{кг}}{\text{кг}} = \text{м} / \text{с}^2, \quad a = \text{м} / \text{с}^2;$$

$$[F_n] = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2 = \text{Н}, \quad F_n = \text{Н}.$$

Вычисление величин:

$$F_{\text{тр}} = 0,5 \cdot 10 \cdot 0,8 \cdot 0,25 = 1 \text{ (Н)};$$

$$a = \frac{10(0,5 - 0,5 \cdot 0,8)}{1} = 1 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

$$F_n = 0,5(10 - 1) = 4,5 \text{ (Н)}.$$

О т в е т: $F_{\text{тр}} = 1 \text{ Н}$; $a = 1 \text{ м/с}^2$; $F_n = 4,5 \text{ Н}$. Тело массой m движется вверх по наклонной плоскости.

Полученные величины характеризуют равноускоренное движение ($\vec{a}$) и процесс взаимодействия тел (F_n , $F_{\text{тр}}$).

Проверка правильности расчетов в данном случае осуществляется путем оценки полученных значений физических величин, сравнения их с известными значениями. Так, значение силы трения должно быть меньше значения силы тяжести тела массой m ($F_{\text{тр}} < mg$, $1 \text{ Н} < 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2$). Значение силы натяжения при равноускоренном движении тела вниз меньше значения силы тяжести тела массой M ($F_n < Mg$, $4,5 \text{ Н} < 0,5 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2$).

Седьмой этап. Здесь происходит усвоение учащимися операции планирования управляющих действий — составления плана и проверки полученного решения. Данные два действия имеют принципиальное значение для понимания деятельности, для выделения ее особенностей в век НТР, а также для осуществления управления процессом формирования у учащихся умения решать задачи. Через планирование и контроль за деятельностью раскрывается сущность процесса управления. Следовательно, выделение данных действий процесса решения задачи и деятельности учителя по формированию

их содержания у учащихся обеспечит управление деятельностью учащихся. Усвоение умения учащимися предполагает овладение структурой деятельности. Человек сознательно выполняет деятельность при условии, если ему известно, как это делать. Овладение данной структурой обеспечивает сформированность самоуправления своей деятельностью, включающей действия по планированию и проверке полученного результата (табл. 12).

Таблица 12

Структура процесса решения задач по физике (VII этап)

№ действия	Содержание операций	Обобщенные действия и операции	
		Действия	Операции
I	1. Чтение задачи. Выделение в ней предмета 2. Выделение способа задания предмета задачи 3. Выделение условия и требования задачи, краткая их запись 4. Воспроизведение содержания задачи по ее краткой записи	I. Ознакомление с задачей	1. Ориентирование
			2. Планирование
			3. Исполнение
			4. Контроль
II	5. Выделение раздела курса физики, теории, закона, позволяющих объяснить описанную содержанием задачи ситуацию 6. Выделение возможных путей отыскания поставленного требования 7. Определение рационального подхода (метода) решения	II. Составление плана решения	1. Ориентирование
			2. Планирование
			3. Исполнение
III	8. Определение способа решения 9. Определение основного уравнения (положения), описывающего предмет задачи 10. Определение соотношения между требованием и условием задачи и вычисление значений величин (выделение содержания нового знания) 11. Проверка правильности полученного соотношения между требованием и условием задачи	III. Осуществление решения	1. Ориентирование
			2. Планирование
			3. Исполнение
			4. Контроль
IV	12. Уточнение содержания полученного результата 13. Выбор метода проверки результата 14. Проверка правильности полученного решения	IV. Проверка полученного решения	1. Ориентирование
			2. Планирование
			3. Исполнение

На этом этапе учащиеся усваивают операции планирования управляющих действий: выделение возможных путей определения требования задач и выбор метода проверки полученного результата. Так, одна и та же задача по механике может быть решена на основе законов динамики или применения законов сохранения. Задача может быть решена путем использования аналитического метода или синтетического.

Восьмой этап. Он завершает процесс усвоения умения решать задачи по физике путем осознания операции контроля за управляющими действиями, сущность которой определяется умениями оценить целесообразность того или иного метода решения, отыскать другие способы решения. Данные операции наряду с операциями планирования раскрывают содержание управляющей деятельности человека на примере управления (самоуправления) процессом решения задачи.

Учащиеся на данном этапе усваивают циклическую структуру решения задач по физике (табл. 13).

Таблица 13

Структура процесса решения задач по физике (VIII этап)

№ действия	Содержание операций	Обобщенные действия и операции	
		Действия	Операции
I	1. Чтение задачи. Выделение в ней предмета	I. Ознакомление с задачей	1. Ориентирование
	2. Выделение способа задания предмета задачи		2. Планирование
	3. Выделение условия и требования задачи, краткая их запись		3. Исполнение
	4. Воспроизведение содержания задачи по ее краткой записи		4. Контроль
II	5. Выделение раздела курса физики, теории, закона, позволяющих объяснить описанную содержанием задачи ситуацию	II. Составление плана решения	1. Ориентирование
	6. Выделение возможных путей разрешения требования задачи		2. Планирование
	7. Определение рационального подхода (метода) решения		3. Исполнение
	8. Проверка целесообразности решения задачи выделенным методом		4. Контроль
III	9. Определение способа решения	III. Осуществление решения	1. Ориентирование
	10. Определение основного уравнения (положения), описывающего предмет задачи		2. Планирование

№ действия	Содержание операций	Обобщенные действия и операции	
		Действия	Операции
IV	11. Определение соотношения между требованием и условием задачи и вычисление величин (выделение содержания нового знания)	IV. Проверка полученного решения	3. Исполнение
	12. Проверка правильности полученного соотношения между требованием и условием задачи		4. Контроль
	13. Уточнение содержания полученного результата		1. Ориентирование
	14. Выбор метода проверки результата		2. Планирование
	15. Проверка правильности полученного решения		3. Исполнение
	16. Определение возможности решения задачи другими способами		4. Контроль

Девятый (завершающий) этап (X—XI классы). На данном этапе происходит дальнейшее усвоение содержания отдельных операций и структуры в целом. Это осуществляется путем обеспечения переноса обобщенного умения, сформированного в процессе решения задач по определенным темам, на процесс решения задач по другим темам, разделам, на решение комплексных задач и задач обобщающего повторения школьного курса физики.

Основные этапы формирования у учащихся умения решать задачи по физике, описание структур этого умения на различных этапах, динамика наполнения их содержания показаны в таблице 14.

Таблица 14

Содержание этапов формирования у учащихся умения решать задачи в курсе физики средней школы

Этап	Структура умения решать задачи	Уровень сформированности умения решать задачи	Характеристика уровня
1 2	I—1, 3 I—1, 3; III—1, 3	Первый	Усвоение основных операций реализующих действий
3 4 5	I—1, 2, 3; III—1, 2, 3 I—1, 2, 3; III—1, 2, 3; IV—1, 3 I—1, 2, 3, 4; III—1, 2, 3, 4; IV—1, 3		
		Второй	Полное или почти полное усвоение реализующих действий

Этап	Структура умения решать задачи	Уровень сформированности умения решать задачи	Характеристика уровня
6	I—1, 2, 3, 4; II—1, 3; III—1, 2, 3, 4; IV—1, 3	Третий	Полное усвоение реализующих действий и основных операций управляющих действий
7 8 9	I—1, 2, 3, 4; II—1, 2, 3; III—1, 2, 3, 4; IV—1, 2, 3 I—1, 2, 3, 4; II—1, 2, 3, 4; III—1, 2, 3, 4; IV—1, 2, 3, 4 I—1, 2, 3, 4; II—1, 2, 3, 4; III—1, 2, 3, 4; IV—1, 2, 3, 4	Четвертый	Полное или почти полное усвоение деятельности по решению задач

Проведенное теоретическое исследование структуры процесса формирования у учащихся умения решать задачи по физике и использование метода экспертов для выявления частоты появления различных совокупностей действий процесса решения задач позволило выделить уровни сформированности у учащихся умения решать задачи по физике. *Первый уровень* соответствует усвоению учащимися умения решать задачи через неполное выполнение действий по ознакомлению с задачей и осуществлению процесса решения операциями ориентирования и исполнения. *Второй уровень* обеспечивает полное или почти полное выполнение реализующих действий и выполнение основного содержания действий проверки результатов решения. *Третий уровень* обеспечивает полное усвоение реализующих действий и основных операций управляющих действий процессом решения задач. *Четвертый уровень* характеризуется усвоением деятельности по решению задач по физике.

Глава IV

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В РАЗЛИЧНЫХ КЛАССАХ

4.1. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ФОРМИРОВАНИЯ УМЕНИЯ РЕШАТЬ ЗАДАЧИ В ПРОЦЕССЕ ИЗУЧЕНИЯ КУРСА ФИЗИКИ VII—VIII КЛАССОВ

Школьные учебники по физике в упражнениях в своем большинстве содержат логические и вычислительные задачи. Основные способы их решения — логический и математический в различных проявлениях и сочетаниях.

В процессе обучения решению задач в VII—VIII классах учащиеся усваивают некоторые элементы знаний о структуре задачи, например элементы задачной системы (условие и требование), виды задач и частные умения, определяющие процесс решения: умения понимать задачу (выделять описанное явление и элементы задачи), кратко записывать условие задачи, осуществлять ее перекодирование с помощью знаковых обозначений, объяснять явления, производить расчеты физических параметров. Краткую запись условия и требования задачи рассматривают как один из этапов восприятия и как один из элементов процесса решения. Такая запись переводит текстовую формулировку в иную, осуществляя один из видов переформулирования, приближения формы преподнесения задачи к форме физического знания.

Названные умения на данном этапе обучения решению задач являются определяющими.

Знакомство со структурой физической задачи осуществляется в процессе решения первых задач в школе. Учащиеся к началу изучения физики в VII классе решали задачи по математике. В курсе физики осознание задачи идет по-иному. Так, Н. А. Менчинская подчеркивает, что «...на первоначальной ступени осознания задачи односторонне опирается на числовые данные, в то время как вопрос в значительной мере исчезает из сферы осознания; тем самым нарушается целостная связь вопроса и данных, исчезает подчиненность данных вопросу».

Таким образом, имеющиеся знания учащихся о задаче как объекте преобразования и некоторое понимание процесса решения задачи позволяют осуществлять формирование у учащихся знания о структуре задачи. На данном этапе обучения нет необходимости выделять все элементы структуры: к этому ученики пока не готовы. Выделение главных элементов обеспечивает определение сущности задачи и процесса ее решения. К числу таких элементов в VII—VIII классах относятся условие и требование (вопрос) задачи. Они являются необходимыми элементами любой задачи, которая не может существовать

без вопроса, как не может быть задачи и без условия. Только во взаимосвязи данные два элемента определяют задачу, где предметом является физическое явление, свойство (или их совокупность) материи, отдельных физических тел. Предмет задачи объясняется физической теорией или описывается законами. Поэтому условием задачи заданы отдельные положения теории, конкретное явление, свойства тел, отдельные физические величины, которые названы в числе неизвестных и представлены в требовании задачи. Как правило, в физике имеют дело с именованными числами. В математике учащиеся оперируют с отвлеченными числами и их знаковыми (буквенными) обозначениями.

Итак, умение понимать физическую задачу складывается из выделения предмета задачи (явление, свойство материи или тела), описания предмета задачи через условие и требование задачи, установления соответствия между условием и требованием задачи.

Процесс решения задачи заключается в постепенном соотношении условия задачи с ее требованием.

В психологии уделяется серьезное внимание использованию имеющегося опыта по решению задач определенного класса. Так, В. Н. Пушкин, взяв за основание деления задач данное положение, выделяет три типа задач, особенности которых представлены в таблице 15.

Таблица 15

Тип задачи	Содержание опыта у субъекта (овладение содержанием решающей системы)	Метод решения
I II III	Отсутствует какой-либо опыт Располагает знанием некоторых формул, схем и средств решения задачи Располагает некоторым опытом, но не позволяет человеку решить данную задачу	Совершение проб Узнавание в предложенной ситуации возможности применить одну из известных схем решения Создание для данного случая новой схемы действия

Семиклассники не имеют опыта решения физических задач, но некоторые элементы процесса решения задач по математике могут быть перенесены на решение задач по физике. Процесс обучения учащихся умению решать задачи по физике основывается на сознательном формировании у них знаний о средствах решения.

Заслуживает внимания специальное изучение форм узнавания реализации определенных средств решения конкретных задач (табл. 16). Этому понятию уделяется большое внимание в кибернетике и психологии.

Понимание задачи осуществляется через ее восприятие. Восприятие содержания задачи относится к сложным психическим процессам. Степень осознанности этого процесса определяет уровень осуществления процесса решения задач. В философской литературе выделяют следующие уровни восприятия: восприятие с полным осозна-

Форма узнавания	Класс задач	Сущность задачи и виды задач	Содержание процесса узнавания
Первая	Область поиска достаточно узкая (учебные задачи — непроблемные или легко переходящие в непроблемные)	Простая задача — структура ее однозначно соответствует эталонной структуре Сложная задача («комплексная»)	Сличение структуры предъявленной задачи с имеющимся эталоном Актуализация в узнавании аналитико-синтетической деятельности, деятельности по преобразованию и переосмыслению условия задачи (разбиение сложной задачи на ряд простых; преобразование, перемоделирование условий задачи соответственно эталонной структуре; введение вспомогательной задачи)
Вторая	Область поиска не определена (проблемные ситуации)	Первый вид — конечная ситуация уже имеется, все элементы заданы, правильно расположены, т. е. имеется система; для решения достаточно узкую конечную ситуацию Второй вид — элементы заданы, ностройной системы в них нет. Для решения	Узнавание в наличной ситуации конечной и эталона Устройной ситуации, встречающейся ранее, этот вид деятельности является самым продуктивным

Форма узнавания	Класс задач	Сущность задачи и виды задач	Содержание процесса узнавания
		шения прежде всего надо создать систему элементов, задающую условие задачи Третий вид — элементы заданы, но объединены в систему не по существенному признаку. Для решения необходимо преобразовать ситуацию, разрушить заданную систему, создать новую систему элементов	при решении задач дискретного характера. Бывают ситуации, которые связаны с отрицательным опытом Узнавание подзадачи (деятельность по отождествлению впервые предъявленной задачи или ее составных частей и ранее решавшихся задач, для которых уже выработан алгоритм решения. При этом вырабатываются частные приемы решения подзадач) Узнавание не является существенным компонентом решения

нием стимула, правильности ответной реакции; без осознания стимула, но с осознанием правильности ответной реакции; осознанное с определенным типом ответной реакции; связанное с определенной ситуацией, в которой решается перцептивная задача. В восприятии объектов участвуют мыслительные операции. Сам же процесс мышления определяется кодированием в памяти признаков объекта. Всю информацию, подлежащую познанию, разделяют на декларативные факты и процедурные операции.

Будем считать, что задача учащимися воспринята, если принята и представлена в одной из форм наглядного кодирования. Первым уровнем кодирования задачи является краткая форма ее записи. Краткая форма представляет начальный этап отыскания нужной для решения информации. Ученику необходимо на языке физики с помощью общепринятых буквенных обозначений изложить условие и требование задачи. При этом текстовая форма задачи, с одной стороны, перекладывается на формальную, а с другой — происходит выделение понятийного аппарата задачи.

Первое действие процесса решения задачи — ознакомление с задачей — учащиеся в VII—VIII классах усваивают на уровне выделения описанного объекта в данном условии задачи и кодировании задачной ситуации. Важно при обучении учащихся умению решать задачи сознательно формировать у них оба элемента, которые должны быть представлены в кодировании задачи. Поэтому форма записи задачи начинается с краткого указания того главного, о чем говорится в ней. Краткая запись условия и требования должна отражать полностью содержание задачи, т. е. она должна включать запись данных значений физических величин и величин, которые нужно определить. Например, запись требования задачи в виде v — ? означает, что необходимо определить скорость. Если же требуется определить значение скорости и при этом указываются ее единицы, то требование задачи записывается так: v (м/с) — ? Если же в задаче требуется определить силу и указать ее направление, то необходимо отразить и в записи: $\vec{F}$ — ? Если же требуется дать объяснение различных значений величин, характеризующих вещество или изменение состояния вещества (например, различной плотности одного и того же вещества в различных состояниях), то требование задачи записывается термином, требующим объяснения причины заданной ситуации. В таком случае требование задачи записывается так: «Почему — ?»

Итак, ориентиром для учащихся в восприятии задачи являются два момента: выделение объекта задачи и запись ее полного содержания (условия и требования) общепринятыми терминами и знаковыми обозначениями. Соблюдение правил записи условия и требования задачи во многом определяет ее успех решения.

Последующая работа по усвоению умения решать физические задачи складывается из усвоения методов и способов решения задач, ибо они составляют основную сущность процесса решения.

Математический аппарат при решении физических задач определяется изучаемыми законами и формулами курса физики, а также

предназначением задач в учебном процессе и их содержанием. Все задачи по математическим преобразованиям (алгебраическим), которые выполняются в процессе решения в VII—VIII классах, делятся на несколько видов:

1. Задачи, в процессе решения которых производится расчет значений только что введенных физических величин по готовой формуле. Так, после введения понятия «давление тела» вводится формула для определения давления: $p = \frac{F}{S}$. Решение задачи сводится к расчетам

значения давления по заданным значениям действующей силы и площади опоры. Подобные операции учащиеся выполняли в учебном процессе по математике. Но здесь есть и новый элемент: действия с единицами физических величин. Этим принципиально отличается решение физических задач от ранее решавшихся по математике.

2. Задачи, в процессе решения которых используется уже известная формула, но с учетом конкретной ситуации предполагается определить любую из трех величин по двум другим заданным. Это — задачи, где математическим аппаратом служит уравнение с одним неизвестным. Но ученик имеет дело с именованными единицами. Например, под действием на тело силы 10 Н развивается давление 1 Па. Определите площадь опоры тела.

Решение:

$$a) \quad p = 1 \text{ Па}$$

$$F = 10 \text{ Н}$$

$$S = ?$$

$$p = \frac{F}{S};$$

$$pS = F;$$

$$S = \frac{F}{p}.$$

Решение:

$$b) \quad p = 4 \text{ Н/м}^2$$

$$S = 2 \text{ м}^2$$

$$F = ?$$

$$p = \frac{F}{S};$$

$$pS = F;$$

$$F = pS.$$

В процессе решения данных задач применяют знания по алгебре об уравнениях с одним неизвестным. В данном случае чаще всего учащиеся анализируют определенное состояние процесса. Заданные физические величины характеризуют это состояние; предлагается определить неизвестные величины, также характеризующие это состояние. Причем в процессе решения уравнения учащиеся усваивают действия с именованными величинами, которые раскрывают физический смысл полученного решения ($S = \frac{F}{p}$ или $F = pS$).

3. Задачи, в процессе решения которых требуемые значения величин находятся опосредованным способом. Процесс решения задачи сводится к решению уравнения, но возникают промежуточные опера-

ции, приближающие условие задачи к требованию в процессе отыскания дополнительных зависимостей неизвестных величин через заданные. Например, тело массой 1 кг имеет опору 0,5 м². Определите давление, оказываемое телом на опору.

Р е ш е н и е:

$m = 1 \text{ кг}$ $S = 0,5 \text{ м}^2$ $p = ?$	$p = \frac{F}{S};$ $F = P;$ $P = mg;$ $p = \frac{mg}{S}.$
---	---

Рассмотренная классификация процессов решения количественных задач в курсе физики VII—VIII классов определяется видом отношений между условием и требованием. Это отношение может задаваться определяющей формулой. Самое простое отношение — отношение, которое сразу устанавливает зависимость между требованием задачи и условием. Решение же задачи сводится к определению одной из величин, характеризующих состояние тела.

Следующий вид процесса решения задач определяет зависимость искомых величин от величин, заданных условием, на основе оперирования изученными формулами и законами. И только после определения уравнения, в которое входит искомая величина, находится ее численное значение как характеристика заданного состояния тела.

Еще один вид процесса решения задач включает все действия второго типа и дополнительные действия по определению дополнительных зависимостей через значения величин, указанных в условии.

Итак, к моменту окончания изучения физики в VII—VIII классах учащиеся должны научиться кодировать содержание простейших задач, находить значения величин по готовой (определяющей) формуле и любую из величин, входящую в определяющую формулу; должны определять значения искомых величин через опосредованные операции, позволяющие находить соотношение между требованием и условием задачи.

В таблице 17 представлены обобщения рассмотренных задач.

Таблица 17

Классификация количественных задач
курса физики VII—VIII классов

Виды задач	Условие и требование задачи	Отношения между условием и требованием
1	Требованием выступает введенная величина (или закон): p , I . В условии задачи включены все величины, определяющие искомую величину (или закон): F , S ; U , R	Задана зависимость между требованием и условием задачи $\left(p = \frac{F}{S}; I = \frac{U}{R}\right)$

Виды задач	Условие и требование задачи	Отношения между условием и требованием
2	Требованием выступает любая величина из определяющей формулы или закона ($p, F, S; I, U, R$). Другие величины заданы условием задачи ($F, S; p, S; p, F$ или $U, R; I, R; I, U$)	Зависимость представлена в виде уравнения с одним неизвестным. Уравнение позволяет определить один из параметров по другим заданным величинам, характеризующим состояние. Определяющая формула или закон рассматриваются как уравнения, разрешаемые относительно любого параметра ($p = \frac{F}{S}, F = pS, S = \frac{F}{p}; I = \frac{U}{R}, U = IR, R = \frac{U}{I}$)
3	Требованием выступает любая из величин определяющей формулы или закона (p, F, S). Некоторые из определяющих величин явно не заданы (например F ; размеры тела ab)	Зависимость представлена в виде уравнения, решение которого требует определения дополнительных отношений между величинами, заданными условием задачи, и величинами, входящими в уравнение ($p = \frac{F}{S}, S = ab$)

4.2. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В IX КЛАССЕ

Решение задач, как уже подчеркивалось, способствует формированию знаний на различных этапах: от выделения существенных признаков до оперирования зависимостями между понятиями. Но успех формирования умения решать задачи определяется и формой подачи основного теоретического материала. Назовем это одной из необходимых предпосылок успешного формирования умения решать задачи. Способы подачи материала должны удовлетворять следующим требованиям:

- четкое выделение основополагающих понятий темы и раздела;
- четкая формулировка законов, объясняющих изучаемые явления природы и закономерностей, которым они подчиняются;
- выделение функциональной зависимости между величинами;
- выражение функциональной зависимости между величинами с помощью формул и графиков;
- теоретическое обобщение материала.

В разделе «Кинематика», с которого начинается изучение курса физики IX класса, формулируется основная задача механики, раскрывается назначение кинематики в решении этой задачи — математическое описание механического движения путем установления связи между величинами, характеризующими механическое движение.

Определение задачи механики, подход к ее решению в разделе кинематики определяются математическим аппаратом. Основная за-

задача механики сформулирована как определение положения тела (материальной точки) в любой момент времени. Это положение может быть описано различными характеристиками: например, это могут быть радиус-вектор или координаты тела (материальной точки).

В современном курсе физики IX класса принято описание движения с помощью координат тела, что соответствует содержанию школьного курса математики. Выбрав определенный аппарат для математического описания механического движения, получают соответствующие уравнения механического движения. Например, для описания механического движения выбран координатный способ, достоинства которого заключаются в непосредственном решении основной задачи механики. Так, в уравнения механического движения входят координаты. Координаты в свою очередь определяют начальную скорость, ускорением, временем, в течение которого происходит движение. Эти особенности соответствия выбранного математического аппарата поставленной задаче механики необходимо учитывать при решении учебных задач по механике в IX классе.

Предпосылки успешного решения задач в курсе физики закладываются ранее, в VII—VIII классах. К ним следует отнести следующие:

1. Выражение законов с помощью формул, отражающих связи между физическими величинами.
2. Осуществление перехода от физических формул к алгебраическим уравнениям, выражающим функциональную зависимость между величинами.
3. Выражение условия и требования задачи через физические понятия, т. е. осуществление соответствия между понятийным аппаратом изучаемых законов и содержанием учебных задач.

В курсе физики IX класса в записи формул используются такие понятия, как координата, проекции перемещения, скорости и ускорения на координатные оси. Поэтому существенным моментом процесса решения физических задач в этом классе является момент приведения в соответствие понятий содержания задач с теоретическим материалом.

Данное согласование выступает в роли определителя математического способа решения физической задачи. Все это увеличивает интервал восприятия и анализа задачи. Появляется самостоятельный этап: уточнение заданных величин и характеристик. Если процесс решения задачи определить как выявление отношений между требованием и условием задачи, то окажется, что он включает в себя установление соответствия понятийного аппарата условия задачи и ее требования к теоретическому материалу.

Данный подход в курсе физики IX класса к аналитической форме записи зависимостей затрудняет осуществление преемственности отдельных этапов формирования умения решать физические задачи. К началу изучения курса физики IX класса учащимися усвоен процесс восприятия физической задачи. При этом особое внимание уделялось формам кодирования задачи средствами самого учебного

предмета, обеспечивающими переход от восприятия конкретной ситуации к выделению в ней физического явления.

Если руководствоваться выделенными положениями при обучении решению задач в IX классе, то процесс формирования умения решать задачи будет более целенаправленным, а приобретенное умение будет совершенствоваться и трансформироваться в более завершенную систему.

Рассмотрим примеры конкретных задач, которые решаются в курсе физики IX класса.

Задача 6. Два автомобиля движутся по взаимно перпендикулярным дорогам по направлению к перекрестку этих дорог. В некоторый момент времени первый автомобиль, движущийся со скоростью $v_1 = 20$ км/ч, находился на расстоянии $l_1 = 200$ м от перекрестка. Второй автомобиль в тот же момент времени находился на расстоянии $l_2 = 300$ м от перекрестка. С какой скоростью v_2 движется второй автомобиль к перекрестку, если оба автомобиля подъезжают к перекрестку одновременно?

Данная задача приводится как пример решения задач, раскрывающих структуру процесса решения. В содержание задачи введены знаковые обозначения величин, которые учащиеся переносят в краткую запись условия задачи. Иначе не имело бы смысла вводить данные обозначения в ее содержание. Если краткую запись задачи рассматривать как форму перекодирования, восприятия содержания, то необходимо оговориться, что такая форма выступает и как один из моментов процесса решения задачи. Мы исходим при этом из необходимости выполнения в процессе решения краткой записи задачи.

Учащиеся к началу изучения физики в IX классе усвоили, что физические величины, отдельные характеристики явлений (процессов), предметов обозначаются не произвольными буквами, а общепринятыми в учебном процессе по физике.

В соответствии с использованными обозначениями, заданными содержанием задачи, данная задача кратко запишется так:

Равномерное движение
автомобилей:

$$v_1 = 20 \text{ км/ч}$$

$$l_1 = 200 \text{ м}$$

$$l_2 = 300 \text{ м}$$

$$v_2 = ?$$

Такая запись не отражает полностью содержания задачи. Сам процесс механического движения воспринимается более полно, если использовать вместе с краткой формой записи заданных величин воспроизведение описанной ситуации через математические понятия, а также наглядные представления механического движения. Это означает, что данная ситуация должна быть изображена на чертеже в системе отсчета, связанной с Землей. Условием задачи определены движения автомобилей по взаимно перпендикулярным направлениям и два состояния этих тел в одни и те же моменты времени.

Направления осей совместим с направлениями перпендикулярных

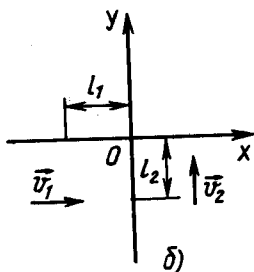
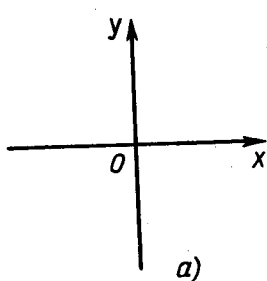


Рис. 21.

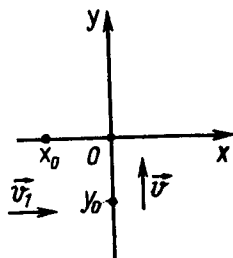


Рис. 22.

дорог, пересечение их возьмем за точку пересечения осей, за начало отсчета времени примем первоначальный момент (рис. 21, а). Отметив направления векторов скоростей, определим места нахождения автомобилей в момент начала отсчета времени. Условием задачи заданы расстояния автомобилей от перекрестка в начальный момент времени: l_1 и l_2 (рис. 21, б). Этим заканчивается анализ содержания задачи.

Далее происходит приведение содержания задачи в соответствие с избранным методом описания, а следовательно, и выбранным способом решения. Это происходит путем выделения характеристик каждого состояния и определения направления скоростей относительно выбранных осей координат. Первое состояние первого автомобиля определяется координатой $x_0 = -l_1$, направление вектора скорости $\vec{v}_1$ совпадает с направлением оси OX , и его проекция на данную ось равна модулю вектора $v_1 = v_{1x}$. Первое состояние второго автомобиля определяется координатой $y_0 = -l_2$, направление скорости вектора совпадает с осью OY , поэтому $v_2 = v_{2y}$. Второе состояние автомобилей определяется соответственно координатами $x=0$ и $y=0$ (рис. 22).

Завершенный анализ содержания задачи в соответствии со способом решения и математической записью механического движения позволяет осуществить перевод записи содержания задачи в соотнесенную с математической формой описания конкретную ситуацию.

$v_1 = 20 \text{ км/ч}$	$v_{1x} = v_1 = 20 \text{ км/ч}$
$l_1 = 200 \text{ м}$	$x_0 = -200 \text{ м}$
$l_2 = 300 \text{ м}$	$y_0 = -300 \text{ м}$
	$x = 0$
	$y = 0$
$v_2 = ?$	$v_2 = v_{2y} = ?$

И только запись условия в соотнесенном виде позволяет перейти к записи уравнений движения автомобилей. Уравнения движения показывают форму связи между параметрами двух состояний для каждого тела:

$$\begin{cases} x = x_0 + v_{1x}t; \\ y = y_0 + v_{2y}t. \end{cases} \quad (1)$$

Решение системы уравнений начинается с введением в нее конкретно заданных параметров после установления соответствия:

$$\begin{aligned} v_{1x} &= v_1; \quad v_{2y} = v_2; \\ \begin{cases} 0 = x_0 + v_1t; \\ 0 = y_0 + v_2t. \end{cases} \end{aligned} \quad (2)$$

Осуществляется решение системы уравнений (2) относительно неизвестной скорости v_2 .

Из системы уравнений (2) следует

$$-x_0 = v_1t; \quad (3)$$

$$-y_0 = v_2t. \quad (4)$$

Поделив уравнение (3) на уравнение (4), получим

$$\frac{x_0}{y_0} = \frac{v_1}{v_2}, \quad (5)$$

откуда

$$v_2 = v_1 \frac{y_0}{x_0}.$$

Далее выполняются действия над единицами физических величин и таким образом проверяется полученная зависимость:

$$[v_2] = \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}} = \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{или} \quad v_2 = \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot \frac{\text{м}}{\text{м}} = \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

Затем производятся расчеты величины и ее оценка в соответствии с требованием задачи:

$$v_2 = 20 \cdot \frac{300}{200} = 30 \text{ (км/ч)}.$$

Скорость второго автомобиля больше скорости первого. Второй автомобиль в сравнении с первым за то же время должен был пройти большее расстояние, что возможно при условии $v_2 > v_1$.

Рассмотрим решение еще одной задачи.

Задача 7. Водитель автомобиля, движущегося со скоростью 72 км/ч, увидел красный сигнал светофора и нажал на тормоз. После этого автомобиль начал уменьшать скорость, двигаясь с ускорением 5 м/с². Какое расстояние автомобиль пройдет за первые 2 с после начала торможения? Какое расстояние автомобиль пройдет до полной остановки?

Равноускоренное движение:

$$v_0 = 72 \text{ км/ч}$$

$$a = 5 \text{ м/с}^2$$

$$v_2 = 0$$

$$t_1 = 2 \text{ с}$$

$$v_{0x} = v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$a_x = -5 \text{ м/с}^2$$

$$v_{2x} = 0$$

$$t_1 = 2 \text{ с}$$

$$s_1 = ?$$

$$s_2 = ?$$

$$(x_1 - x_0) = ?$$

$$(x_2 - x_0) = ?$$

Р е ш е н и е:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}; \quad (1)$$

$$x_1 = x_0 + v_{0x}t_1 + \frac{a_x t_1^2}{2}; \quad (2)$$

$$x_1 - x_0 = v_{0x}t_1 + \frac{a_x t_1^2}{2}; \quad (3)$$

$$x_1 - x_0 = s_1; \quad (4)$$

$$s_1 = v_{0x}t_1 + \frac{a_x t_1^2}{2}. \quad (5)$$

Подставив в уравнение (5) численные значения величин, получим

$$s_1 = 20 \cdot 2 - \frac{5 \cdot 4}{2} = 30 \text{ (м)}; \quad (6)$$

$$v_x = v_{0x} + a_x t; \quad (7)$$

$$v_{2x} = v_{0x} + a_x t. \quad (7)$$

Учитывая, что $v_{2x} = 0$, из уравнения (7) получим

$$0 = v_{0x} + a_x t, \quad (8)$$

откуда

$$t = -\frac{v_{0x}}{a_x}. \quad (9)$$

Подставив в уравнение (9) численные значения величин, получим

$$t = \frac{20}{5} = 4 \text{ (с)};$$

$$x_2 = x_0 + v_{x0}t + \frac{a_x t^2}{2}, \quad (10)$$

откуда

$$x_2 - x_0 = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}. \quad (11)$$

Подставив в уравнение (11) численные значения величин, получим

$$x_2 - x_0 = 20 \cdot 4 - \frac{5 \cdot 16}{2} = 40 \text{ (м)}.$$

О т в е т: $s_1 = (x_1 - x_0) = 30 \text{ м}$; $s_2 = (x_2 - x_0) = 40 \text{ м}$.

В процессе решения задач в курсе физики VII—VIII классов выделяют анализ физического явления, причины и формулы, выражающие сущность этого явления. Показывается, как в процессе решения постепенно осуществляется установление соотношения между требованием и условием задачи. Типы этих соотношений могут быть различными (выше выделены три типа связей). Они раскрывают сложность причинно-следственных связей между явлениями природы. Отличие процесса решения задач в курсе физики

IX класса обусловлено самим содержанием задач, вернее, рассогласованием понятийного аппарата их содержания и формой записи зависимости между параметрами состояний тела. Поэтому успешность решения задач определяется умением привести в соответствие понятийный аппарат в содержании задач, законы и уравнения.

Учащиеся в курсе физики VII—VIII классов обучали процессу восприятия содержания задачи по-иному; поэтому они в IX классе на первых порах оказываются не в состоянии самостоятельно осуществить перекодирование задачи, заданной одними понятиями через другие (математические). Нужна специальная работа учителя по выделению структуры деятельности учащихся, по восприятию и перекодированию содержания задачи, по определению совокупности элементарных операций в описании деятельности девятиклассника, по восприятию задачи и специально организованная деятельность учителя по обучению учащихся этой структуре. При этом организуется деятельность учащихся по усвоению самой структуры восприятия задачи и перекодированию ее в знаковых обозначениях, адекватных средствам решения. И только в этом случае задача может быть успешно решена, обеспечена преемственность в формировании у учащихся умения решать физические задачи.

В программе по физике и в школьных учебниках проблема осуществления преемственности и развития умения учащихся средней школы решать физические задачи не ставится.

Рассогласование понятий обязательно требует анализа полученного ответа. Так, в задаче требуется найти расстояние, пройденное телом за определенное время; при решении находится координата. Необходимо выполнить переход от найденного значения координаты к определению численного значения пройденного пути. В примерах решений, приведенных в учебнике IX класса, указанные этапы (операции) решения не отражены.

Изучение раздела динамики вносит серьезный вклад в понимание основной задачи механики: определяется причина изменения движения тела, выявляется сущность закона изменения координат тела. Уметь определять координаты тела в любой момент времени уже недостаточно. Диалектический подход к процессу познания предполагает выяснение причины явления. Законы динамики позволяют рассмотреть причины изменения механического движения, природу различных взаимодействий. Все это создает огромный арсенал средств для решения задач. Если до изучения динамики учащиеся могли рассмотреть только кинематику движения, определить отдельные параметры движения, то здесь решаются задачи на более высоком уровне: рассматривается динамика движения.

Основой решения задач является определенная система понятий, законов и уравнений. К основным законам динамики относятся законы Ньютона, закон всемирного тяготения.

Для успешного решения задач необходимо еще знание уравнений по определению модулей сил (силы упругости, силы трения, веса тела). В учебнике используются разные формы записи уравнений. Одни уравнения, выражающие законы, представлены в векторной

форме (II, III законы Ньютона, сила тяжести), другие записываются через проекции векторов ($F_{\text{упрх}} = -kx$), третьи выражаются формулировкой через модули сил ($F = G \frac{Mm}{r^2}$; $F_{\text{тр}} = \mu N$).

Формой представления теоретического материала, являющегося основой для решения физических задач, являются уравнения. В данном разделе решаются задачи трех видов. К первому виду относятся задачи, основной целью решения которых является усвоение того или иного закона. В процессе решения определяется одна из величин, входящих в аналитическое выражение закона или формулы. Так как во всех случаях направление действия силы определяет направление ускорения, то при решении названных задач все уравнения записываются через модули векторов и решаются естественным способом. Математический аппарат выражает определенную зависимость и представляет уравнение, которое должно быть разрешено относительно требования задачи.

К данному типу задач относим следующие:

— На какой высоте над Землей сила тяжести, действующая на тело, уменьшается в два раза?

— Вычислите ускорение свободного падения тел вблизи поверхности Марса. Масса Марса равна $6 \cdot 10^{23}$ кг, радиус 3 300 км.

— К вертикальной пружине, верхний конец которой закреплен, подвешен груз массой 0,1 кг. После того как прекратились колебания груза, выяснилось, что пружина удлинилась на 2 см. Какова жесткость пружины?

— Два мальчика, массы которых 40 кг и 50 кг, стоят на коньках на льду катка. Первый мальчик отталкивается от второго с силой 10 Н. Какие ускорения получают мальчики?

— Автомобиль, масса которого 2 160 кг, начинает двигаться с ускорением, которое в течение 30 с остается постоянным. За это время он проходит 500 м. Какова по модулю сила, приложенная в течение этого времени к автомобилю?

Ко второму виду относятся задачи, в которых рассматривается движение тел под действием силы тяжести (это свободное падение тел; движение тел, брошенных под углом к горизонту). Сущность их сводится к расчету кинематических характеристик механического движения. К этому типу относятся такие задачи:

— Некоторое тело упало с высоты 100 м. Найдите время падения тела на землю и его скорость в момент удара о землю.

— Мяч брошен под углом 30° к горизонту с начальной скоростью 10 м/с. Определите высоту подъема, а также время и дальность полета мяча.

К третьему виду относятся задачи, в которых рассматривается движение тела под действием нескольких сил (тел). Такие задачи решаются на основе применения второго закона Ньютона к каждому телу системы. Если на тело действует несколько сил, то ускорение, приобретаемое телом, определяется равнодействующей всех сил, действующих на тело. Уравнением движения тела будет являться запись второго закона Ньютона в векторной форме для конкретной ситуации. Решение уравнения, записанного в векторной форме, начинается с перевода его в алгебраическую форму через проекции векторов сил и ускорений на соответствующие оси.

Условие и требование задачи, а также величины, входящие в

уравнения, описываются одними и теми же физическими понятиями, что облегчает процесс восприятия и анализа содержания задачи.

Задача 8. По наклонной плоскости с углом наклона α скользит вниз брусок массой m . Коэффициент трения бруска о плоскость равен μ . Найти ускорение бруска.

Движение по наклонной плоскости
(рис. 23):

$$\begin{aligned}\angle \alpha &= \alpha \\ m &= m \\ \mu &= \mu\end{aligned}$$

$a = ?$

Решение:

Запишем уравнение движения бруска. Условием задачи определено движение с ускорением. Следовательно, уравнение будет иметь вид:

$$m\vec{a} = m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{тр.}}$$

Данное уравнение в алгебраической форме с помощью проекций каждой из векторных величин на оси OX и OY будет выглядеть так:

на OX : $\{ ma_x = mg \sin \alpha - F_{\text{тр.}}; \quad (1)$

на OY : $\{ ma_y = -mg \cos \alpha + N. \quad (2)$

Решая систему уравнений, учитывая, что $a_y = 0$, $F_{\text{тр.}} = \mu N$ и $a_x = a$:

$$N = mg \cos \alpha; \quad (3)$$

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha; \quad (4)$$

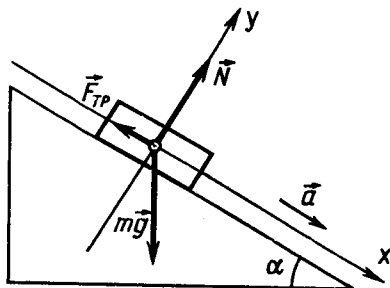


Рис. 23.

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha). \quad (5)$$

Анализ полученного результата позволяет оценить величину ускорения a в сравнении с ускорением свободного падения.

Запись уравнения движения в векторной форме составляет основу физического решения задачи. Ею заканчивается процесс планирования решения задачи и начинается процесс непосредственного осуществления плана решения. Математические средства обеспечивают способ решения.

Особое значение имеют задачи на определение веса тела, движущегося с ускорением (в вертикальной плоскости, по мосту и на закруглениях дорог).

Эти задачи требуют применения законов кинематики и динамики. Они представляют интерес в плане полного решения основной задачи механики с выявлением причины изменения движения тела.

В процессе решения задач в разделе «Законы сохранения механики» выделяется энергетический подход к решению. При этом определяются область и условия применения данного подхода на основе использования законов сохранения. Содержание задач и процесс их решения устанавливают назначением учебной задачи: вырабатывают

умение оперировать отдельным новым понятием или умение применять закон к решению задач определенных видов, а также к объяснению явлений. При этом процесс решения сводится к решению записанного уравнения относительно требования задачи. В задачах, в которых для получения отношения между требованием и условием требуются дополнительные операции, процесс решения осуществляется на основе многократных преобразований.

Формирование умения решать задачи в курсе физики IX класса идет через усвоение следующих моментов:

1. Развертывание процесса восприятия и решения задач.
2. Усвоение содержательной структуры процесса решения задач.
3. Усвоение обобщенной структуры процесса решения.

4.3. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ В X—XI КЛАССАХ

Процесс решения и его конкретные способы определяются содержанием задачи. В учебных задачах, как правило, описывается определенное движение тела или его частиц. Описание движения осуществляется через выделение параметров состояний тела. Содержание задачи включает в себя описание или закономерности самого движения (явления или процесса) в форме определенной функциональной зависимости между параметрами конкретного вида движения ($x=f(y)$) или параметрами двух или более состояний ($\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$).

В разделе «Молекулярная физика» (X класс) вводится понятие «состояние системы». В механике пользовались понятием «состояние тела».

При решении задач по молекулярной физике развиваются знания учащихся о содержании задачи как об определенной совокупности параметров нескольких состояний тела или его частиц, а также характера изменения параметров при изменении состояний. В данном разделе представляется возможным дать учащимся обобщенные знания об условии и требовании задачи, т. е. дать понятие о задачной системе как части задачи, определяющей ее содержание. К этому моменту учащиеся владеют логическим способом решения, позволяющим объяснять то или иное явление. В данном разделе наряду с качественным анализом осуществляется количественный анализ. Объяснение явлений сопровождается вычислением отдельных количественных характеристик и параметров состояния системы или процесса.

В VII—VIII классах все формулы представляют аналитическую форму записи функциональной зависимости между физическими величинами. В процессе решения задач после записи нужной формулы требовалось применить законы математики к разрешению уже обна-руженной и выделенной зависимости.

В IX классе сама форма записи законов, а также формул близка к математической. Но требуется согласование между содержанием задачной системы и средствами решения.

Процесс решения задач в курсе физики X класса обеспечивает усвоение содержания и объема вводимых понятий и характера зависимости между ними. Например:

Задача 9. Определите количество вещества и число молекул, содержащихся в 1 кг углекислого газа.

Углекислый газ (CO_2):

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\nu - ?$$

$$N - ?$$

Решение:

Молярная масса CO_2 :

$$M = 0,044 \text{ кг/моль};$$

$$\nu = \frac{m}{M}; \quad (1)$$

$$N = \nu N_A; \quad (2)$$

$$[\nu] = \frac{\text{кг} \cdot \text{моль}}{\text{кг}} = \text{моль},$$

$$\nu = \frac{1}{0,044} = 22,7 \text{ (моль)};$$

$$[N] = \text{моль} \cdot \text{моль}^{-1},$$

$$N = 22,7 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,4 \cdot 10^{25} = 1,4 \cdot 10^{25} \text{ (молекул)}.$$

О т в е т: $N = 1,4 \cdot 10^{25}$ (молекул).

Задача 10. В колбе вместимостью 1,2 л содержится $3 \cdot 10^{22}$ молекул гелия. Какова средняя кинетическая энергия каждой молекулы? Давление газа в колбе равно 10^5 Па.

Гелий:

$$V = 1,2 \text{ л}$$

$$N = 3 \cdot 10^{22}$$

$$p = 10^5 \text{ Па}$$

$$\bar{E}_k - ?$$

Решение:

В процессе решения данной задачи необходимо найти уравнение, определяющее зависимость между p и $\bar{E}_k$. Давление

$$p = \frac{2}{3} n \bar{E} \quad (1)$$

определяется из основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов. Процесс осуществления плана решения сводится к решению заданного уравнения относительно $\bar{E}$:

$$\bar{E} = \frac{3}{2} \frac{p}{n}. \quad (2)$$

Полученное уравнение не выражает отношения между условием и требованием задачи. Поэтому необходимо записать дополнительное уравнение, определяющее концентрацию n через число молекул N и объем V :

$$n = \frac{N}{V}. \quad (3)$$

Подставляя в уравнение (2) значение n из уравнения (3), получаем

$$\bar{E} = \frac{3}{2} \frac{pV}{N}. \quad (4)$$

Проверяем решение посредством операций с единицами величин, входящих в найденное уравнение (4). Получаем

$$[E] = H/m^2 \cdot m^3 = H \cdot m = \text{Дж}.$$

Теперь можно переходить к вычислениям:

$$\bar{E} = \frac{3}{2} \cdot \frac{10^5 \cdot 1,2 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot 10^{22}} = 0,6 \cdot 10^{-20} \text{ (Дж)}.$$

Наибольший интерес представляет процесс решения задач на определение характеристик состояния и объяснение сущности явлений.

Если курс физики VIII класса позволял рассмотреть только причину изучаемого явления, то в процессе решения задач по молекулярной физике в X классе рассматриваются возможные следствия изучаемого явления.

Решение задач в разделе «Основы электродинамики» также выступает средством формирования понятий и критерием сформированности знаний. При этом происходит усвоение структуры других видов умозаключений в процессе объяснения сущности конкретного явления, получения новых знаний о нем или общих закономерностей. К этому моменту у учащихся сформировалось умение в построении умозаключений методом дедукции, позволяющим на основе общего знания и некоторых знаний о конкретном явлении получать новые знания о данном явлении. Дедукция позволяет в основном выявить причину явления и отнести данное явление (как видовое понятие) к понятию ближайшего рода. Уровень знаний учащихся X класса, сформированность мышления позволяют усвоить и другие формы умозаключений. Применение индукции как формы умозаключений возможно только при полном перечислении каких-либо видовых понятий ближайшего рода. Тогда знания об отдельных видах понятий позволяют получить новые знания о родовом понятии. Аналогия как форма умозаключений обеспечивает перенос знаний об одном предмете на другой предмет в каких-то аналогичных условиях. Все чаще при анализе явлений природы выясняются не только причины явлений, но и их следствия. Выявление следствий того или иного явления не только расширяет знания учащихся о предмете; эти знания получают практическую направленность. Это, пожалуй, один из ведущих путей осуществления политехнического образования в процессе обучения.

Изучение физики обеспечивает познание явлений природы. Эти явления становятся для человека основным средством управления окружающим миром. Изучение следствий протекания того или иного явления, использование их в деятельности человека представляет сущность установления связи обучения физике с жизнью. Учащиеся должны понимать то, что управлять явлениями природы и их действиями, получать нужные процессы можно только на основе знаний о сущности явлений, условиях их протекания и связей данного явления с другими.

В процессе формирования у учащихся умения решать физи-

ческие задачи в курсе физики IX—XI классов происходит дальнейшее усвоение различных форм логического способа (индукции и аналогии), усвоение иерархической структуры процесса решения задач (содержания действий и операций), овладение частными способами решения задач, применение усвоенной деятельности по решению задач к процессу решения задач на новые виды движения, например колебательные, и др.

Процесс обучения учащихся решению задач в курсе физики X—XI классов направлен на свертывание процесса решения. Часть операций деятельности по решению задач осуществляется заторможенными областями коры, подсознанием человека. При этом происходит усиленное регулирование выполнения других операций.

Расширение объема понятия «решающая система» происходит за счет овладения учащимися новыми средствами (методами и способами) решения. К таким средствам относим использование номограмм и действие с единицами физических величин.

Глава V

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ

5.1. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Из большого многообразия учебных задач по физике наиболее распространенными являются вычислительные задачи. Выделим цели решения вычислительных задач с позиций их роли в формировании понятий:

1. Дифференцировка сходных по каким-либо признакам понятий.
2. Выработка умения применять понятия в учебной и практической деятельности.
3. Уточнение и закрепление связей между понятиями.
4. Уточнение объема понятий.

Выше была рассмотрена структура процесса решения задач. Выясним, как, реализуя эту структуру, осуществлять обучение учащихся умению решать вычислительные задачи.

Решение задачи начинается с чтения ее условия, первичное чтение которого должно быть четким, выразительным. Учитель должен убедиться в том, что все термины и понятия в условии ясны для учащихся. Непонятные термины выясняются после первичного чтения. Одновременно выясняется, какое явление, процесс или свойство тела описываются в задаче, после чего задача читается повторно с выделением данных и искомых величин. В процессе повторного чтения производят краткую запись условия задачи.

Условие задачи в краткой форме может быть записано в строч-

ку или в столбик. В методике преподавания общепринятой формой краткой записи является запись в столбик. Под краткой записью условия задачи понимают запись всех данных величин в задаче принятыми буквенными обозначениями, а их числовые данные должны обязательно сопровождаться соответствующими единицами. При наличии нескольких значений одной и той же величины, характеризующей различные состояния системы или свойства изменения тел, вводят индексы (начальные буквы соответствующих слов или цифры).

Способы записи условия задачи

Рассмотрим способы записи условия задачи в столбик.

- I. 1. Вопрос задачи.
2. Значения величин, указанных в условии задачи.
3. Значения величин, найденных из таблиц.
- II. 1. Значения величин, указанных в условии задачи.
2. Вопрос задачи.
3. Значения величин, найденных из таблиц.
- III. 1. Значения величин, указанных в условии задачи.
2. Значения величин, найденных из таблиц.
3. Вопрос задачи.
- IV. 1. Указанные явления или тела, о которых идет речь в задаче.
2. Значения величин, указанных в условии задачи.
3. Вопрос задачи.
4. Значения величин, найденных из таблиц.

Примеры записи условия одной задачи различными способами

Задача 11. Сколько сухих дров надо сжечь в кормозапарнике, чтобы нагреть 100 кг воды от 10 °С до кипения? КПД кормозапарника 15%.

I. $m_{др} — ?$

$$m_{в} = 100 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10 \text{ °С}$$

$$t_2 = 100 \text{ °С}$$

$$\eta = 0,15$$

$$q_{др} = 8,3 \text{ МДж/кг}$$

$$c_{в} = 4,19 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$$

II. $m_{в} = 100 \text{ кг}$

$$t_1 = 10 \text{ °С}$$

$$t_2 = 100 \text{ °С}$$

$$\eta = 0,15$$

$$m_{др} — ?$$

$$q_{др} = 8,3 \text{ МДж/кг}$$

$$c_{в} = 4,19 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$$

III. $m_{в} = 100 \text{ кг}$

$$t_1 = 10 \text{ °С}$$

$$t_2 = 100 \text{ °С}$$

$$\eta = 0,15$$

$$q_{др} = 8,13 \text{ МДж/кг}$$

$$c_{в} = 4,19 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$$

$$m_{др} — ?$$

IV. Кормозапарник:

$$m_{в} = 100 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10 \text{ °С}$$

$$t_2 = 100 \text{ °С}$$

$$\eta = 0,15$$

$$m_{др} — ?$$

$$q_{др} = 8,3 \text{ МДж/кг}$$

$$c_{в} = 4,19 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$$

Авторы из всех приведенных способов записи условия задачи предпочитают способ IV. Он является наиболее рациональным в том отношении, что в нем указывается объект, о котором идет речь, что позволяет быстрее воспроизвести в памяти условие задачи, в которое вписывается только то, что дано и что надо найти. Данные, требующиеся для решения задачи, но не указанные ее условием, записываются после того, как ученик приходит к выводу об их необходимости. Анализ такой записи позволяет проследить за мыслительным процессом анализа учащимися условия задачи. Такой способ записи наиболее полно (и адекватно) отражает особенности восприятия содержания задачи и ее анализ.

Краткая запись включает запись данных величин через буквенные обозначения, выполнение рисунков, схем, чертежей, графиков, поясняющих условие задачи.

Рассмотрим примеры краткой записи условий задач, где необходимо сделать рисунок или выполнить чертеж, вычертить электрическую цепь или построить график.

Задача 12. К концу стержня AC длиной 2 м, укрепленного шарнирно одним концом перпендикулярно к вертикальной стене, а с другого конца, поддерживаемого тросом BC длиной 2,5 м, подвешен груз массой 120 кг. Найдите силы, действующие на трос и стержень (рис. 24).

Выполнение рисунка, схематически изображающего ситуацию задачи, играет решающую роль в осознании этой ситуации и способствует более быстрому нахождению способов ее решения.

Задача 13. Определите напряжение на каждом из двух резисторов, соединенных последовательно и соответственно равных 2 Ом и 5 Ом. Общее напряжение на резисторах равно 35 В.

Задача 14. По графику ускорения тела (рис. 25) начертите график скорости движения данного тела.

Задача 15. Брусек массой 1 кг движется под действием гири массой 0,5 кг (рис. 26). Определите натяжение нити, если коэффициент трения равен 0,1.

Кибернетика задачу считает нерешенной, если полученный ответ не проверен. В школьной практике учителя далеко не всегда требуют проверки и анализа полученного ответа, объясняя это тем, что проверка предполагает лишнюю затрату времени. Иногда учителя считают: лучше решить лишнюю задачу, чем проверять ре-

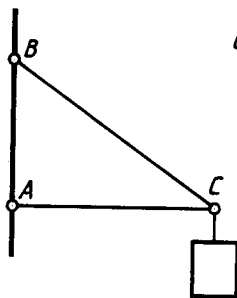


Рис. 24.

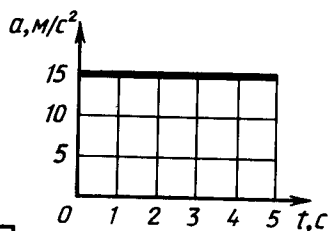


Рис. 25.

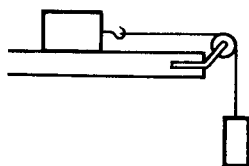


Рис. 26.

шение. Если же к решению учебной задачи подойти более широко, как к деятельности вообще, в процессе выполнения которой не только получается определенный результат, но и формируется личность, а также потребность к самоконтролю за своими действиями, то необходимость проверки правильности решения каждой задачи становится очевидной. В какой бы области человек ни работал, ему недостаточно только выполнять свои обязанности — ему необходимо оценивать, как выполняется действие. Токарю недостаточно выточить деталь, а необходимо добиться, чтобы она удовлетворяла определенным требованиям. Поэтому каждая деталь проходит через отдел технического контроля или самоконтроль. К этому необходимо приучать учащихся в учебной деятельности, а иначе учебная деятельность будет готовить к верхоглядству.

Сначала результат полученного решения необходимо оценивать с точки зрения реальности ответа: иногда получают ответы, не соответствующие условию задачи, противоречащие здравому смыслу. В результате ошибок, допущенных в вычислениях, получают нереальные величины, например КПД выше 100%, относительная влажность воздуха, равная 110%, и т. д.

Второй распространенной ошибкой является получение несуществующих единиц физических величин. Поэтому каждое решение задачи в общем виде необходимо проверить путем операций над этими единицами. Необходимо вооружать учащихся различными способами проверки результатов решения, которые мы перечислим:

1. Решение задач несколькими способами.
2. Оценка реальности полученного результата.
3. Проведение эксперимента.
4. Действия с наименованиями.
5. Использование метода симметрии.
6. Преобразование задач к очевидному решению.

Наряду с проверкой правильности решения какой-либо задачи необходима и оценочная деятельность; например, полученный результат необходимо оценить с народнохозяйственной точки зрения (экономической): КПД машин, способы их повышения, потери электроэнергии, способы их уменьшения и др.

Способы записи решений задач

Способы записи могут различаться по степени пояснения решения и по форме оформления его записи. По форме оформления можно выделить несколько способов: решение задачи в общем виде вначале, а затем выполнение вычислений; постепенное определение заданной величины с вычислением промежуточных величин, не разделяя записи формул и вычислений по ним; запись решения сначала в формулах, а затем подстановка значений величин в каждую из них и проведение вычислений. Рассмотрим способы записи решения по степени пояснения к ним:

1. Запись только формул и вычислений.

2. Запись решения задачи с планом.

3. Запись решения задачи с кратким пояснением.

Приведем примеры записи решения конкретных задач.

Задача 16. Опорные башмаки шагающего экскаватора представляют собой две пустотелые балки длиной 16 м и шириной 2,5 м каждая. Определите давление экскаватора на почву, если масса его составляет 1150 т.

Запись только формул и вычислений

Экскаватор:

$$l = 16 \text{ м}$$

$$a = 2,5 \text{ м}$$

$$n = 2$$

$$m = 1150 \text{ т}$$

$$p = ?$$

$$p = \frac{F}{S}$$

$$F = mg$$

$$S = 2la$$

$$p = \frac{mg}{2la}$$

Решение:

$$[p] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{м}^2} = \text{Па},$$

$$p = \frac{1150000 \cdot 10}{2 \cdot 16 \cdot 2,5} = 140 \text{ (кПа)}.$$

$$\text{О т в е т: } p = 140 \text{ кПа.}$$

Запись решения задачи с планом

(показано на примере оформления решения задачи 11)

Кормозапарник:

$$m_b = 100 \text{ кг}$$

$$t_1 = 10^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 100^\circ \text{C}$$

$$\eta = 0,15$$

$$m_{др} = ?$$

$$q_{др} = 8,3 \text{ МДж/кг}$$

$$c_v = 4,19 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{K)}$$

Решение:

1. Коэффициент полезного действия кормозапарника определяется отношением количества теплоты Q_v , затраченного на нагревание воды, к количеству теплоты Q , полученному от нагревателя:

$$\eta = \frac{Q_v}{Q}. \quad (1)$$

2. Q_v — количество теплоты, необходимое для нагревания воды:

$$Q_v = c_v m_v (t_2 - t_1). \quad (2)$$

3. Q — количество теплоты, выделяющееся при сгорании дров массой $m_{др}$:

$$Q = m_{др} q_{др}. \quad (3)$$

4. Подставив в уравнение (1) значения Q_v и Q из уравнений (2) и (3), получим

$$\eta = \frac{c_v m_v (t_2 - t_1)}{q_{др} m_{др}}. \quad (4)$$

Отсюда

$$m_{др} = \frac{c_v m_v (t_2 - t_1)}{q_{др} \eta}. \quad (5)$$

5. Правильность полученного решения в общем виде проверяется путем действий с единицами физических величин, входящих в формулу (5):

$$[m] = \frac{\text{Дж} \cdot \text{кг} \cdot \text{К} \cdot \text{кг}}{\text{кг} \cdot \text{К} \cdot \text{Дж}} = \text{кг}.$$

6. Получили единицу массы дров — «кг», что соответствует истине.

7. Вычисления:

$$m_{\text{др}} = \frac{4,19 \cdot 10^3 \cdot 100 \cdot 90}{0,83 \cdot 10 \cdot 0,15} \approx 30 \text{ (кг)}.$$

8. Ответ: $m_{\text{др}} \approx 30 \text{ кг}$.

Запись решения задачи с кратким пояснением

Задача 17. Прямоугольный бассейн площадью 250 м^2 и глубиной 4 м наполнен морской водой. Определите силу, действующую на дно бассейна, и давление воды на дно.

Решение:

Бассейн:

$$S = 250 \text{ м}^2$$

$$h = 4 \text{ м}$$

$$F = ?$$

$$p = ?$$

$$\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$$

Давление воды на дно определится по формуле $p = \rho gh$, а сила давления — по формуле $F = pS$:

$$[p] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}}{\text{м}^3 \cdot \text{с}^2} = \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}^2} = \text{Па};$$

$$[F] = \text{Па} \cdot \text{м}^2 = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{м} \cdot \text{с}^2} = \text{Н};$$

$$p = 1030 \cdot 9,8 \cdot 4 \approx 40 \text{ (кПа)};$$

$$F = 40000 \cdot 250 = 10^7 \text{ (Н)}.$$

Ответ: $p = 40 \text{ кПа}$; $F = 10^7 \text{ Н}$.

Такая словесная запись процесса решения задачи полезна на начальном этапе. Она помогает ученикам лучше понять логику суждений. На последующих этапах обучения решению задач необходимость в такой записи отпадает.

Как было рассмотрено выше, процесс решения задач осуществляется через определенные этапы посредством определенных действий. Решение учебной задачи начинается с восприятия ее содержания, ознакомления с условием. Что значит ознакомиться с содержанием задачи? Это значит представить, о каком физическом явлении или процессе идет речь, каким образом это явление или процесс заданы, какими величинами характеризуются. Итак, ознакомление с условием задачи осуществляется определенными операциями: ориентировкой, планированием деятельности по выявлению сущности задачи, самим процессом выявления и контроля за выполненными операциями. Выполнение действия ориентировки позволяет выделить предмет задачи (явление или процесс). Изучение конкретных физических явлений проявляется в специфической

деятельности учащихся. Например, если выяснили, что в задаче идет речь о механическом движении, то восприятие заданного механического движения начинается с определения вида механического движения. Поэтому следующей операцией процесса ознакомления с содержанием задачи будет составление плана анализа задачной ситуации. Затем определяются заданные условием задачи характеристики процесса или явления, граничные условия конкретного их проявления, неизвестные величины, константы и коэффициенты. Осуществление первого действия процесса решения физической задачи завершается краткой записью ее условия и требования, а также проверкой правильности записи. Завершенный этап процесса решения контролируется, точнее, осуществляется самоконтроль ученика за выполнением действия.

На начальном этапе обучения решению задач необходимо сформировать у учащихся деятельность по восприятию содержания любой задачи. Для учащихся эта деятельность является сложной, поэтому необходимо раскрыть ее структуру, выделить в ней элементарные операции и обучить учащихся выполнению каждой из них. Выполнение каждой операции следует превратить в умение.

Итак, процесс обучения учащихся решению физических задач предполагает сначала усвоение ими действия по осуществлению восприятия учебной задачи. Это восприятие задачи осуществляется через выполнение элементарных операций.

На следующем этапе этого процесса осуществляется составление плана решения задачи. Данный этап оказывается самым трудным. Трудность осуществления его заключается в неумении выделить структуру, определить операции, из которых он складывается. Воспользуемся уже названными операциями: ориентировкой, планированием, исполнением и контролем. Хотя названные операции сохраняются, но содержание их изменяется, вернее, изменяется уровень их реализации. Для того чтобы определить содержание каждой операции, следует четко определить цель ее выполнения. Целью выполнения этого действия будет получение плана решения задачи. Операция ориентировки позволяет осуществить вторичный анализ воспринятого условия, в результате выполнения которого выделяются физические теории, законы, уравнения, объясняющие конкретную задачу. Затем выделяются методы решения подобных задач, находится оптимальный метод решения данной задачи. Результатом выполнения этого действия является составленный план решения, который определяет цепочку последующих логических (анализа и синтеза) операций. Правильность выполнения действия по составлению плана решения контролируется. Этот контроль, как правило, является самоконтролем по оценке оптимальности выбранного метода решения.

Решение задач в учебном процессе выполняет и определенные дидактические функции. К числу основных функций отнесем обучающую, которая позволяет рассматривать учебную задачу как средство формирования у учащихся основных элементов знаний, а также умений применять усвоенные знания в различных ситуациях. Поэ-

тому умение решать учебные задачи делает знания более действенными.

Успешное формирование у учащихся умения решать задачи зависит не только от факта включения задач в учебный процесс, но и в большей степени от специальной работы учителя, направленной на формирование этого умения. Работа учителя заключается в обучении учащихся отдельным действиям решения задач и операциям по их реализации. Принципиальное значение в усвоении учащимися умения решать физические задачи играет усвоение ими двух разобранных действий. Они позволяют выявить физическую сущность задачной ситуации, определить методы для ее разрешения.

Следующим действием процесса решения задачи является осуществление намеченного плана решения. Рассмотрим, каким образом обучать учащихся реализации данного действия. Во-первых, необходимо уточнить содержание известных операций. Операция ориентации предполагает выделение еще раз метода решения задачи и уточнение вида решаемой задачи по способу задания ее условия. Последующей операцией, которая реализует процесс решения, является операция планирования. Планируется способ решения задачи, т. е. тот аппарат (логический, математический, экспериментальный), с помощью которого возможно осуществить дальнейшее решение. Контроль за правильностью выполнения данного этапа решения осуществляется проверкой правильности полученного решения в общем виде путем действий со значениями физических величин.

Последнее действие процесса решения задачи заключается в проверке полученного результата. Осуществляется оно снова теми же операциями, но содержание их изменяется. Операция ориентации предполагает выяснение сущности того, что необходимо проверить. Например, результатами решения могут быть коэффициенты, физические постоянные, характеристики механизмов и машин, явлений и процессов. Характер полученного результата определяет и метод проверки.

5.2. ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ

Графический способ решения задач определяется их содержанием. Графические задачи — задачи, у которых график входит в условие или требование. По функции графика в задаче выделим несколько видов графических задач:

1. Задачи, в условии которых графически задается зависимость между двумя физическими величинами или требуется графически выразить зависимость между ними.

2. Задачи, использующие графическую интерпретацию физических процессов.

3. Задачи, в которых графический способ задания зависимости между величинами переводят в табличный или аналитический и наоборот.

Примеры графических задач различных видов

Задача 18. Какие процессы представлены на рисунке 27?

Задача 19. Один автомобиль движется со скоростью 72 км/ч, а другой со скоростью 15 м/с. Какие расстояния пройдут автомобили за 0,5 мин? Постройте графики пути данных автомобилей.

Задача 20. Постройте график зависимости тягового усилия трактора Т-130 от скорости его движения.

Скорость, км/ч	3,17	4,39	6,37	8,80	10,46
Тяговое усилие, кН	94,00	65,00	42,00	27,00	21,00

Задача 21. На графике (рис. 28) показана зависимость координаты от времени. Выразите эту зависимость формулой.

Итак, график в задаче может быть формой представления условия или требования задачи и способом задания зависимости между физическими величинами (график наряду с другими способами задания зависимости является математическим аппаратом); графической интерпретацией зависимости (характер зависимости), отражающей принципиальное отличие одной зависимости от другой (нагревание тела происходит с изменением температуры; плавление, испарение происходят при постоянной температуре).

Первая позиция — внешняя, она чаще всего становится определяющей в распознавании графической задачи и ее восприятия. В данном случае график выступает как средство задания условия или формулирования требования задачи. Воспринятый и выполненный график как форма представления условия или требования задачи входит в краткую форму записи самого условия. Принципиальное отличие графической задачи от текстовой состоит в форме предъявления. График выступает как одна из форм подачи информации, содержащейся в условии задачи, вернее, информации об условии и требовании. Выделим сущность графического способа решения задач, которая вытекает из определения графика в качестве способа задания зависимости между физическими величинами. Следовательно, график строится на основе имеющих двух рядов величин (одного — с независимыми, другого — с зависимыми от соответствующих знаний величин первого ряда). Сама же зависимость в школьном курсе физики, как правило, задается аналитически. Итак, графический способ задания зависимости между ве-

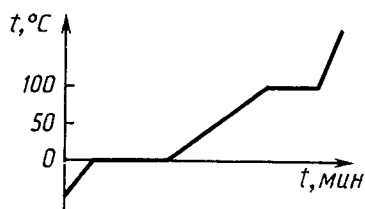


Рис. 27.

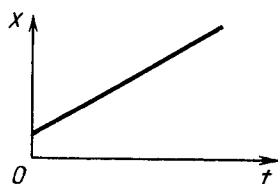


Рис. 28.

личинами в курсе физики средней школы рассматривается наряду с другими способами. Аналитический, табличный и графический способы существуют самостоятельно, но и находятся в определенных отношениях между собой. Они выступают формой представления реально существующей в природе зависимости. Табличный способ возможно оценить как промежуточный, осуществляющий переход от аналитического к графическому или наоборот. Анализ графика, заданного условием задачи, складывается из двух операций: определения физических величин, заданных координатными осями, и выявления значений определенного состояния (или состояний).

Построение графической зависимости величин учащиеся усваивают как одну из форм ее выражения, которая чаще всего может быть заменена аналитической. Решая задачи, важно добиваться усвоения процессов перевода аналитической записи зависимости в графическое представление и наоборот. Покажем структуру перевода аналитической формы выражения зависимости в графическую:

1. Выделение аналитической зависимости, которую необходимо задать графически (например, $s = vt$).

2. Определение в выделенной зависимости независимой и зависимой величин (аргумента и функции).

3. Превращение аналитической формы выражения зависимости в табличную (по крайней мере для двух состояний).

4. Превращение табличной формы записи зависимости в графическую (по определенным координатам построение точек, а по ним — графика).

Рассмотрим примеры графических задач.

Задача 22. На рисунке 29 изображен график зависимости пути равномерного движения от времени. На этом графике Os — ось пройденных путей, Ot — ось времени. Определите по графику путь, пройденный за 10 ч и скорость.

В данной задаче график входит в условие.

Равномерное
прямолинейное движение:

$$\begin{array}{l} s = f(t) \\ t = 10 \text{ ч} \\ \hline s = ? \\ v = ? \end{array}$$

Одна из координат состояния задана, необходимость определения другой координаты сформулирована в требовании задачи. Такие задачи можно отнести к числу первых задач курса физики VII класса, решаемых графическим способом. Определение пути, пройденного телом за 10 ч, дает возможность установить прямое соотношение между вторым требованием задачи и условием $\left(v = \frac{s}{t}\right)$.

Задача могла бы быть усложнена, если по заданному графику предлагалось бы найти скорость тела:

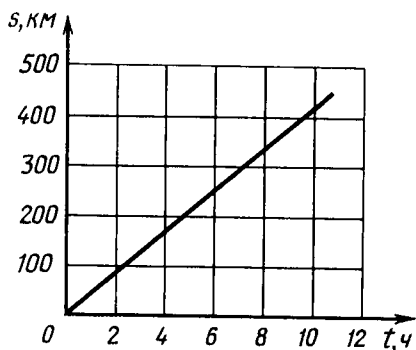


Рис. 29.

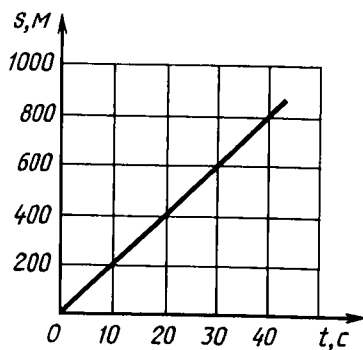


Рис. 30.

$$\begin{array}{l}
 s = f(t) \\
 t = 10 \text{ ч} \\
 s = 420 \text{ км} \\
 \hline
 v = ?
 \end{array}$$

Работа с графиком позволила произвольно задать параметр одного из состояний: например, время $t = 10$ ч, тогда за это время тело прошло 420 км (по одной заданной координате определяем второй параметр данного состояния).

Задача 23. Автомобиль движется равномерно со скоростью 72 км/ч. Определите расстояние, пройденное автомобилем за 0,5 мин. Постройте график зависимости пути от времени.

Требованием задачи предлагается построить график пути.
Равномерное прямолинейное движение:

$$\begin{array}{l}
 v = 72 \text{ км/ч} \\
 t = 0,5 \text{ мин} \\
 \hline
 s = ?
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 v = 20 \text{ м/с} \\
 t = 30 \text{ с} \\
 \hline
 s = ?
 \end{array}$$

График пути — ?

После определения величины пройденного пути учащиеся должны построить график (рис. 30), который рассматривается как один из способов задания зависимости пути s от времени t . В аналитической форме эта зависимость выражается формулой $s = vt$. Промежуточным звеном процесса построения графика является заполнение таблицы (хотя бы двух ее значений, известных учащимся):

$t, \text{ с}$	0	30
$s, \text{ м}$	0	600

5.3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОМОГРАММ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

К геометрическому способу решения задач следует отнести решение задач с использованием номограмм. Применение номографического способа в процессе решения задач делает абстрактный математический аппарат конкретным инструментом в решении учебных задач по другим учебным предметам, в частности по физике. Использование данного способа способствует ознакомлению учащихся с современными методами расчета в производственных условиях, связи теоретических знаний с практическим применением их на практике в современном производстве. Номограмма представляет простейшую вычислительную машину. Это метод построения чертежей особого рода, позволяющих решать уравнения или системы уравнений. Слово «номограмма» в переводе с греческого языка означает графическое изображение закона. Номограмма состоит из следующих элементов: шкал, бинарных полей, семейств линий, отдельных линий и точек. Так как номограмма имеет дело с графическим изображением (интерпретацией) закона, то в основе выбора основных ее элементов лежат конкретные математические теоремы и соотношения.

Рассмотрим возможности использования одного из видов номограмм в процессе решения физических задач в средней школе.

Номограмма позволяет производить расчеты значений величин, связанных между собой зависимостью вида $\frac{1}{a} = \frac{1}{b} + \frac{1}{c} + \dots$.

С подобными зависимостями учащиеся имеют дело при расчете формулы линзы, сопротивления параллельно соединенных проводников и емкости конденсаторов, соединенных последовательно. Для построения номограммы формулы линзы берется угол в 120° и проводится в нем биссектриса (рис. 31). Если на сторонах угла AOB отложить отрезки, равные по своей длине d и f (или R_1 и R_2 ; C_1 и C_2), концы их соединить, то прямая OC на биссектрисе угла отсечет отрезок OL , численно равный значению фокусного расстояния (или соответственно R , C). В самом деле, площадь $\triangle MNO$ равна сумме площадей треугольников OML и ONL . Выразив площадь каждого треугольника как полупроизведение двух сторон на синус угла между ними, получим

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}fd \sin 120^\circ &= \frac{1}{2}fF \sin 60^\circ + \frac{1}{2}Fd \sin 60^\circ; \\ \sin 120^\circ &= \sin 60^\circ. \end{aligned}$$

Следовательно,

$$fd = fF + Fd.$$

Разделив обе части равенства на произведение fdF , получим формулу линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$.

Для построения номограммы данной формулы достаточно взять угол в 120° , провести в нем биссектрису OC и построить равномер-

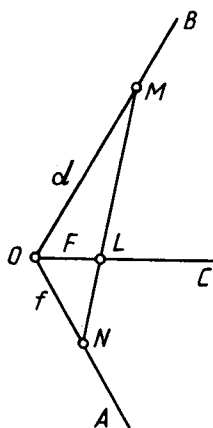


Рис. 31.

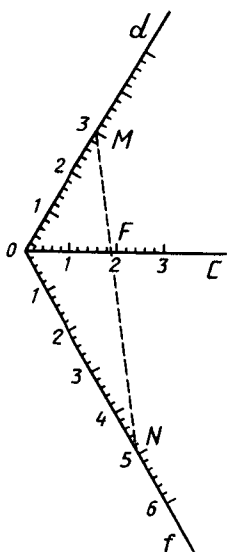


Рис. 32.

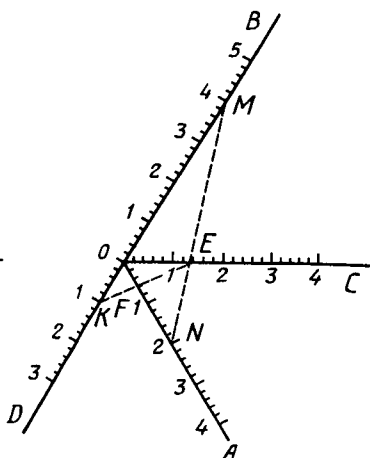


Рис. 33.

ные шкалы на сторонах угла и биссектрисе (рис. 32). Пусть $f=5$ см, $d=3$ см, тогда $F=1,9$. На практике прямая MN не проводится, а значение F находится путем наложения линейки. Пересечение линейки с биссектрисой угла отсекает отрезок биссектрисы, равный величине фокусного расстояния.

Номограмма формулы для определения сопротивления проводников, соединенных параллельно (или емкости последовательно соединенных конденсаторов), отличается от предыдущей номограммы (см. рис. 31) тем, что сторона OB угла BOA продолжена и на ней нанесена четвертая равномерная шкала с тем же масштабом и началом в точке O (рис. 33). Сделанное дополнение одной шкалы позволяет находить по номограмме сопротивление любого числа проводников, соединенных параллельно (или емкости последовательно соединенных конденсаторов). Например, пусть $R_1=4$ Ом, $R_2=2$ Ом, $R_3=1$ Ом. Определите R .

Отметим на шкале OB точку M ($R_1=4$ Ом) и на шкале OA — точку N ($R_2=2$ Ом). Соединим эти точки прямой MN , которая пересечет биссектрису OC в точке E , отсекая отрезок OE :

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{1}{OE}.$$

На шкале OD найдем точку K со значением 1 ($R_3=1$ Ом) и соединим ее с точкой E . Прямая EK отсекает на биссектрисе OA угла COA отрезок OF , численно равный общему сопротивлению трех проводников, соединенных параллельно.

5.4. ЛОГИЧЕСКИЕ (КАЧЕСТВЕННЫЕ) ЗАДАЧИ ПО ФИЗИКЕ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ

К логическим задачам относят все задачи, которые обычно в методической и учебной литературе принято называть «задачи-вопросы» или «качественные задачи».

Виды логических задач

(по характеру проблемы)

1. Объяснение явлений.
2. Предсказание явлений.
3. Выявление общих черт и существенных различий у предметов.
4. Сравнение предметов и явлений в количественном отношении.
5. Задачи вида: «Что нужно сделать для того, чтобы...?»
6. Задачи вида: «В чем состоит преимущество данного прибора перед другим?»
7. Задачи вида: «Что произойдет, если ...?»
8. Задачи вида: «Где применяется? Где наблюдается?»
9. Задачи по систематизации и классификации.

Примеры логических задач различных видов

1. Чем объясняется распространение в спокойном воздухе запахов бензина, дыма, нафталина, духов и других пахучих веществ?
2. На столе в вагоне, движущемся равномерно и прямолинейно, лежит мяч. Как он будет двигаться относительно стола, если вагон затормозит?
3. Какие из атмосферных оптических явлений объясняются дифракцией света? (Полярное сияние, радуга, цветные ореолы вокруг удаленных источников света в туманную или морозную погоду.)
4. Груз массой 1 кг несколько раз равномерно перемещают в вертикальной плоскости квадрата $ABCD$ из A в B , из A в C , из A в D . Что можно сказать о величине работы, совершаемой против силы тяжести, при этих перемещениях?
5. Что нужно сделать, чтобы увеличить КПД идсальной тепловой машины?
6. В чем состоит преимущество дизельного двигателя перед карбюраторным?
7. Птица находится в закрытом ящике, стоящем на чашке весов. Пока птица сидит на дне ящика, весы уравновешены гирями, находящимися на другой чашке весов. Что произойдет с весами, если птица взлетит и будет парить в воздухе внутри ящика?
8. Можно ли обычным ртутным термометром измерить температуру одной капли горячей воды? Почему?

Логические задачи играют важную роль в формировании понятий. В деле уточнения содержания и дифференцировки понятий им принадлежит ведущая роль. Достигается это благодаря тому, что при их решении внимание учеников не отвлекается математическими расчетами, а полностью сосредоточено на выявлении существенного в явлениях и процессах, на установлении взаимосвязи между ними.

Рассмотрим наиболее важные виды логических задач с точки зрения их роли в формировании понятий. К ним можно отнести задачи следующих видов:

1. Задачи, в которых предлагается привести примеры проявления изучаемых свойств тел или явлений и их применений («Где это наблюдается? Где это применяется?»).

2. Задачи, в которых предлагается из перечисленных признаков предметов или явлений выделить признаки, присущие только предметам или явлениям данного вида или рода.

3. Задачи, в которых требуется указать общие черты и существенные различия тел, предметов или явлений («Что общего между ними? Каковы их существенные отличия?»).

4. Задачи, в которых требуется объяснить явление, указать причины его возникновения, а значит, раскрыть его связи с другими явлениями («Что это такое? Почему это происходит? При каких условиях это наблюдается?»).

5. Задачи, в которых требуется предсказать явление на основе знания закономерностей его протекания и связей с другими явлениями («Что произойдет, если ...?»).

6. Задачи, в которых требуется указать условия, необходимые для получения того или иного эффекта, явления («Что необходимо для того, чтобы ...?»).

7. Задачи, в которых требуется объяснить, научно обосновать сущность применяемых на практике приемов и способов («Для чего это делается? На чем основан этот способ?»).

8. Задачи, в которых требуется систематизировать (классифицировать) предметы или явления по определенному признаку.

По содержанию условий и требований можно выделить три типа логических задач: на узнавание в конкретном явлении физического явления, объяснение явления и свойств тел, предсказание следствия происходящего явления.

Решение задач на узнавание в конкретно описанной ситуации физического явления представляет процесс установления отношений между родом и видом. Приведем примеры таких задач.

Задача 24. На каком явлении основана засолка огурцов, капусты, рыбы и других продуктов?

В данной задаче можно выделить несколько конкретно заданных ситуаций, каждая из которых вначале рассматривается отдельно: засолка огурцов, капусты, рыбы. Выделяется общая сущность явления: проникновение частиц соли в огурцы, капусту, рыбу. В задаче дано перечисление нескольких конкретных предметов, с которыми происходит один и тот же процесс. В физике данное явление, происходящее с двумя телами, получило название диффузии. Понятие «диффузия» — это обобщение наших знаний об определенном классе явлений природы; оно выступает родовым понятием в отношении конкретных явлений.

Процесс решения данной задачи определяется выделением сущности засолки различных тел, извлечением из памяти определения диффузии — физического явления, объяснением засолки огурцов, капусты, рыбы и других продуктов явлением диффузии.

Задача 25. Какое физическое явление используется, когда набирают чернила в автоматическую ручку?

Необходимо выделить конкретно описанное явление (процесс) в задаче: чернила набирают в автоматическую ручку. Процесс решения задачи основан на построении умозаключения, одной посылкой которого является сущность описанного конкретного явления, второй — знания о физическом явлении. Ответом на вопрос является узнавание физического явления: создание в баллоне авто-ручки некоторого разряжения, действие атмосферного давления на поверхность чернил. О т в е т: Действует атмосферное давление. Логические задачи данного типа решаются и в курсе физики VIII класса.

Задача 26. Летом воздух в здании нагревается, получая энергию различными способами: через стены, открытое окно, в которое входит теплый воздух, через стекло, которое пропускает солнечную энергию. С каким видом теплопередачи мы имеем дело в каждом случае?

На первом этапе процесса обучения решению логических задач подчеркивают, с одной стороны, сущность конкретного явления (в этом состоит конкретизация знаний, наполнение их определенными примерами, расширение объема понятий, так как задачи описывают различные тела и определенные условия изменения свойств тел). С другой стороны, процесс решения задачи возможен только при использовании теоретических знаний о физических явлениях, поэтому всякий раз происходит отыскание в памяти соответствующих знаний. Этим определяется решение задачи как процесса применения усвоенных знаний. Точнее сказать, процесс решения задачи возможен только при единстве двух процессов: применения усвоенных теоретических знаний и конкретизации уже имеющихся.

В дальнейшем при решении задач данного типа учащиеся усваивают структуру логического способа получения выводного знания на примере опознания физического явления.

Вторым типом логических задач являются задачи на объяснение и определение причины того или иного явления. Данный тип задач может включать задачи первого как частные задачи, где требуется только узнавание в конкретном явлении явления физического. Здесь решение задачи не заканчивается узнаванием физического явления — необходимо его объяснение на основе физических законов, теорий, положений. При этом рассматриваются строение материи, свойства отдельных видов вещества и поля. Рассмотрим задачу второго типа.

Задача 27. Объясните, почему при быстром спуске самолета пассажиры испытывают боль в ушах.

Данная задача может быть представлена как задача первого типа, тогда она должна иметь формулировку: «Каким явлением объясняется возникновение ощущения боли в ушах при быстром спуске самолета?» — и процесс решения должен был бы привести ученика к утверждению, что таким явлением является возрастание атмосферного давления. Первоначальная формулировка предполагает объяс-

нение этой причины, а именно почему происходит само физическое явление. После узнавания в конкретной ситуации этого явления необходимо объяснить его сущность и механизм. Происходит поэтапное отыскание нужной физической информации: сначала идет *узнавание* в конкретном явлении явления физического, а затем — *причины* его возникновения; при этом должна быть известна зависимость атмосферного давления от существенных параметров. Таким существенным параметром в данном случае является величина столба атмосферы, действующей на уши. Если эта высота постоянная, то и давление постоянное, и к нему организм привыкает, но если резко изменить высоту, то давление на уши будет изменяться. Боль в ушах объясняется изменением атмосферного давления на барабанные перепонки. Сложность решения задач данного типа объясняется тем, что необходимо каждый раз отыскивать нужную информацию.

К рассматриваемому типу относятся также задачи на объяснение свойств тел и их строения.

Задача 28. Объясните, почему солома, сено, сухие листья обладают плохой теплопроводностью.

Такие задачи решаются как в VII, так и в VIII классах.

Задача 29. Подсчитано, что теплопроводность сосновых досок в 3,7 раза больше, чем сосновых опилок; теплопроводность льда в 21,5 раза больше, чем свежеснежного снега (снег состоит из мелких кристалликов льда). Чем объяснить такую разницу?

Задача 30. Почему можно наэлектризовать трением эбонитовую палочку и нельзя — металлический стержень?

Задача 31. Пипетка — прибор для получения капель жидкости. Объясните ее действие.

Задача 32. На рисунке изображена модель нивелира для проведения горизонтальной линии на местности. Объясните его действие.

Задача 33. Объясните действие водомерного стекла парового котла.

Анализ процесса решения задач данного вида приводит к выделению следующих элементов:

1. Определение *строения* называемых тел.
2. Выделение в их строении *общего*, существенно влияющего на свойства тел, или *существенного отличия* одного тела от другого.
3. *Объяснение свойств* тел на основе выделенного общего или существенного отличия.

Так, солома, сено, сухие листья имеют большое количество пор, заполненных воздухом, который обладает плохой теплопроводностью. Следовательно, солома, сено, сухие листья тоже обладают плохой теплопроводностью, так как отдельные частицы их разделяет воздух.

Сосновые доски и сосновые опилки состоят из одного и того же вещества, но отдельные частицы данных тел расположены относительно друг друга по-разному. Опилки более пористое тело, в

них больше содержится воздуха. Воздух обладает плохой теплопроводностью. Значительное изменение его содержания в теле существенно влияет на теплопроводность тела. Поэтому теплопроводность сосновых досок больше теплопроводности сосновых опилок, и аналогично теплопроводность льда больше теплопроводности свежевыпавшего снега.

Третьим типом логических задач являются задачи на предсказание явления.

Задача 34. Будет ли кусок льда плавать в бензине, керосине, глицерине?

В данном случае заданы три конкретные ситуации, три отдельно существующие задачи. Этот тип задач имеет свои особенности в формулировках: задача начинается с выделения требования. Требование задает несколько возможных исходов. Но каждая задача содержит и условие. Кусок льда помещен в бензин — это условие задачи. Происходит взаимодействие льда, земли и бензина. Результатом взаимодействия является определенное поведение льда в бензине: лед может всплыть, плавать внутри или утонуть. Требование заключается в определении одного из трех возможных поведений.

Процесс решения включает такие моменты:

1. Выделение заданной конкретной ситуации (кусок льда помещен в бензин).

2. Формулировка требования задачи, что подвергается проверке: «Будет ли плавать кусок льда в бензине?»

3. Выделение условия данного явления (силы, действующие на тело; их соотношение):

$$F_A \geq F_T.$$

Если $\rho_{\text{ж}} \geq \rho_{\text{тела}}$, то лед плавает в жидкости: бензине, керосине, глицерине.

4. Определение сравниваемых величин.

5. Сравнение физических величин, получение соотношений между плотностями жидкости и льда. Покажем примеры.

Задача 35. Пользуясь таблицей плотностей, определите, какие металлы в ртути будут плавать, а какие — тонуть.

Задача 36. Как в сосуде, содержащем воду, керосин и ртуть, расположатся три сплошных шарика: пробковый, парафиновый и стальной? Ответ обоснуйте. Сделайте рисунок.

Процесс формирования у учащихся логического способа решения учебных задач проходит в несколько этапов:

1. Решение задачи определенного типа с выделением структуры способа деятельности.

2. Усвоение структуры логического способа решения задач различных типов.

3. Обнаружение единой структуры решения логических задач различных типов.

5.5. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

К экспериментальным задачам относятся такие задачи, которые не могут быть решены без постановки опытов или измерений.

Основное значение решения экспериментальных задач заключается в формировании и развитии с их помощью измерительных умений, умений обращаться с приборами. Кроме того, такие задачи развивают наблюдательность и способствуют более глубокому пониманию сущности явлений, выработке навыков строить гипотезу и проверять ее на практике. По роли эксперимента выделяем следующие виды экспериментальных задач: задачи, в которых без эксперимента нельзя получить ответ; эксперимент используется для создания определенной ситуации; эксперимент используется для иллюстрации описанного явления; эксперимент используется для проверки полученного результата.

Если в задаче описана знакомая ситуация, то эксперимент позволяет определить некоторые физические величины и включить их в условие задачи. При этом эксперимент содержание задачи, заданное неопределенно, превращает в конкретное.

Если условие задачи описывает новую для учащихся ситуацию, то целесообразно эту ситуацию задать экспериментально. Если же в задаче описывается изменение состояния тела, то параметры одного из состояний или условия воздействия тоже могут быть заданы экспериментально.

Примеры различных видов экспериментальных задач.

Задача 37. Определите скорость, с которой выбрасывается снаряд из баллистического пистолета (рис. 34).

Задача 38. Почему тело, состоящее из двух конусов, соединенных основаниями, поднимается вверх по двум наклонным плоскостям, расположенным под углом друг к другу (рис. 35)?

Задача 39. Нарушится ли равновесие весов, если, опустив весы, погрузить тела в жидкость (рис. 36)?

Задача 40. а) Изменится ли равновесие весов, если, удлинив нить (рис. 37), опустить тело А в сосуд с водой? Если изменится, то как? б) Три одинаковых деревянных бруска в первом случае положены друг на друга, а во втором — соединены цепочкой. Бруски перемещаются равномерно по горизонтальной поверхности. В каком случае сила трения больше (рис. 38)?

Задача 41. Что произойдет с лампочкой и амперметром (рис. 39), если точки К и М соединить между собой медной проволокой?

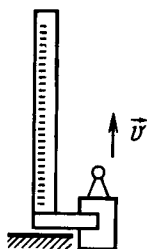


Рис. 34.



Рис. 35.

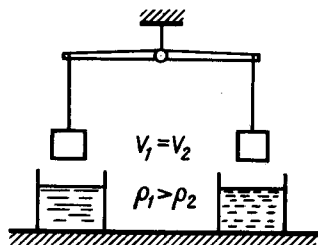


Рис. 36.

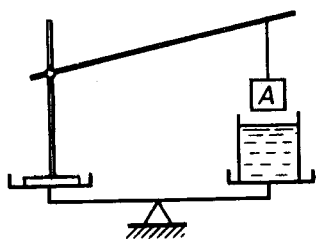


Рис. 37.

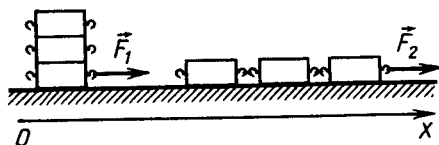


Рис. 38.

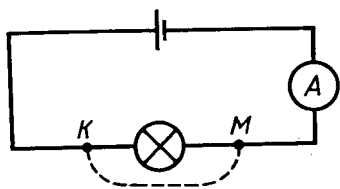


Рис. 39.

Решение экспериментальных задач начинается с постановки (в различных вариациях) задачи, затем осуществляется краткая запись условия и требования, формулируется гипотеза, проверка которой планируется. Затем осуществляется реализация намеченного плана различными средствами: экспериментальными, логическими и математическими. Полученный результат кодируется, после чего осуществляется проверка полученного результата.

5.6. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ С ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИМ СОДЕРЖАНИЕМ

Развитие современной техники и внедрение прогрессивных форм организации труда требуют от членов нашего общества широкого политехнического кругозора, самого современного образования, высокого интеллектуального и физического развития, глубокого знания научно-технических и экономических основ производства, сознательного, творческого отношения к труду. Осуществление политехнической направленности обучения дает возможность учащимся свободно оперировать знаниями о механизмах и машинах, о современной технике и технологии, об основах производственных процессов, создает условия для профессиональной ориентации школьников.

Одним из важных вопросов в условиях научно-технического прогресса является формирование политехнических знаний. Их структуру можно представить в виде следующих взаимосвязанных компонентов: знания физических явлений и законов, являющихся основой развития современной техники и производства; наиболее распространенных деталей и узлов механизмов и машин; принципов действия механизмов и машин; практического применения механизмов и машин в различных отраслях народного хозяйства; элементов технологии основных промышленных процессов.

В существующих учебниках и сборниках задач для средней общеобразовательной школы политехнические знания представлены в виде отрывочных сведений об использовании в технике некоторых законов физики. В связи с этим возникла необходимость усиления

прикладной направленности преподавания физики. Большие возможности для расширения политехнического кругозора школьников открываются при решении задач с производственно-техническим содержанием.

Под физической задачей с производственно-техническим содержанием понимается такая задача, в которой обеспечивается в органическом единстве решение физических, технических и производственных вопросов. Содержанием этой задачи являются физическое явление или закон, положенные в основу действия механизмов и машин современной техники или технологии промышленных процессов. Такая задача выполняет в процессе обучения следующие функции: способствует сознательному усвоению учащимися изучаемого материала, расширяет их политехнический кругозор, создает условия для профессиональной ориентации школьников. Задачи с производственно-техническим содержанием должны знакомить учащихся с физическими явлениями и законами, лежащими в основе развития современной техники и технологии производственных процессов, со свойствами материалов, применяемых в технике и производстве; сообщать сведения об экономической эффективности используемых механизмов и машин в данной отрасли народного хозяйства; способствовать подготовке учащихся к труду в условиях современного научно-технического прогресса.

Эти задачи могут быть сконструированы на основе данных из научной, учебной и научно-популярной литературы. Анализируя такую литературу, нужно выделить наиболее общие и часто встречающиеся механизмы и машины, действие которых можно объяснить с позиции школьника того или иного класса.

Для формулировки таких задач мы рекомендуем использовать различные средства наглядности: натуральные технические объекты, действующие приборы и модели, самодельные приборы и установки, бытовые приборы и принадлежности, диапозитивы, кодограммы и таблицы технических объектов. Не являясь основными элементами знаний, они несут богатую информацию об устройстве и принципе действия механизмов и машин современной техники. Их использование дает более полное представление о технических объектах, вырабатывает навыки чтения технической документации.

Решение задач требует активной мыслительной деятельности учащихся. Перечислим основные структурные элементы этой деятельности, которые позволят учителю более эффективно управлять процессом решения задач с производственно-техническим содержанием:

1. Чтение условия задачи, выделение в нем технического объекта, данных и искомых величин.
2. Изучение схематического рисунка или чертежа, поясняющего условие задачи.
3. Выявление физической сущности, лежащей в основе действия технического объекта или технологического процесса.
4. Указание основных деталей и узлов выделенного объекта.
5. Объяснение его принципа действия.
6. Запись необходимых для решения задачи формул или уравнений.

7. Получение решения в общем виде.
8. Вычисление искомых величин.
9. Анализ полученного результата.
10. Указание области практического применения выделенного технического объекта.

При решении задач с производственно-техническим содержанием первоначально формируются технические понятия, которые относятся к конкретному объекту. Основная цель состоит в том, чтобы сформировать у учащихся политехнические понятия, которые являются общими для описания принципа действия многих механизмов и машин современной техники.

Процесс формирования политехнических понятий при решении задач с производственно-техническим содержанием включает в себя три основных этапа.

На первом этапе учащиеся должны усвоить технические понятия, которые относятся к конкретному объекту техники, например к регулятору давления прямого действия: трубопровод, блок, колокол, дроссельная заслонка, груз, гибкая нить, труба и др. Оперирование этими понятиями дает возможность школьникам объяснить устройство и принцип действия рассматриваемого технического объекта.

На втором этапе учащиеся должны научиться выделять технические понятия, которые характеризуют выделенные классы механизмов, например механизмы регуляторов: блок, поршень, рычаг, поплавков, клапан. На этих этапах словарный запас учащихся обогащается технической терминологией.

На последнем этапе идет процесс формирования политехнических понятий, которые являются общими для описания принципа действия довольно большого числа механизмов и машин современной техники. Это создает условия для обобщения знаний в области техники и производства, что развивает у учащихся политехнический кругозор.

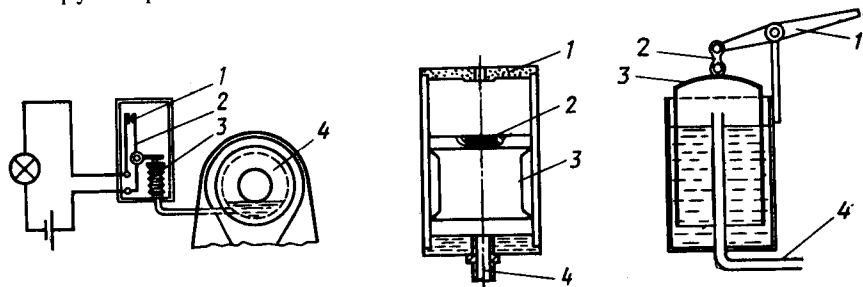


Рис. 40. Механизм теплового защитного реле:

1 — контакты; 2 — рычаг; 3 — сильфон; 4 — цилиндр с подшипниками.

Рис. 41. Пневматический индикатор наличия давления:

1 — крышка; 2 — прокладка; 3 — поршень; 4 — отверстие.

Рис. 42. Механизм воздушодувки газгольдерного типа:

1 — рычаг; 2 — звено; 3 — колокол; 4 — трубопровод.

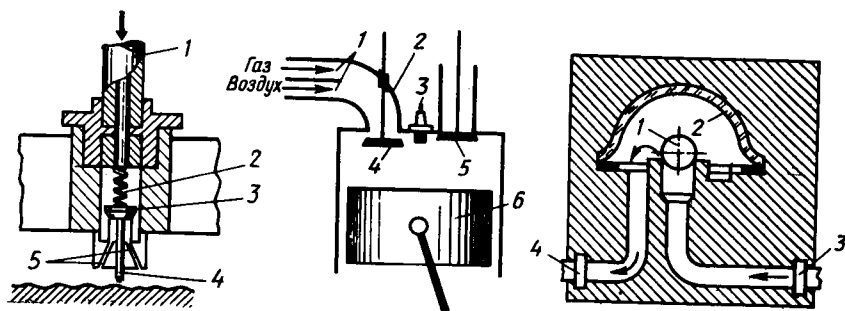


Рис. 43. Пневматическая измерительная головка для контроля качества обработки поверхностей:

1 — трубка; 2 — пружина; 3 — клапан; 4 — шуп; 5 — каналы, по которым проходит сжатый воздух.

Рис. 44. Газовый карбюраторный двигатель:

1 — газоподводящая и воздухоподводящая трубы; 2 — смеситель; 3 — свеча; 4 — впускной клапан; 5 — выпускной клапан; 6 — поршень.

Рис. 45. Индикатор наличия потока:

1 — шарик; 2 — прозрачный колпачок; 3, 4 — отверстия в трубопроводе.

Примеры задач с производственно-техническим содержанием по разделу «Молекулярная физика».

Задача 42. Для защиты подшипников от перегрева применяют тепловое защитное реле, схема которого представлена на рисунке 40. Зачем в подшипник вкладывается чувствительный элемент реле? Почему при нагревании жидкости контакты 1 замыкаются и подается сигнал о перегреве?

Задача 43. Изучите механизм индикатора, изображенного на рисунке 41. Как определяется наличие газа, находящегося в трубопроводе? Укажите область практического применения данного механизма.

Задача 44. Определите, чему равно давление воздуха в трубопроводе, если 40 г воздуха при температуре 27°C заняли под поршнем индикатора объем 80 см^3 (см. рис. 41).

Задача 45. Назовите и укажите основные детали предложенного механизма воздуходувки (рис. 42). Объясните его принцип действия. Во сколько раз изменится давление газа под колоколом 3, если при движении рычага вверх объем газа увеличивается в 6 раз?

Задача 46. Какой объем займет газ в воздуходувке (см. рис. 42) при температуре 40°C , если его объем при 0°C равен 2000 м^3 ?

Задача 47. При перемещении шупа 4 вдоль поверхности для контроля качества ее обработки клапан 3 опускается или поднимается. При этом изменяется количество протекающего сжатого воздуха через каналы 5 (рис. 43). Предложите способ определения количества протекающего воздуха. Объясните назначение пружины 2.

Задача 48. Изучите устройство газового карбюраторного двигателя, изображенного на рисунке 44. Почему в таком двигателе газообразное топливо и воздух подводятся по отдельным трубам? Для какой цели газоподводящий трубопровод подогревают? Почему двигатели, работающие на сжатом газе, не загрязняют окружающую среду?

Задача 49. О наличии потока жидкости или газа в трубопроводе можно судить по положению шарика 1, выполняющего роль индикатора (рис. 45). Какое положение этого шарика соответствует наличию потока? Как осуществляется наблюдение за шариком? Укажите область практического применения данного механизма.

5.7. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ МЕЖПРЕДМЕТНОГО СОДЕРЖАНИЯ

Понятие «задача межпредметного содержания» в дидактической литературе появилось недавно. Первые определения носили характер частных задач, осуществляющих взаимосвязи двух конкретных учебных предметов. Так, выделяют задачи с биофизическим содержанием и определяют их как задачи, в которых отражена связь физики с биологией, вскрытая на конкретном материале.

Отвлекаясь от рассмотрения конкретных связей, В. Н. Янцен дает более общее определение межпредметной задаче. Задачи такого содержания он определяет как «учебные задачи, решение которых требует от учащихся системы знаний, умений и навыков, приобретенных ими в процессе изучения двух, трех или же целого комплекса дисциплин».

Многообразие определений задач межпредметного содержания объясняется различными подходами к их сущности. Так, Е. С. Валович в определении выделяет специфический признак данного вида задач. Таким признаком в ее понимании является интеграция знаний учащихся по смежным дисциплинам. Задачи межпредметного содержания Е. С. Валович определяет как «задачи, условие, содержание и процесс решения которых интегрируют в себе структурные элементы знаний, изучаемые на уроках смежных дисциплин».

Виды задач

Классификация задач может быть осуществлена по различным основаниям. По функциям межпредметных связей осуществляют классификацию задач В. Н. Янцен, В. Н. Максимова. Отдельные виды задач направлены на углубление знаний по смежным дисциплинам; применение методов, усвоенных в процессе изучения различных предметов; применение умений и навыков, сформированных на других предметах; комплексное изучение явлений и объектов природы. По роли в формировании физических и биологических знаний классифицирует задачи Ю. С. Царев. Это задачи, способствующие объяснению физической сущности явления природы; предсказывающие результат проявления физического явления (его закономерностей) в биологическом процессе; объясняющие физические принципы работы приборов; объясняющие сущность физического метода исследования биологического объекта, принципа работы приборов медицинской и биологической техники; показывающие возможности введения физических характеристик и физических констант биологических объектов и систем.

Специфика классификации задач межпредметного содержания, реализующих взаимосвязь физики со специальными дисциплинами в средних профессионально-технических училищах, показана В. Н. Шушариным. Автор выделяет виды задач по содержанию предъявляемой в них информации. Это задачи, отражающие общ-

ность содержания физики и технических дисциплин и выделяющие области применения физических знаний в технике; раскрывающие общность научных методов различных наук; требующие переноса умений и навыков, сформированных на одном предмете, в другой; предполагающие комплексное использование фундаментальных знаний различных предметов.

В качестве основания деления задач межпредметного содержания Е. С. Валович берет отдельные их функции: формирующие, систематизирующие, развивающие. Классификация задач по их роли в развитии мышления позволяет выделить виды задач, направленные на развитие конкретных видов мышления, в частности причинно-следственного мышления.

Особенности обучения учащихся умению решать задачи межпредметного содержания

1. Формирование умения по восприятию задач межпредметного содержания, выделение данного вида задач из всех других.
2. Выделение в задачах явлений природы, изучаемых в различных учебных предметах.
3. Определение конкретных дисциплин, в которых формировались знания о выделенном явлении природы.
4. Выделение знаний смежных дисциплин для объяснения описанного в задаче явления.
5. Обнаружение причинно-следственных связей между явлениями, изучавшимися в различных предметах.

Примеры задач межпредметного содержания

Задача 50. Морское животное кальмар при нападении на него выбрасывает темно-синюю замутненную жидкость. Почему пространство, заполненное этой жидкостью, через некоторое время вновь становится прозрачным?

Данная задача легко узнается учащимися как задача с межпредметным содержанием. В условии задачи показывается использование живым организмом физического явления — диффузии. Процесс же решения задачи не требует привлечения знаний из смежных дисциплин.

Задача 51. Почему ухо хорошо воспринимает продольные волны и совсем не воспринимает поперечные волны?

При решении этой задачи на этапе анализа условия необходимо использовать знания из курса географии.

Задача 52. Теплый воздух поднимается вверх; поэтому в комнате у потолка теплее, чем у пола. Почему же в тропосфере теплее в нижних слоях?

В данном случае учащиеся задачу воспринимают как межпредметную по своему содержанию и требованию. Процесс ее решения невозможен без использования знаний из различных предметов.

5.8. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФОРМ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ, СВЯЗАННЫХ С РЕШЕНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Решение задач составляет часть учебного процесса по физике. Задача выступает как метод обучения, выполняя при этом все функции: побуждающую, обучающую, воспитывающую, развивающую, контролирующую. Поэтому учебные задачи присутствуют на учебных занятиях по физике в различных формах и на различных этапах обучения.

В процессе анализа литературы по методике преподавания физики было установлено, что решение задач осуществляется только на уроке. Так, К. Н. Елизаров отмечает, что на уроке изучения нового материала процесс решения задач осуществляет закрепление изученного материала, применение его для анализа конкретной практической ситуации. Это — начало процесса обучения учащихся умению решать физические задачи. На данном этапе не происходит усвоения методов решения задач, а, скорее, как нам кажется, обосновывается необходимость усвоения теоретического материала для решения задач.

Назначение урока решения задач в привитии «...учащимся навыка в решении более сложных задач, связанных с применением не одной, а нескольких закономерностей, и для выработки у учащихся более устойчивых навыков» видят Д. А. Александров и И. М. Швайченко. При этом авторы выделяют на таких уроках коллективную и индивидуальную формы работы учащихся по решению задач.

То, что решение задач составляет значительную часть уроков по физике, отмечают С. Е. Каменецкий и В. П. Орехов. При этом они выделяют три типа уроков: урок объяснения нового материала, урок решения задач и урок повторения. В четырехэтапном уроке, по мнению авторов, решение задач осуществляется «...как в начале занятия для проверки знаний учащихся, так и в конце — для повторения и углубления изученной темы». Авторы выделяют также решение задач при выполнении домашних заданий, в кружках по решению задач, в процессе участия в физических олимпиадах.

Итак, до настоящего времени рассматривается решение задач только на уроке. Но, признавая за уроком приоритет в использовании решения как метода обучения, следует использовать для решения задач другие формы учебных занятий. К таким формам следует отнести консультации, учебные конференции и семинары по предмету, а также конференции и семинары межпредметного характера. На учебном семинаре новая для учащихся информация может быть подана в форме задачи. Специальным вопросом для обсуждения может стать определенный способ решения физических задач.

В процессе проведения учебной конференции при рассмотрении истории открытия закона целесообразно использовать исторические задачи; методы решения конкретной задачи оценить в исто-

рическом аспекте, познакомить учащихся со специальными методами решения физических задач. Велики возможности в использовании задач учебных семинаров и конференций межпредметного характера. Здесь целесообразна организация решения нескольких задач межпредметного характера — задач, решение которых требует от учащихся всестороннего анализа явлений природы и использования знаний, полученных при изучении нескольких предметов; требует применения методов одной науки для решения задач другой науки.

У названных выше авторов различные виды уроков, связанных с решением задач, определяются только количеством времени, отводимого на это решение, и местом задач в уроке. Кроме того, данные уроки различаются формами организации работы учащихся: «...решение задач на доске учителем с привлечением учащихся и самостоятельное решение учащимися задач в тетрадях. Первую форму занятий применяют преимущественно тогда, когда разбирают новые типы задач или учителю необходимо дать учащимся новые сведения о методах решения, оформления записей, ...а вторую используют главным образом для формирования практических умений и навыков». Такие же формы организации работы учащихся названы и в ранее изданной книге Д. А. Александрова и И. М. Швайченко.

Решение задач на уроке изучения нового материала оценивается как средство (метод) проверки знаний учащихся и закрепления изученного материала; процесс их решения реализуется в коллективном решении и самостоятельно. Решение задач в выполнении домашнего задания подчиняется той же цели. Поэтому авторы рекомендуют здесь решение простых задач с ярко выступающей в содержании только что изученной закономерностью. Перед уроком решения задач Д. А. Александров и И. М. Швайченко ставят цель «...привития учащимся навыка в решении более сложных задач, связанных с применением не одной, а нескольких закономерностей, и для выработки у учащихся более устойчивых навыков». Авторы выделяют два типа таких уроков. На уроках первого типа предлагают ознакомление учащихся с приемами решения какого-нибудь типа задач. При этом решение одной задачи проводится учителем по плану решения, полусамостоятельное решение задачи — по выделенному плану, решение задачи на доске выполняется учащимися и самостоятельное решение задач. Ко второму типу относят урок самостоятельного решения задач по изученной теме курса физики с целью контроля за знаниями учащихся.

Нам представляется возможным выделение уроков, связанных с решением, в качестве формы организации деятельности учащихся по использованию задач в процессе усвоения умения применять знания на практике и усвоения умения решать задачи. По данному критерию можно выделить следующие виды уроков:

1. *Уроки изучения нового материала.* Задачи выступают как метод уточнения, закрепления, углубления основных элементов знаний: понятий, законов, теорий. На таких уроках задачи решаются после изучения нового материала. В процессе их решения осуществ-

ляется выделение существенных признаков понятий, проводится их отграничение от несущественных признаков на основе упражнений по варьированию несущественных признаков, усвоение функциональной зависимости между физическими величинами, объяснение сущности явления на основе физических теорий.

Задачи выступают как метод контроля за процессом усвоения только что пройденного материала на данном или предшествующем уроке.

В процессе подготовки к проведению лабораторных фронтальных занятий решение задач может служить средством подготовки к выполнению лабораторных работ. Решение задач на уроке, главной целью которого является изучение нового материала, готовит учащихся к другим формам организации учебных занятий по физике.

2. Уроки решения задач, на которых осуществляется формирование у учащихся обобщенного умения решать учебные задачи. В отдельных случаях для этого может быть выделено время на уроке изучения нового материала, однако в большинстве случаев целесообразно этой дидактической цели посвятить специальный урок — урок решения задач, где в процессе решения выделяется и показывается общий метод решения физических задач; учащиеся усваивают конкретные способы решения определенного класса задач (логический, алгебраический, геометрический, графический и экспериментальный), усваивают отдельные подходы к решению задач (кинетический, динамический, энергетический) и алгоритмы решения задач определенных видов, осуществляют перенос усвоенных методов, способов и средств решения задач на процесс решения новых видов задач, в частности комбинированных и задач межпредметного содержания.

3. Уроки решения задач при обобщающем повторении, на которых в процессе решения задач происходят систематизация знаний по определенной теме или разделу, комплексное применение методов, способов и средств решения, использование задач для всестороннего анализа явлений природы. Все это проводится на примере решения задач межпредметного содержания.

Остановимся на отборе материала к учебным семинарам и конференциям, связанным с решением физических задач. Так, на семинаре целесообразно показать возможности некоторых конкретных способов решения этих задач. К числу таких способов отнесем использование номограмм.

Математический аппарат является основным средством решения физических задач. Чаще всего при их решении в средней школе ограничиваются алгебраическим способом, небольшой процент задач решается графическим способом, и еще меньше задач решается геометрическим способом. Использование номограмм будем рассматривать как средство реализации геометрического и графического способов.

На учебных конференциях может быть расширено представление учащихся о способах решения физических задач. Здесь учащиеся могут познакомиться с такими способами, которые позволят в

процессе решения определить характер функциональной зависимости величин. До сих пор в процессе решения задач учащиеся использовали строго определенные уравнения, законы, которые преобразовывались в соответствии с заданным условием задачи. На учебных конференциях или на факультативных занятиях возможно показать некоторые подходы решения задач в науке. К числу таких подходов относится использование метода размерностей, с некоторыми элементами которого учащиеся уже знакомы.

Изучение функциональных зависимостей в физике имеет свои особенности: аналитически записанная функциональная зависимость оперирует значениями величин. В процессе решения учебных задач отдается предпочтение получению этого решения в общем виде, которое проверяют действием с единицами физических величин. В полученное решение общего вида подставляются только единицы физических величин в определенной системе. Если, осуществив все действия с единицами величин, получают единицы определяемой величины, то полученное решение в общем виде верно. В данном случае метод действий с единицами выступает операцией проверки решения в общем виде. Эти знания учащихся используют для получения интересных выводов, новых обобщений. Физическая величина может быть выражена через определенные зависимости различных величин, при этом ее размерность остается неизменной. Размерностью называется выражение производной единицы измерения через основные единицы измерения. Понятием «размерность» можно оперировать после введения системы единиц. При этом единицы физических величин необходимо связывать с размерностью. Метод размерностей может быть применен и для определения самой функциональной зависимости определенной величины через заданные условием величины. Эта зависимость представляется как размерная: размерность переменной физической величины равна размерности физических величин, заданных условием задачи и представленных в виде одночлена. В школьных учебниках при введении единиц физических величин ограничиваются определяющими формулами, которые определяют наименование единиц. Отсутствие понятия «размерность физической величины», подмена его понятием «наименование единиц» затрудняют оперирование учащимися значениями физических величин. Начиная с введения понятия «производная величина» на примере скорости в IX классе желательно наряду с наименованием и обозначением единиц давать и формулы размерностей (табл. 18). Отсутствие понятия «размерность физической величины» создает трудности в усвоении содержания понятия и в процессе решения физических задач. Так, единицу импульса тела обозначают как $\text{кг} \cdot \text{м/с}$, единицу импульса силы — $\text{Н} \cdot \text{с}$, а равенство их размерностей не показывается. Формула размерностей физических величин имеет вид степенного одночлена:

$$a = M^p L^q T^n.$$

Размерности некоторых физических величин (СИ)

№ п/п	Производная величина	Формула размерности
1	Период	T
2	Площадь	L^2
3	Объем	L^3
4	Скорость	LT^{-1}
5	Ускорение	LT^{-2}
6	Плотность	ML^{-3}
7	Сила	MLT^{-2}
8	Импульс	MLT^{-1}
9	Энергия	ML^2T^{-2}
10	Мощность	ML^2T^{-3}
11	Частота	T^{-1}
12	Момент импульса	ML^2T^{-1}
13	Давление	$ML^{-1}T^{-2}$

Рассмотрим использование метода размерностей физических величин для определения функциональной зависимости между требованием и условием задачи.

Задача 53. Тело начинает движение прямолинейно с ускорением a и проходит расстояние s . Определите приобретенную телом скорость.

Известно, что формула, по которой можно вычислить скорость, имеет вид: $v = \sqrt{2as}$. Но предположим, что ученик забыл формулу и вывести ее не может. В этом случае с помощью теории размерностей можно вывести зависимость скорости от ускорения и пройденного пути.

1. Используя теорию размерностей, выразим зависимость переменной величины v от заданных величин в виде соотношения

$$v \sim a^p s^q, \quad (1)$$

где p и q — неизвестные показатели степени.

2. Записываем размерности обеих частей выражения (1):

$$v = LT^{-1}; \quad (2)$$

$$a^p s^q = (LT^{-2})^p L^q = L^{p+q} T^{-2p}. \quad (3)$$

3. Приравниваем размерности левой и правой частей соотношения (1):

$$LT^{-1} = L^{p+q} T^{-2p}. \quad (4)$$

4. Определяем показатели степеней в результате решения системы уравнений:

$$\text{при } L: \begin{cases} 1 = p + q; \end{cases} \quad (5)$$

$$\text{при } T: \begin{cases} -1 = -2p, \end{cases} \quad (6)$$

откуда $p = \frac{1}{2}$ и $q = \frac{1}{2}$.

5. Найденные значения для p и q подставляем в соотношение (1). Получаем функциональную зависимость скорости от ускорения и пройденного пути:

$$v \sim a^{1/2} s^{1/2},$$

откуда $v \sim \sqrt{as}$.

П р и м е ч а н и е. Для получения формулы необходимо учесть коэффициент пропорциональности:

$$v = k\sqrt{as} = \sqrt{2as}.$$

Метод размерностей применяется всякий раз для получения функциональной зависимости между величинами конкретной задачи, если наперед известно, что данная зависимость представляет одночлен. Применение этого метода стимулирует познавательную деятельность учащихся, создает у них уверенность в способности решить задачу.

Задача 54. Определите скорость, с которой должен двигаться спортсмен-подводник, у которого скомпенсированный вес равен 600 Н, чтобы сила сопротивления его движению оказалась сравнимой с его весом.

В процессе анализа данной задачи делаются некоторые предположения: сила сопротивления движению зависит от площади поперечного сечения движущегося тела, плотности среды и скорости движения. Следовательно, для определения скорости необходимо найти ее функциональную зависимость от силы сопротивления, площади поперечного сечения движущегося тела, плотности среды. Поэтому дополнительно вводится значение плотности среды, в данном случае — плотность воды ρ , равна 10^3 кг/м^3 ; значение площади поперечного сечения $S = 0,5 \text{ м}^2$.

Записывается функциональная зависимость величин с неизвестными показателями степеней:

$$v \sim F^p S^q \rho^n. \quad (1)$$

На основе теории размерностей устанавливается:

$$LT^{-1} = (MLT^{-2})^p S^{2q} (ML^{-3})^n.$$

Отсюда записывается система уравнений и решается относительно неизвестных:

$$\begin{aligned} \text{при } L: & \quad 1 = p + 2q - 3n; \\ \text{при } M: & \quad 0 = p + n; \\ \text{при } T: & \quad -1 = -2p. \end{aligned}$$

Решив систему, получим $p = 1/2$, $q = -1/2$, $n = -1/2$.

Подставив значения степеней в выражение (1), определим функциональную зависимость между v , F , S и ρ :

$$v = k F^{1/2} S^{-1/2} \rho^{-1/2} = k \sqrt{\frac{F}{S\rho}}.$$

Структура метода размерностей:

1. Анализ условия задачи с целью выделения искомой величины, заданных величин и выделения определенных условий и ограничений.

2. На основе теории размерностей составление исходного выражения, определяющего функциональную зависимость искомой величины от заданных, в виде степенного одночлена:

$$a = kS^p v^q m^n, \quad (1)$$

где a — определяемая величина; S, v, m — заданные условием задачи величины; p, q, n — неизвестные степени заданных величин.

3. Составление равенства размерностей физических величин на основе записанной зависимости (1). В левой части данного равенства стоит размерность искомой физической величины, в правой — вся совокупность размерностей данных в задаче величин с неизвестными показателями степеней:

$$LT^{-2} = L^p (LT^{-1})^q M^n. \quad (2)$$

4. Определение показателей степеней путем составления системы уравнений и ее решения:

$$\begin{aligned} \text{при } L: & \begin{cases} 1 = p + q; \\ \text{при } M: & 0 = n; \\ \text{при } T: & -2 = -q, \end{cases} \end{aligned}$$

откуда $p = -1, q = 2, n = 0$.

5. Запись искомого выражения:

$$|a| = kS^{-1}v^{+2} = \frac{kv^2}{S}.$$

6. Определение численного значения искомой физической величины.

Глава VI

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО МЕХАНИКЕ

6.1. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО КИНЕМАТИКЕ

Раздел кинематики представляет первый уровень решения основной задачи механики — определение положения тела в пространстве в любой момент времени. При этом основная задача механики решается для конкретных видов механического движения: прямолинейного равномерного, прямолинейного равноускоренного и равномерного движения по окружности.

Учебные задачи направлены на усвоение основных понятий и законов. Основой данного раздела являются понятия «материальная точка», «тело отсчета», «система отсчета», «перемещение», «скорость», «ускорение», «координата точки». При этом формулы вводят

ся как определяющие то или иное понятие, уравнения записываются из определительных формул. Формируемые в данном разделе понятия можно разделить на три группы: понятия-модели для описания механического движения (материальная точка, система отсчета), математические понятия (вектор, проекции вектора, сложение векторов, умножение вектора на безразмерное число), физические понятия (тело отсчета, перемещение, скорость, ускорение).

Зависимость одной физической величины от другой выражается различными средствами. Так в разделе «Кинематика» механическое движение может быть описано словесно, аналитически, таблично и графически.

Классификация задач осуществляется по различным основаниям: характеру ускорения, роли в формировании физических понятий, основному способу решения и др. Вопросам методики обучения решению задач по кинематике посвящается ряд практических занятий со студентами, перед которыми ставятся следующие задачи:

Задачи занятий

1. Изучить содержание программы и соответствующих разделов учебников физики VII—IX классов средней школы. При этом выделить основные понятия и законы кинематики.

2. Определить содержание этапов формирования выделенных элементов знаний данного раздела.

3. Определить назначение физической задачи в формировании основных понятий и законов кинематики.

4. Провести анализ содержания задач учебника и сборника задач по кинематике, установив при этом назначение и место каждой задачи в процессе усвоения знаний по разделу.

5. Изучить методическую литературу по решению задач данного раздела. Выделить подход, который будет использован при обучении учащихся умению решать задачи.

6. Выделить уровень сформированности умения решать задачи на начало изучения раздела.

7. Определить, какие новые операции процесса решения задач должны быть усвоены в разделе «Кинематика».

8. Определить систему работы учителя по руководству процессом усвоения учащимися выделенных операций.

При обучении методам решения задач по кинематике необходимо, как и при решении задач других видов (по другим темам и разделам), познакомить учащихся с общим подходом к решению задач этого класса и выработать общий алгоритм решения.

Структура процесса решения задач по разделу «Кинематика»

1. Прочитать задачу, выделить описанный в ней вид движения тел.

2. Кратко записать условие и требование задачи, изобразить графически параметры заданных движений.

3. Записать уравнение движения в векторной форме для каждого тела.

4. Выбрать тело отсчета и направление осей (систему отсчета):

а) в прямолинейном движении — положительное направление оси в направлении $\vec{v}$;

б) во вращательном движении — по направлению $\vec{\alpha}$.

5. Дополнить чертеж указанием заданных координат.

6. Записать уравнения в проекциях на выбранные оси, объединив их в систему.

7. Решить полученную систему уравнений в общем виде.

8. Проверить правильность найденного решения путем операций с единицами величин.

9. Подставить в решение общего вида значения величин и произвести вычисления.

10. Определить способ проверки или анализа полученного результата.

11. Осуществить проверку, сформулировать ответ.

Алгоритм вырабатывается в ходе коллективного решения первых задач. Прежде чем приступить к решению задач, требующих применения уравнений, необходимо выполнение небольшого количества упражнений на уточнение понятий «материальная точка», «тело отсчета», «координата» и на выработку умения находить проекцию вектора на координатную ось.

Для уточнения понятия «материальная точка» можно рекомендовать следующие задачи:

Задача 55. В каких случаях движущееся тело можно рассматривать как материальную точку?

а) Поезд движется от станции Челябинск до станции Самара.

б) Космический корабль, движущийся вокруг Земли по отношению к наблюдателю на Земле.

в) Космический корабль в павильоне ВДНХ.

г) Движение Солнца на небосводе.

д) Автомобиль по отношению к водителю.

е) Мяч в руках спортсмена.

ж) Мяч в полете.

з) Самолет на летном поле.

и) Самолет, летящий на высоте 10 000 м над поверхностью Земли по отношению к наземному наблюдателю.

В процессе выполнения упражнения запоминается определение материальной точки как тела, размерами которого можно пренебречь в данных условиях.

Для выработки умения определять координату материальной точки и проекции вектора на координатную ось можно предложить следующие задачи:

Задача 56. В начальный момент времени тело находилось в точке с координатами $x_0 = -2$ м и $y_0 = 4$ м. Затем тело переместилось в точку с координатами $x = 2$ м и $y = 1$ м. Найдите проекции вектора перемещения на оси x и y . Начертите вектор перемещения тела.

Тело:

$$x = -2 \text{ м}$$

$$y_0 = 4 \text{ м}$$

$$x = 2 \text{ м}$$

$$y = 1 \text{ м}$$

$$s_x = ?$$

$$s_y = ?$$

Решение:

В заданной системе отсчета определяются точки A и B соответственно с координатами x_0, y_0 и x, y (рис. 46).

Запишем уравнения для определения проекций вектора перемещения на оси x и y как изменения соответствующей координаты:

$$s_x = x - x_0;$$

$$s_y = y - y_0.$$

Определим значения проекций вектора перемещения:

$$s_x = 2 \text{ м} - (-2 \text{ м}) = 4 \text{ м};$$

$$s_y = 1 \text{ м} - 4 \text{ м} = -3 \text{ м}.$$

Ответ: $s_x = 4 \text{ м}$, $s_y = -3 \text{ м}$.

Точка A соответствует началу вектора перемещения s , а точка B — его концу. Поэтому, соединив их, получим вектор перемещения $\vec{s}$.

Задача 57. Задан график скорости (рис. 47). Определите ускорение движения.

Равноускоренное движение:

$$v_0 = 2 \text{ м/с}$$

$$v = 8 \text{ м/с}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

$$a = ?$$

Решение:

Задан график скорости прямолинейного равноускоренного движения с начальной скоростью, не равной нулю. Начальная скорость соответствует началу движения ($t=0$), конечную скорость примем в конце 6-й с. Запишем в векторной форме формулу для определения ускорения:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}.$$

Затем уравнение записывается в скалярной форме через проекции векторов на ось x :

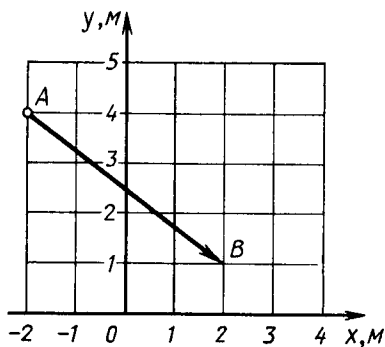


Рис. 46.

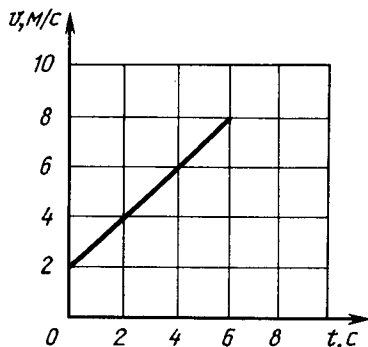


Рис. 47.

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}.$$

Так как направление оси совпадает с направлением векторов $\vec{v}_0$, $\vec{v}$ и $\vec{a}$, то можно записать $a_x = a$, $v_x = v$, $v_{0x} = v_0$:

$$a = \frac{v - v_0}{t}.$$

Вычисляется модуль ускорения:

$$a = \frac{8 \text{ м/с} - 2 \text{ м/с}}{6 \text{ с}} = 1 \text{ м/с}^2.$$

О т в е т: $a = 1 \text{ м/с}^2$.

Задача 58. Троллейбус, трогаясь с места, движется с постоянным ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$. Через сколько времени он приобретет скорость 54 км/ч ?

Р е ш е н и е:

Троллейбус:

$$v_0 = 0$$

$$v = 54 \text{ км/ч}$$

$$a = 1,5 \text{ м/с}^2$$

$$t = ?$$

$$v = 15 \text{ м/с}$$

Троллейбус движется равноускоренно, начальная скорость равнялась нулю.

Данное движение аналитически можно описать одним из уравнений равноускоренного движения:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t.$$

Координатную ось совместим с направлением вектора $\vec{v}$; то же направление имеет вектор ускорения $\vec{a}$. Поэтому записанное уравнение в скалярной форме будет иметь вид:

$$v = v_0 + at.$$

Последнее уравнение решается относительно времени t :

$$t = \frac{v - v_0}{a},$$

$$t = \frac{15 \text{ м/с}}{1,5 \text{ м/с}^2} = 10 \text{ с}.$$

О т в е т: $t = 10 \text{ с}$.

Задача 59. Угловая скорость вращения лопастей колеса ветродвигателя равна 6 рад/с . Найдите центростремительное ускорение концов лопастей, если линейная скорость концов лопастей равна 20 м/с .

Р е ш е н и е:

Вращательное движение колеса:

$$\omega = 6 \text{ рад/с}$$

$$v = 20 \text{ м/с}$$

$$r = ?$$

Центростремительное ускорение концов лопастей определяется по формуле

$$a = \frac{v^2}{r}.$$

Необходимо использовать формулу связи линейной и угловой скоростей:

$$v = \omega r,$$

из которой определяется: $r = \frac{v}{\omega}.$

Тогда $a = \frac{v^2}{v} \omega = v\omega$,

$$a = 20 \text{ м/с} \cdot 6 \text{ с}^{-1} = 120 \text{ м/с}^2.$$

О т в е т: $a = 120 \text{ м/с}^2$.

Для выработки общего алгоритма решения задач по кинематике могут быть рекомендованы следующие задачи:

Задача 60. Скорость поезда за 20 с уменьшилась с 72 до 54 км/ч. Напишите уравнение скорости.

Равнозамедленное движение поезда:

$$v_0 = 72 \text{ км/ч}$$

$$v = 54 \text{ км/ч}$$

$$t = 20 \text{ с}$$

$$(v_x = f(t)) - ?$$

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$v = 15 \text{ м/с}$$

Решение:

Под формулой зависимости скорости от времени понимается алгебраическая запись уравнения скорости с включением значений v_{0x} и a_x . Запишем уравнение скорости в векторной форме:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t. \quad (1)$$

Уравнение (1) запишем в проекциях на ось x :

$$v_x = v_{0x} - a_x t; \quad (2)$$

$$v_x = v; v_{0x} = v_0; a_x = -a.$$

Отсюда

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}, \quad a_x = \frac{-20 + 15}{20} = -0,25 \text{ (м/с)}.$$

В формулу (2) подставим значения v_0 и a , получим

$$v_x = 20 - 0,25t.$$

О т в е т: $v_x = 20 - 0,25t$.

Задача 61. Поезд, двигаясь под уклон, прошел за 20 с путь 340 м и развил скорость 19 м/с. С каким ускорением двигался поезд и какой была скорость в начале уклона?

Равноускоренное движение поезда:

$$t = 20 \text{ с}$$

$$s = 340 \text{ м}$$

$$v = 19 \text{ м/с}$$

$$a - ?$$

$$v_0 - ?$$

Решение:

$$\begin{cases} \vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t; \\ \vec{s} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a}t^2}{2}; \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} v_x = v_{0x} + at; \\ s_x = v_{0x} t + \frac{at^2}{2}; \end{cases}$$

$$s_x = s; v_x = v;$$

$$v_{0x} = v_0; a_x = a;$$

$$v_0 = v - at;$$

$$s = (v - at) t + \frac{at^2}{2};$$

$$s = vt - \frac{at^2}{2}; \quad a = \frac{2(vt - s)}{t^2};$$

$$v_0 = v - \frac{2(vt - s)t}{t^2} = v - 2v + \frac{2s}{t};$$

$$v_0 = \frac{2s}{t} - v.$$

Полученное решение в общем виде проверим действиями с единицами:

$$[a] = (\text{м/с} \cdot \text{с} - \text{м}) / \text{с}^2 = \text{м/с}^2;$$

$$[v_0] = \text{м/с} - \text{м/с} = \text{м/с}.$$

Подставим численные значения в решение общего вида и произведем вычисления:

$$a = \frac{2(19 \cdot 20 - 340)}{400} = \frac{2(380 - 340)}{400} = \frac{80}{400} = 0,2 \text{ (м/с}^2\text{)};$$

$$v_0 = \frac{2 \cdot 340}{20} - 19 = 34 - 19 = 15 \text{ (м/с)}.$$

$$\text{О т в е т: } a = 0,2 \text{ м/с}^2; v_0 = 15 \text{ м/с}.$$

6.2. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ДИНАМИКЕ

Решение задач в разделе «Динамика» выступает средством формирования понятий, законов движения и выработки умения применять усвоенные знания к конкретным ситуациям. Конкретные ситуации при этом определяются типом взаимодействия и видом сил. В процессе решения всех задач по динамике реализуется единый подход: выделяются взаимодействующие тела и записываются для каждого из движущихся тел уравнения движения. При этом можно выделить такие ситуации: движение тела или системы тел по горизонтальной поверхности при отсутствии сил трения и при их учете, движение тела или системы связанных тел в вертикальной плоскости, движение тела или системы тел под углом к горизонту под действием силы тяжести и других сил.

Задачи занятий

1. На основе анализа раздела программы учебника физики средней школы определить понятийный аппарат раздела «Динамика». Для выделенных понятий определить содержание этапов их формирования.

2. Выделить формируемые в разделе знания законов и теорий.

3. Уточнить содержание задач, которые обязательно должны быть решены при формировании понятий и законов динамики и при формировании умения применять усвоенные знания.

4. Провести анализ задач из упражнений учебника и сборника задач по физике.

5. Определить уровень сформированности умения решать физические задачи к начальному моменту изучения динамики. При этом определить пути дальнейшего совершенствования умения решать задачи в данном разделе.

Структура процесса решения задач по разделу «Динамика»

1. Прочитать задачу, выделить ее предмет.
2. Кратко записать условие и требование задачи.
3. Выделить взаимодействующие тела, выбрать систему отсчета.
4. На рисунке показать все действующие силы на каждое тело.
5. Записать уравнение движения для каждого тела в векторной форме.
6. Выбрать направления координатных осей.
7. Записать уравнения движения в проекциях на выбранные оси, проверить их достаточность для установления соотношения между требованием и условием задачи и объединить их в систему.
8. Решить систему уравнений в общем виде.
9. Проверить правильность решения задачи действиями с единицами физических величин.
10. Произвести вычисления.
11. Определить способ проверки или анализа полученного результата.
12. Осуществить проверку, сформулировать ответ.

Система решаемых в разделе задач должна предполагать, с одной стороны, усвоение общего подхода к решению, конкретные его способы, с другой — формирование понятий и законов динамики. Поэтому для решения могут быть предложены следующие задачи:

Задача 62. Парашютист спускается, двигаясь равномерно и прямолинейно. Объясните, при каком условии такое движение возможно.

Решение:

Задано прямолинейное равномерное движение. Условием такого движения является компенсированное действие тел на парашютиста. Парашютист взаимодействует с Землей и воздухом. Действия этих тел на парашютиста компенсируются. Действие Земли на парашютиста проявляется в притяжении его к Земле. Взаимодействие парашютиста с воздухом проявляется в действии на парашютиста выталкивающей силы воздуха и силы сопротивления воздуха:

$$\vec{F}_\tau = \vec{F}_A + \vec{F}_c.$$

Задача 63. В таблице показано изменение скорости тела массой 2 кг. Под действием каких сил тело совершало данное движение?

$t, \text{с}$	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
$v, \text{м/с}$	0	4	8	12	12	12	10	8	6	4	2	0

Р е ш е н и е:

В таблице представлена зависимость изменения скорости тела от времени. Вначале происходило движение тела с возрастающей скоростью (до 12 м/с), затем тело двигалось с постоянной скоростью (12 м/с), и на третьем участке скорость тела равномерно уменьшалась до нуля. Выделенные участки движения характеризуются различными ускорениями:

$$a_1 = \frac{v_6 - v_0}{t_1};$$

$$a_2 = \frac{v_{10} - v_0}{t_2};$$

$$a_3 = \frac{v_{22} - v_{10}}{t_3}.$$

Следовательно, на этих участках на тело действуют различные силы:

$$F_1 = ma_1; F_2 = ma_2; F_3 = ma_3;$$

$$F_1 = 4 \text{ Н}; F_2 = 0; F_3 = 2 \text{ Н}.$$

З а д а ч а 64. Троллейбус массой 10 т, трогаясь с места, приобрел на пути 50 м скорость 10 м/с. Найдите коэффициент сопротивления, если сила тяги равна 14 кН.

Р е ш е н и е:

Троллейбус
(движение
равноускорен-
ное):

$$m = 10 \text{ т}$$

$$v_0 = 0$$

$$s = 50 \text{ м}$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

$$F_1 = 14 \text{ кН}$$

μ — ?

$$m = 10^4 \text{ кг}$$

$$F = 14 \cdot 10^3 \text{ Н}$$

Троллейбус движется равно-
ускоренно под действием сил
тяги и сопротивления. Изобра-
жим действующие силы (рис. 48).
Уравнение движения троллей-
буса запишется так:

$$m\vec{a} + \vec{N} + \vec{F}_\tau + \vec{F}_c = m\vec{a}.$$

В проекциях на ось x уравнение имеет вид:

$$F_\tau - F_c = ma,$$

но $F_c = \mu mg$,
поэтому

$$F_\tau - \mu mg = ma.$$

В последнем уравнении имеем два неизвестных, следовательно, необходимо записать дополнительное уравнение на основе анализа данных задачи. Таким уравнением будет

$$2as = v^2.$$

Получена система уравнений с двумя неизвестными:

$$\begin{cases} F_\tau - \mu mg = ma; \\ 2as = v^2, \end{cases}$$

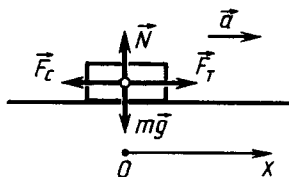


Рис. 48.

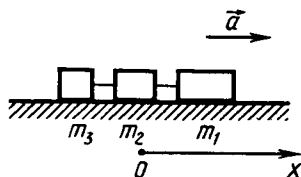


Рис. 49.

которая решается относительно μ :

$$\mu = \frac{F_T}{mg} - \frac{v^2}{2gs}.$$

Получено решение в общем виде, правильность которого проверяется по действиям с единицами:

$$[\mu] = \frac{\text{Н}}{\text{кг} \cdot \text{м/с}^2} - \frac{\text{м}^2/\text{с}^2}{(\text{м/с}^2) \cdot \text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{Н}} - \frac{\text{Н}}{\text{Н}},$$

$$\mu = \frac{14 \cdot 10^3}{10^4 \cdot 10} - \frac{10^2}{2 \cdot 10 \cdot 50} = 0,14 - 0,1 = 0,04.$$

О т в е т: $\mu = 0,04$.

Задача 65. Маневровый тепловоз массой 100 т тянет два вагона массой по 50 т каждый с ускорением $0,1 \text{ м/с}^2$. Найдите силу тяги тепловоза и силу натяжения сцепок, если коэффициент сопротивления движению равен 0,006.

Решение:

Тепловоз (движение равноускоренное):

$$m_1 = 100 \text{ т}$$

$$m_2 = m_3 = m_{\text{в}} = 50 \text{ т}$$

$$a = 0,1 \text{ м/с}^2$$

$$\mu = 0,006$$

$$F_T = ?$$

$$F_{\text{н1}} = ?$$

$$F_{\text{н2}} = ?$$

$$m_1 = 10^5 \text{ кг}$$

$$m_{\text{в}} = 5 \times 10^4 \text{ кг}$$

В движение приведены тепловоз и соединенные с ним два вагона (рис. 49). Выделим силы, действующие на тепловоз и вагоны. На тепловоз действуют сила тяги, сила сопротивления (трения), сила натяжения, а сила тяжести уравновешивается силой реакции опоры.

Изобразим действующие силы (рис. 50, а).

Уравнение движения тепловоза в векторной форме запишется таким образом:

$$m_1 \vec{g} + \vec{N} + \vec{F}_T + \vec{F}'_{\text{н1}} + \vec{F}_c = m_1 \vec{a}.$$

В проекции на ось x уравнение запишется так:

$$F_T - F_c - F_{\text{н1}} = m_1 a. \quad (1)$$

Далее выделяем все силы, действующие на вагон, прицепленный к тепловозу (рис. 50, б), и записываем уравнение движения первого вагона:

$$\vec{F}_{c1} + \vec{F}_{\text{н2}} + \vec{F}''_{\text{н1}} + m_{\text{в}} \vec{g} + \vec{N}_{\text{в}} = m_{\text{в}} \vec{a}.$$

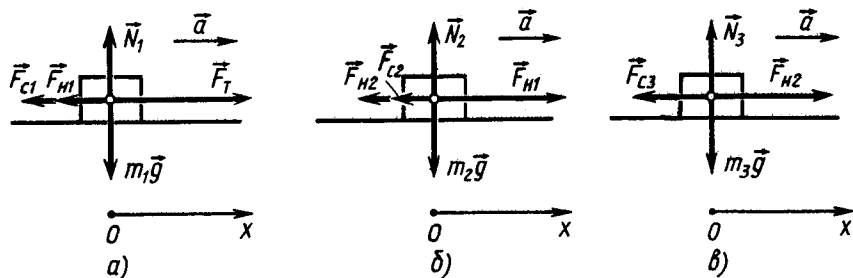


Рис. 50.

В проекции на ось x уравнение запишется так:

$$-F_{c1} - F_{n2} + F_{n1} = m_1 a. \quad (2)$$

На второй вагон действуют сила натяжения $\vec{F}_{n2}$, сила сопротивления $\vec{F}_{c1}$, сила тяжести $m_2 \vec{g}$ и реакция опоры $\vec{N}_2$ (рис. 50, б). Уравнение движения второго вагона имеет вид:

$$\vec{F}_{c1} + \vec{F}_{n2} + m_2 \vec{g} + \vec{N}_2 = m_2 \vec{a}.$$

В проекции на ось X последнее уравнение запишется так:

$$F_{n2} - F_{c1} = m_2 a. \quad (3)$$

Составим систему уравнений из уравнений (1), (2) и (3):

$$\begin{cases} F_T - F_c - F_{n1} = m_1 a; \\ F_{n1} - F_{c1} - F_{n2} = m_2 a; \\ F_{n2} - F_{c1} = m_2 a, \end{cases} \quad (4)$$

откуда

$$\begin{aligned} F_T &= (m_1 + 2m_2)(a + \mu g); \\ F_{n1} &= F_T - m_1(a + \mu g); \\ F_{n2} &= F_{n1} - m_2(a + \mu g). \end{aligned}$$

Полученное решение может быть проверено по действиям с единицами физических величин.

Подставив заданные параметры, получим

$$F_T = 32 \text{ кН}; F_{n1} = 16 \text{ кН}; F_{n2} = 8 \text{ кН}.$$

О т в е т: $F_T = 32 \text{ кН}$, $F_{n1} = 16 \text{ кН}$, $F_{n2} = 8 \text{ кН}$.

Задача 66. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, помещены грузы массами 0,3 кг и 0,2 кг (рис. 51). С каким ускорением движется система? Какова сила натяжения шнура во время движения?

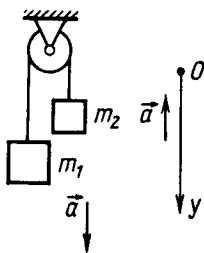


Рис. 51.

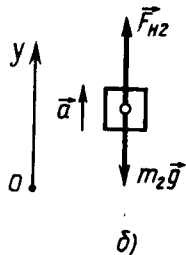
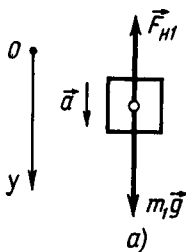


Рис. 52.

Равноускоренное движение в вертикальной плоскости:

$$m_1 = 0,3 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,2 \text{ кг}$$

$$a = ?$$

$$F_H = ?$$

Решение:

Выделяем тела системы и записываем для каждого из них уравнения движения (рис. 52, а, б):

$$m_1 \vec{g} + \vec{F}_{H1} = m_1 \vec{a}_1;$$

$$m_2 \vec{g} + \vec{F}_{H2} = m_2 \vec{a}_2.$$

При этом принимаем, что нить невесома и не растяжима, сила трения нити о блок равна нулю.

Запишем уравнения в проекциях на ось X :

$$m_1 g - F_H = m_1 a_1;$$

$$m_2 g - F_H = -m_2 a_2;$$

$$a_1 = a_2 = a.$$

Решая систему уравнений относительно a и F_H , получаем

$$a = \frac{(m_1 - m_2)g}{m_1 + m_2};$$

$$F_H = m_1(g - a).$$

Ответ: $a = 2 \text{ м/с}^2$; $F_H = 2,4 \text{ Н}$.

Задача 67. Какую силу надо приложить для подъема вагонетки массой 600 кг по эстакаде с углом наклона 20° , если коэффициент сопротивления движению равен 0,05?

Движение вагонетки по наклонной эстакаде:

$$m = 600 \text{ кг}$$

$$\angle \alpha = 20^\circ$$

$$\mu = 0,05$$

$$F = ?$$

Решение:

Движение вагонетки прямолинейное равномерное.

Уравнение движения (рис. 53):

$$m\vec{g} + \vec{F}_c + \vec{N} + \vec{F} = 0.$$

В проекции на ось X (вдоль наклонной плоскости) уравнение движения имеет вид:

$$-mg \sin \alpha - F_c + F = 0,$$

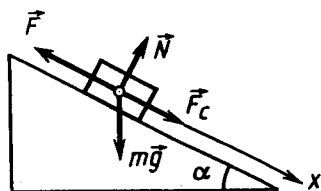


Рис. 53.

откуда

$$F = mg \sin \alpha + F_c;$$

$$F_c = \mu mg \cos \alpha;$$

$$F = mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha =$$

$$= mg (\sin \alpha + \mu \cos \alpha),$$

$$[F] = \text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2 = \text{Н},$$

$$F = 600 \cdot 10 (0,34 + 0,93 \cdot 0,05) = 2,3 \text{ (кН)}.$$

О т в е т: $F = 2,3 \text{ кН}$.

Задача 68. Снаряд зенитной пушки, выпущенный вертикально вверх со скоростью 800 м/с, достиг цели через 6 с. На какой высоте находился самолет противника и какова скорость снаряда при достижении цели? В какую сторону отличаются реальные значения искомых величин от вычисленных?

Решение:

Снаряд (движение вертикально вверх):

$$v_0 = 800 \text{ м/с}$$

$$t = 6 \text{ с}$$

$$h = ?$$

$$v = ?$$

Записываются уравнения для определения координаты тела и скорости в любой момент времени:

$$\begin{cases} h = y = h_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}; \\ v_y = v_{0y} + g_y t. \end{cases}$$

Начало отсчета координаты y совместим с поверхностью Земли, координатную ось y направим вверх.

Тогда

$$g_y = -g; h_0 = 0;$$

$$\begin{cases} h = v_0 t - \frac{g t^2}{2}; \\ v = v_0 - g t; \end{cases}$$

$$v = 800 - 10 \cdot 6 = 740 \text{ (м/с)};$$

$$h = 800 \cdot 6 - \frac{10 \cdot 36}{2} = 4620 \text{ (м)}.$$

О т в е т: $v = 740 \text{ м/с}$; $h = 4620 \text{ м}$.

Сопротивление воздуха значительно уменьшает значения скорости и высоты.

Задача 69. Самолет, летящий со скоростью 720 км/ч, описывает вертикальную петлю радиусом 400 м. Какую перегрузку испытывает летчик в высшей и низшей точках петли? Масса летчика 80 кг.

Решение:

Вертикальная петля:

$$v = 720 \text{ км/ч}$$

$$R = 400 \text{ м}$$

Перегрузка в т. А — ?

Перегрузка в т. В — ?

$$v = 200 \text{ м/с}$$

Величина перегрузки определяется отношением веса летчика к его силе тяжести. Рассмотрим действующие на летчика силы, когда самолет находится в высшей точке вертикальной петли (рис. 54, а):

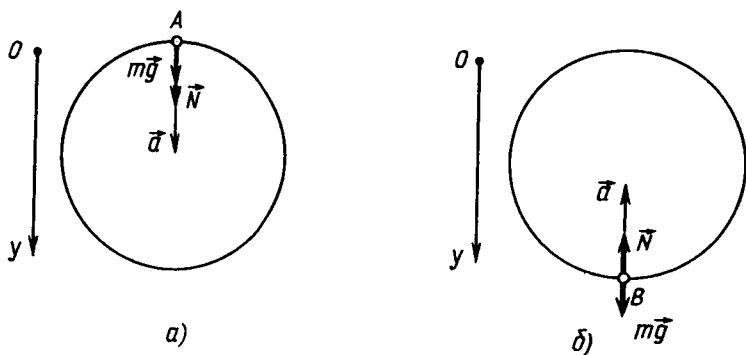


Рис. 54.

$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}_u;$$

$$mg + N = ma_u;$$

$$N = ma_u - mg;$$

$$P_A = ma_u - mg.$$

Перегрузка в точке A:

$$n_A = \frac{P_A}{mg} = \frac{ma_u - mg}{mg} = \frac{a_u - g}{g} = \frac{a_u}{g} - 1.$$

В нижней точке B вертикальной петли (рис. 54, б) уравнение движения летчика запишется так:

$$m\vec{g} + \vec{N} = m\vec{a}_u.$$

В проекциях на ось y :

$$mg - N = -ma_u;$$

$$-N = -ma_u - mg;$$

$$N = ma_u + mg;$$

$$P_B = ma_u + mg.$$

Перегрузка в точке B:

$$n_B = \frac{P_B}{mg} = \frac{ma_u + mg}{mg} = \frac{a_u + g}{g} = \frac{a_u}{g} + 1$$

$$\text{при } a_u = \frac{v^2}{R}$$

О т в е т: $n_A = 9$; $n_B = 11$.

З а д а ч а 70. Определите вес мальчика массой 40 кг в положениях A и B (рис. 55), если $R_1 = 20$ м, $v_1 = 10$ м/с, $R_2 = 10$ м, $v_2 = 5$ м/с.

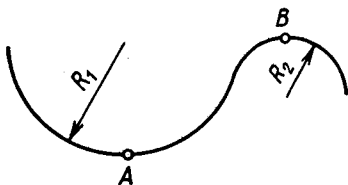


Рис. 55.

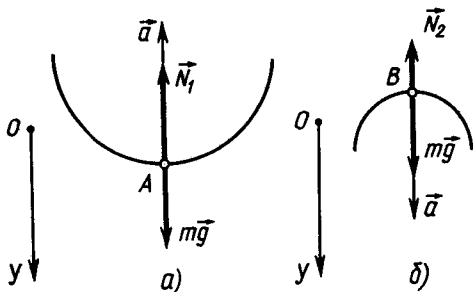


Рис. 56.

Движение по кривой:

$m = 40$ кг
 $R_1 = 20$ м
 $v_1 = 10$ м/с
 $R_2 = 10$ м
 $v_2 = 5$ м/с

P_1 — ?
 P_2 — ?

Решение:
 Запишем уравнение движения мальчика в названных точках:

а) для точки А (рис. 56, а):

$$m\vec{g} + \vec{N}_1 = m\vec{a}_1.$$

В проекциях на ось y :

$$mg - N_1 = -ma_1, \quad (1)$$

откуда

$$N_1 = m(g + a_1);$$

$$P_1 = N_1 = m(g + a_1); \quad a_1 = \frac{v_1^2}{R_1};$$

б) для точки В (рис. 56, б): $m\vec{g} + \vec{N}_2 = m\vec{a}_2.$

В проекциях на ось y : $mg - N_2 = ma_2, \quad (2)$

откуда

$$N_2 = m(g - a_2);$$

$$P_2 = N_2 = m(g - a_2);$$

$$a_2 = \frac{v_2^2}{R_2};$$

$$[P] = \text{кг} \cdot \text{м/с}^2 = \text{Н};$$

$$P_1 = 40 \left(10 + \frac{100}{20} \right) = 600 \text{ (Н)};$$

$$P_2 = 40 \left(10 - \frac{25}{10} \right) = 300 \text{ (Н)}.$$

О т в е т: $p_1 = 600 \text{ Н}; P_2 = 300 \text{ Н}.$

6.3. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ

Раздел курса физики IX класса «Законы сохранения в механике» предполагает использование задач для формирования понятий и законов сохранения.

К числу основных понятий, которые школьники должны усвоить, относятся «механическая работа», «мощность», «энергия», «импульс тела». Задачи способствуют усвоению учащимися существенных признаков понятий, а также уяснению связи между понятиями. При выборе задач, направленных на формирование понятий, необходимо исходить из требований, предъявляемых в данном разделе. В момент решения учащиеся усваивают понятие «механическая работа» как процесс преобразования одного вида движения (энергии) в другой и качественной характеристики этого процесса или передачи движения от одной системы тел к другой; усваивают сущность конкретных видов совершаемых работ (работа постоянной и переменной сил, работа силы тяжести и силы трения, работа силы упругости и т. д.), условий, при которых совершается каждая работа, формул для определения величины каждого.

При формировании понятия «механическая энергия» важно в процессе решения задач уточнить признаки ее различных видов. Для этих целей используются качественные задачи с вариантами ответов. Примеры таких задач представлены в таблице 19.

**Задачи для уточнения видов механической энергии
(кинетической и потенциальной)**

Таблица 19

№ задачи	Содержание задачи	Вариант ответа
I	Какие из указанных тел обладают потенциальной энергией?	1. Сжатая пружина
II	Какие из указанных тел обладают кинетической энергией?	2. Автомобиль, движущийся по шоссе
III	Какие из указанных тел обладают одновременно потенциальной и кинетической энергией?	3. Поднятый краном груз
		4. Лежащий на земле мяч
		5. Камень, лежащий на краю пропасти
		1. Летящий самолет
		2. Книга, лежащая на столе
		3. Катящийся по полю мяч
		4. Парашютист, опускающийся на землю
		5. Парашютист, опустившийся на землю
IV	Какие из указанных тел не обладают механической энергией относительно покоящихся на земле тел?	1. Относительно движущегося навстречу поезда
V	Относительно каких тел пассажир, сидящий в вагоне идущего поезда, обладает кинетической энергией?	2. Относительно предметов, расположенных у полотна дороги
		3. Относительно соседнего вагона его поезда
		4. Относительно стен и пола вагона
VI	Относительно каких из перечисленных предметов тот же пассажир не обладает кинетической энергией?	5. Относительно пассажира, двигающегося вдоль коридора вагона
		6. Относительно автомобиля, двигающегося в ту же сторону и с той же скоростью, что и поезд

Задачи занятий

1. На основе анализа программы и учебника физики для IX класса выделить понятия, формируемые в разделе «Законы сохранения в механике», формулировки законов, условия их выполнения и аналитическую форму их выражения.

2. Выделить соответствующие этапы формирования понятий в разделе и смоделировать цели решения задач в нем.

3. Провести анализ задач из упражнений учебника и сборника задач.

4. Выделить содержание деятельности учителя по развитию у учащихся умения решать физические задачи в названном разделе.

5. Определить структуру деятельности учащихся по решению задач к моменту окончания изучения курса физики IX класса.

Структура процесса решения задач на законы сохранения

1. Прочитать задачу, выделить взаимодействующие тела.

2. Кратко записать условие и требование задачи.

3. Выявить группу тел, составляющих замкнутую систему.

4. Записать закон сохранения импульса для заданной ситуации.

5. Сделать чертеж, выбрать систему отсчета.

6. Записать закон сохранения импульса в проекциях на выбранную ось.

7. Решить полученное уравнение в общем виде.

8. Проверить решение действиями с наименованиями.

9. Произвести вычисления.

10. Выяснить смысл полученного решения, оценить значение.

Задача 71. Какую работу совершает человек при подъеме тела массой 2 кг на высоту 1 м с ускорением 3 м/с²?

Р е ш е н и е:

Вертикальное движение тела вверх с ускорением:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$s = 1 \text{ м}$$

$$a = 3 \text{ м/с}^2$$

$$A = ?$$

Работа совершается силой $\vec{F}$ на расстоянии s : $A = Fs$.

Уравнение движения:

$$m\vec{g} + \vec{F} = m\vec{a}.$$

Ось x направим вертикально вниз и получим

$$F = ma + mg;$$

$$A = m(g + a) \cdot s,$$

$$A = 2(10 + 3)1 = 26 \text{ (Дж)}.$$

О т в е т: $A = 26 \text{ Дж}$.

Задача 72. Какую работу совершает двигатель автомобиля «Жигули» массой 1,3 т после трогания с места на первых 75 м пути, если это расстояние автомобиль проходит за 10 с, а коэффициент сопротивления движению равен 0,05?

Автомобиль
(сила тяги):

$$m = 1,3 \text{ т}$$

$$s = 75 \text{ м}$$

$$t = 10 \text{ с}$$

$$\mu = 0,05$$

$$v = 0$$

$A = ?$

$$m = 1,3 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Решение:

$$A = F_{\tau} s;$$

$$\vec{F}_{\tau} + \vec{F}_c = m \vec{a};$$

$$F_{\tau} = ma + F_c = ma + \mu mg;$$

$$A = m(a + \mu g)s;$$

$$a = \frac{2s}{t^2};$$

$$A = m \left(\frac{2s}{t^2} + \mu g \right) s,$$

$$[A] = \text{кг} \cdot (\text{м}/\text{с}^2 + \text{м}/\text{с}^2) \cdot \text{м} = \text{Дж},$$

$$A = 1,3 \cdot 10^3 \left(\frac{150}{100} + 10 \cdot 0,05 \right) \cdot 75 = 195 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: $A = 195 \text{ кДж}$.

Задача 73. Трактор типа Т-150 имеет тяговую мощность на крюке, равную 72 кВт. С какой скоростью может тянуть этот трактор прицеп массой 5 т на подъем, равный 0,2 при коэффициенте трения 0,4?

Трактор
(движение
равномер-
ное):

$$P = 72 \text{ кВт},$$

$$m = 5 \text{ т}$$

$$\sin \alpha = 0,2$$

$$\mu = 0,4$$

$v = ?$

$$P = 72 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$m = 5 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

Решение:

Уравнение движения (рис. 57):

$$\vec{F}_{\tau} + \vec{F}_{\text{тр}} + m\vec{g} + \vec{N} = 0,$$

откуда

$$\vec{F}_{\tau} = -\vec{F}_{\text{тр}} - m\vec{g} - \vec{N}.$$

Спроецируем уравнение на ось x , направленную вверх по наклонной плоскости:

$$F_{\tau} = F_{\text{тр}} + mg \sin \alpha,$$

где

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha.$$

Развиваемая тяговая мощность определяется формулой

$$P = F_{\tau} v,$$

откуда

$$v = \frac{P}{F_{\tau}} = \frac{P}{mg(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}.$$

Правильность полученного решения в общем виде может быть проверена действиями с единицами:

$$\begin{aligned} [v] &= \frac{\text{Вт}}{\text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}/\text{с}^2 \cdot \text{м}}{\text{с} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2} = \\ &= \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{с}^3 \cdot \text{кг} \cdot \text{м}} = \text{м}/\text{с}, \end{aligned}$$

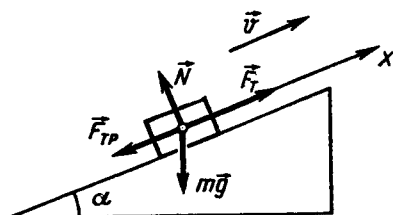


Рис. 57.

Задача 74. Снаряд массой m_1 , летящий со скоростью v_1 параллельно рельсам, ударяет о неподвижную платформу с песком массой m_2 и застревает в песке. С какой скоростью станет двигаться платформа?

Решение:

Снаряд и платформа (неупругий удар):

$$m_1 = m_1$$

$$v_1 = v_1$$

$$m_2 = m_2$$

$$v_2 = 0$$

$$v'_1 = ?$$

Систему снаряд — платформа можно считать замкнутой. Следовательно, для нее применим закон сохранения импульса:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots = \text{const.}$$

Запишем закон сохранения импульса для заданной ситуации (рис. 58, а, б):

$$m_1 \vec{v}_1 = (m_1 + m_2) \vec{v}'_1.$$

Направление скоростей $\vec{v}_1$ и $\vec{v}'_1$ совпадает. Ось x примем вдоль направления скорости $\vec{v}_1$:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v'_1;$$

$$v'_1 = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}.$$

Задача 75. Охотник стреляет из ружья с движущейся лодки по направлению ее движения. Какую скорость имела лодка, если она остановилась после двух быстро следующих друг за другом выстрелов? Масса охотника с лодкой 200 кг, масса заряда 20 г, скорость вылета дроби и пороховых газов 500 м/с.

Решение:

Лодка с охотником:

$$m = 200 \text{ кг}$$

$$m_1 = 2 \cdot 20 \text{ г}$$

$$v'_1 = 500 \text{ м/с}$$

$$v = ?$$

$$m = 0,04 \text{ кг}$$

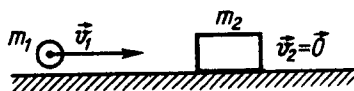
Систему снаряд — охотник — лодка примем замкнутой. Направления векторов $\vec{v}'_1$ и $\vec{v}$ совпадают (рис. 59, а, б). Для данной ситуации закон сохранения импульса запишется так:

$$m \vec{v} = m_1 \vec{v}'_1,$$

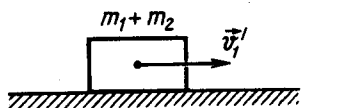
или

$$m v = m_1 v'_1;$$

$$v = \frac{m_1 v'_1}{m},$$



а)



б)

Рис. 58.



Рис. 59.

$$[v] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м/с}}{\text{кг}} = \text{м/с},$$

$$v = \frac{0,04 \cdot 500}{200} = 0,1 \text{ (м/с)}.$$

О т в е т: $v = 0,1 \text{ м/с}$.

Задача 76. В школьном опыте с мертвой петлей шарик массой m отпущен с высоты $h = 3r$ (где r — радиус петли). С какой силой давит шарик в нижней и верхней точках петли (рис. 60, а, б, в)?

Мертвая петля:

$$h = 3r$$

$$m = m$$

$$F_A = ?$$

$$F_B = ?$$

Решение:

На высоте h шарик обладает потенциальной энергией. В точке А часть потенциальной энергии перешла в энергию кинетическую (рис. 60, б). Применяя закон сохранения энергии, запишем равенство энергии тела на высоте h и в точке А:

$$mg3r = mg2r + \frac{mv_A^2}{2}.$$

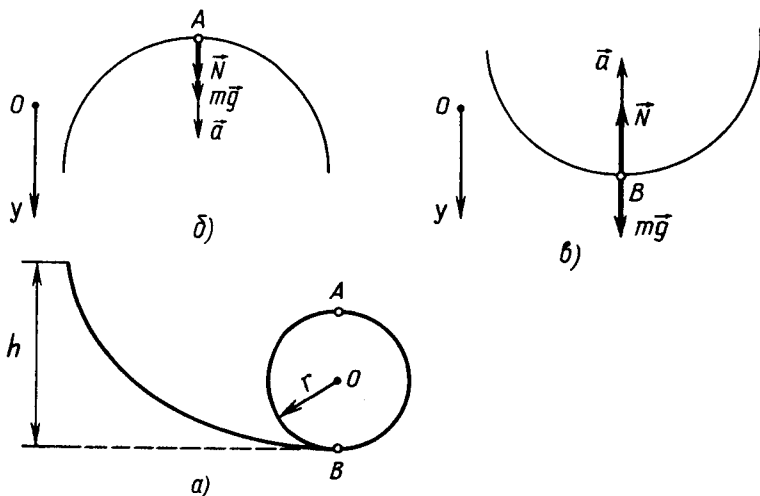


Рис. 60.

Отсюда определяется скорость шарика в точке А:

$$3gr = 2gr + \frac{v_A^2}{2};$$

$$gr = \frac{v_A^2}{2}; \quad v_A = \sqrt{2gr}.$$

Запишем уравнение движения шарика для точки А:

$$\begin{aligned} m\vec{g} + \vec{N} &= m\vec{a}; \\ mg + N &= ma; \\ N &= ma - mg; \\ F_A = N &= m(a - g); \\ F_A = m\left(\frac{v_A^2}{r} - g\right) &= mg. \end{aligned}$$

На основе закона сохранения энергии запишем равенство энергии тела на высоте h и в точке В (см. рис. 60, в):

$$mg3r = \frac{mv_B^2}{2};$$

$$v_B^2 = 6gr.$$

Уравнение движения шарика для точки В:

$$\begin{aligned} m\vec{g} + \vec{N} &= m\vec{a}; \\ mg - N &= -ma; \\ N = mg + ma &= m(g + a) = m\left(g + \frac{v_B^2}{r}\right); \\ F_B = N &= m\left(g + \frac{v_B^2}{r}\right) = 7mg; \\ F_A = mg; \quad F_B &= 7mg. \end{aligned}$$

Задача 77. Груз массой 25 кг висит на шнуре длиной 2,5 м. На какую наибольшую высоту можно отвести в сторону груз, чтобы при дальнейших свободных колебаниях шнур не оборвался? Прочность шнура на разрыв 550 Н.

Решение:

Свободное колебание груза:

$$\begin{aligned} m &= 25 \text{ кг} \\ l &= 2,5 \text{ м} \\ F_A &= 550 \text{ Н} \end{aligned}$$

$h = ?$

На основе закона сохранения и превращения энергии можно записать (рис. 61):

$$\begin{aligned} mgh &= \frac{mv^2}{2}; \\ v^2 &= 2gh; \\ m\vec{g} + \vec{F}_H &= m\vec{a}; \\ mg - F_H &= -ma; \\ mg - F_H &= -\frac{mv^2}{l}; \\ -mg + F_H &= \frac{2gm}{l} h; \\ h &= \frac{(F_H - mg)l}{2gm}. \end{aligned}$$

Полученный результат решения в общем виде проверим действиями с единицами:

$$[h] = \frac{(H - H) \cdot m}{\text{м/с}^2 \cdot \text{кг}} = \frac{H \cdot m}{H} = m,$$

$$h = \frac{(550 - 25 \cdot 10) \cdot 2,5}{2 \cdot 10 \cdot 25} = \frac{750}{500} = 1,5 \text{ (м)}.$$

О т в е т: $h = 1,5 \text{ м}$.

Задача 78. Найдите скорость v вылета снаряда из пружинного пистолета массой m при выстреле вертикально вверх, если жесткость пружины равна k , а сжатие равно x . Одинаковую ли скорость приобретет снаряд при выстреле горизонтально и вертикально вверх?

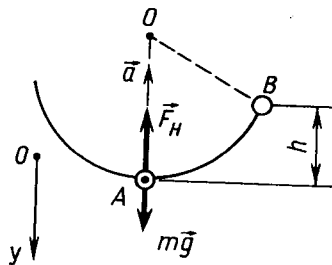


Рис. 61.

Р е ш е н и е:

Сжатая пружина обладает потенциальной энергией, которая расходуется на совершение работы по преодолению силы тяжести снаряда и сообщению ему кинетической энергии. Потенциальная энергия пружины равна работе переменной силы упругости на перемещении x :

Снаряд (движение вертикально вверх):

$$m = m$$

$$k = k$$

$$x = x$$

$$v = ?$$

$$(v_r = v_b) = ?$$

$$F_{\text{упр}x} = -kx;$$

$$F_{\text{упр}} = \frac{kx}{2};$$

$$E_n = A = F_{\text{упр}}x = \frac{kx^2}{2};$$

$$E_n = mgx + \frac{mv^2}{2};$$

$$\frac{kx^2}{2} = mgx + \frac{mv^2}{2};$$

$$\frac{kx^2}{2} - mgx = \frac{mv^2}{2}; \quad v = \sqrt{\frac{x(kx - 2mg)}{m}}.$$

Правильность полученного результата целесообразнее проверить действиями с единицами:

$$[v] = \sqrt{\frac{\text{м} \cdot (\text{Н/м} \cdot \text{м} - \text{кг} \cdot \text{м/с}^2)}{\text{кг}}} = \sqrt{\frac{\text{Н} \cdot \text{м} - \text{Н} \cdot \text{м}}{\text{кг}}} = \sqrt{\frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2}{\text{кг}}} = \text{м/с}.$$

При выстреле вертикально вверх снаряд приобретает меньшую скорость. При этом часть потенциальной энергии расходуется на совершение работы по преодолению силы тяжести.

6.4. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

В данной теме особенно ярко проявляется такая функция учебных задач, которая позволяет в процессе решения систематизировать знания учащихся о механическом движении. Задачи обеспечивают успешное усвоение существенных признаков колебательного движения, его основных характеристик: периода, частоты, смещения, скорости, ускорения.

Задачи занятий

1. В процессе анализа содержания соответствующих тем программы и школьного учебника определить основные понятия и законы темы.

2. Провести анализ задач, содержащихся в упражнениях учебника и сборнике задач, определив при этом их место в процессе усвоения материала.

3. Провести классификацию задач данной темы.

4. Выделить методы и способы решения задач данной темы.

5. Сформулировать алгоритм решения задач, используя известные учащимся подходы к решению задач на законы кинематики и динамики.

Задача 79. Уравнение движения имеет вид: $x = 0,06 \cos 100\pi t$. Каковы амплитуда, частота и период колебаний?

Решение:

$$x = 0,06 \cos 100\pi t$$

$$\begin{aligned} x_{\max} &= ? \\ v &= ? \\ T &= ? \end{aligned}$$

Уравнение движения в общем виде имеет вид:

$$x = x_{\max} \cos \frac{2\pi t}{T}$$

Сопоставим заданное уравнение

$$x = 0,06 \cos 100\pi t$$

с уравнением в общем виде:

$$x = x_{\max} \cos \frac{2\pi t}{T}$$

В результате сопоставления определим значения величин:

$$x_{\max} = 0,06 \text{ (м)}; \frac{2\pi t}{T} = 100\pi t; \frac{2}{T} = 100; T = 0,02 \text{ (с)};$$

$$v = \frac{1}{T}, v = \frac{1}{0,02} = 50 \text{ (Гц)}.$$

$$\text{Ответ: } x_{\max} = 0,06 \text{ м, } T = 0,02 \text{ с, } v = 50 \text{ Гц.}$$

Задача 80. Найдите ускорение шарика, закрепленного на горизонтально расположенной пружине, при смещениях 2,0 см и -0,5 см, если масса шарика 100 г и жесткость пружины 400 Н/м. В какой точке шарик движется с ускорением 10 м/с²?

Шарик на горизонтально расположенной пружине:

$$x_1 = 2 \text{ см} = 0,02 \text{ м}$$

$$x_2 = 0 \text{ см}$$

$$x_3 = -0,5 \text{ см} = 0,005 \text{ м}$$

$$m = 100 \text{ г} = 0,1 \text{ кг}$$

$$k = 400 \text{ Н/м}$$

$$a = 10 \text{ м/с}^2$$

$$x_4 = ? \quad a_1 = ? \quad a_2 = ?$$

$$a_3 = ?$$

Решение:

Уравнение движения шарика имеет вид:

$$\vec{F} = m\vec{a}.$$

Движение происходит под действием силы упругости пружины:

$$F_x = -kx$$

поэтому $ma_x = -kx$,
отсюда

$$a_x = -\frac{k}{m} x,$$

$$[a_x] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м} \cdot \text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Рассчитаем величины ускорений для заданных смещений:

$$a_1 = -\frac{k}{m} x_1;$$

$$a_2 = -\frac{k}{m} x_2;$$

$$a_3 = -\frac{k}{m} x_3;$$

$$a_1 = -\frac{400 \cdot 0,02}{0,1} = -80 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right); \quad a_2 = 0; \quad a_3 = \frac{400 \cdot 0,005}{0,1} = 20 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right);$$

$$x_4 = -10 \frac{0,1}{400} = -0,0025 \text{ (м)}.$$

$$\text{О т в е т: } x_4 = 0,0025 \text{ м, } a_1 = -80 \text{ м/с}^2, \quad a_2 = 0, \quad a_3 = 20 \text{ м/с}^2.$$

Задача 81. Как изменится ход часов с маятником на металлическом стержне:
а) при повышении температуры; б) при поднятии в гору; в) при перемещении от полюса к экватору?

Решение:

Изменение хода часов говорит об изменении периода колебания маятника. Период колебания маятника определяется законом:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Изменение периода колебания маятника на металлическом стержне может произойти из-за изменения длины маятника (l) или ускорения свободного падения в месте нахождения часов.

Первый случай. С повышением температуры стержень удлиняется, при этом период колебания маятника увеличивается в $\sqrt{l}$. Ход часов замедляется.

Второй случай. С поднятием на гору возрастает расстояние до центра Земли, при этом ускорение свободного падения уменьшается в $\sqrt{\frac{1}{g}}$. Период колебания маятника увеличивается в $\sqrt{\frac{1}{g}}$. Ход часов замедляется.

Третий случай. При перемещении маятниковых часов от полюса к экватору период колебания увеличивается, так как возрастает расстояние до центра Земли. Ход часов замедляется. Итак, ход часов замедляется во всех трех случаях.

Задача 82. Груз массой 400 г совершает колебания на пружине жесткостью 250 Н/м. Амплитуда колебаний 15 см. Найдите полную механическую энергию колебания и наибольшую скорость движения груза.

Решение:

Груз на пружине:
 $m = 400 \text{ г} = 0,4 \text{ кг}$
 $k = 250 \text{ Н/м}$
 $x_{\max} = 15 \text{ см} = 0,15 \text{ м}$

$E = ? \quad v_{\max} = ?$

Груз совершает колебания, при этом сопротивление среды не учитывается. Поэтому потенциальная энергия пружины для $x = x_{\max}$ полностью превращается в кинетическую энергию груза в положении равновесия. Именно в данной точке груз обладает наибольшей скоростью. Потен-

циальная энергия в точке $x = x_{\max}$ определяет полную механическую энергию колебания:

$$E = E_{\text{п}},$$

где

$$E_{\text{п}} = \frac{kx_{\max}^2}{2},$$

$$[E_{\text{п}}] = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{м}} = \text{Дж};$$

$$E = E_{\text{п}} = \frac{250 \cdot (0,15)^2}{2} = 2,8 \text{ (Дж)}.$$

Так как $E_{\text{п}} = E_{\text{к}}$, где $E_{\text{к}} = \frac{mv_{\max}^2}{2}$, то

$$v_{\max} = \sqrt{\frac{2E_{\text{к}}}{m}} = \sqrt{\frac{2kx_{\max}^2}{m \cdot 2}} = x_{\max} \sqrt{\frac{k}{m}},$$

$$[v_{\max}] = \text{м} \cdot \sqrt{\frac{\text{Н}}{\text{м} \cdot \text{кг}}} = \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

$$v_{\max} = 0,15 \sqrt{\frac{250}{0,4}} = 3,75 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: $E = 2,8 \text{ Дж}$, $v_{\max} = 3,75 \text{ м/с}$.

Задача 83. За счет какой энергии поддерживаются незатухающие колебания при раскачивании на качелях?

Решение:

Действие человека на качели является внешней силой. Это действие периодическое. Раскачивание на качелях происходит за счет энергии человека.

Задача 84. Когда наблюдатель воспринимает по звуку, что самолет находится в зените, он видит его под углом $\alpha = 73^\circ$ к горизонту. С какой скоростью летит самолет?

Решение:

Самолет:
 $v_{\text{зв}} = 331 \text{ м/с}$
 $\alpha = 73^\circ$

$v_c = ?$

За время t звук от самолета дошел до наблюдателя, за это же время самолет прошел угловой путь в $0,3$ рад:

$$(v_{\text{зв}} t) \varphi = v_c t,$$

где $\varphi = 90^\circ - \alpha = 17^\circ = 0,3$ рад.

Отсюда

$$\begin{aligned} v_c &= v_{\text{зв}} \varphi, \\ v_c &= 331 \cdot 0,3 = 100 \text{ (м/с)}. \end{aligned}$$

О т в е т: $v_c = 100 \text{ м/с}$.

Г л а в а VII

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКЕ

7.1. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ НА ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ

Изучение раздела «Молекулярная физика» начинается с основ молекулярно-кинетической теории. Основной познавательной целью процесса решения задач при изучении этого раздела является усвоение понятий и положений теории. Основополагающим понятием молекулярно-кинетической теории является понятие «молекула». Усвоение данного понятия происходит через усвоение его характеристик: размера и массы, а также свойств совокупности молекул (находятся на определенном расстоянии, взаимодействуют), физических величин (количество вещества, молярная масса, относительная атомная и молекулярная масса химического элемента, атомная единица массы), функциональных связей между величинами (основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов, определяющие формулы физических величин). Такое понимание назначения учебных задач в данной теме позволяет определить место их как метода обучения в процессе формирования понятий: задачи используются для усвоения основного содержания понятий (существенных признаков), установления связей между ними.

Задачи занятий

1. В процессе анализа программы и соответствующей главы школьного учебника физики для X класса выделить основное содержание знаний. Основополагающим элементом знаний в данном случае является молекулярно-кинетическая теория.

2. Определить структуру и содержание знаний учащихся о молекулярно-кинетической теории.

3. Определить роль и назначение учебной задачи в усвоении учащимися молекулярно-кинетической теории.

4. Определить анализ содержания задач соответствующей главы учебника и сборника задач.

5. Рассмотреть методику формирования у учащихся умения решать задачи по данной теме.

6. Обеспечить усвоение учащимися обобщенной структуры процесса решения задач по физике.

Задача 85. Какое количество вещества содержится в алюминиевой отливке массой 5,4 кг?

Алюминиевая
отливка:

$$m = 5,4 \text{ кг}$$

ν — ?

Решение:

Относительная атомная масса алюминия равна 27, следовательно, молярная масса алюминия равна: $\mu = 0,027 \text{ кг/моль}$. Количество вещества: $\nu = \frac{m}{\mu}$,

$$[\nu] = \frac{\text{кг} \cdot \text{моль}}{\text{кг}} = \text{моль}, \quad \nu = \frac{5,4}{0,027} = 200 \text{ (моль)}.$$

О т в е т: $\nu = 200 \text{ моль}$.

Задача 86. Рассматривая под микроскопом каплю молока, можно увидеть на фоне бесцветной жидкости мелкие капли масла, находящиеся во взвешенном состоянии. Чем объясняется их хаотическое движение?

Решение:

Каплю масла в молоке можно рассматривать как броуновскую частицу в сравнении с молекулами молока. Удары молекул на каплю масла не компенсируют друг друга, поэтому капля масла совершает хаотическое движение.

Задача 87. Зная постоянную Авогадро, найдите массу молекулы и атома водорода.

Молекула и атом водорода:
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

m_H — ? m_{H_2} — ?

Решение:

Молекулярная масса водорода может быть определена на основе знаний относительной атомной массы водорода (равна 1): $\mu = 0,002 \text{ кг/моль}$.

Масса молекулы водорода определяется отношением молярной массы водорода к постоянной Авогадро:

$$m_{H_2} = \frac{\mu}{N_A},$$

$$[m_{H_2}] = \frac{\text{кг} \cdot \text{моль}}{\text{моль}} = \text{кг},$$

$$m_{H_2} = \frac{0,002}{6,02 \cdot 10^{23}} = 3,3 \cdot 10^{-27} \text{ (кг)}.$$

Масса атома водорода в 2 раза меньше массы молекулы, так как молекула состоит из двух атомов:

$$m_H = \frac{m_{H_2}}{2},$$

$$m_H = \frac{3,3 \cdot 10^{-27}}{2} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ (кг)}.$$

О т в е т: $m_H = 1,7 \cdot 10^{-27}$ кг, $m_{H_2} = 3,3 \cdot 10^{-27}$ кг.

Задача 88. Найдите концентрацию молекул кислорода, если его давление 0,2 МПа, а средняя квадратичная скорость молекул равна 700 м/с.

Р е ш е н и е:

Молекула водорода:

$$p = 0,2 \text{ МПа},$$

$$\bar{v} = 700 \text{ м/с}$$

n — ?

Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа:

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \bar{v}^2$$

включает величину концентрации молекул, поэтому

$$n = \frac{3p}{m_0 \bar{v}^2},$$

$$\text{где } m_0 = \frac{\mu}{N_A}.$$

Молярная масса кислорода равна 0,032 кг/моль. Следовательно,

$$n = \frac{3p N_A}{\mu \bar{v}^2},$$

$$[n] = \frac{\text{Па} \cdot \text{моль}^{-1}}{\text{кг/моль} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2} = \text{м}^{-3},$$

$$n = \frac{3 \cdot 0,2 \cdot 10^6 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{0,032 \cdot 49 \cdot 10^4} = 2,3 \cdot 10^{25} \text{ (м}^{-3}\text{)}.$$

О т в е т: $n = 2,3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$.

7.2. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ НА УРАВНЕНИЕ МЕНДЕЛЕЕВА — КЛАПЕЙРОНА И ИЗОПРОЦЕССЫ

В процессе изучения раздела «Молекулярная физика» особое место занимает усвоение законов. Одним из основных методов усвоения законов является решение задач. Состояние идеального газа может быть описано уравнением Менделеева — Клапейрона

(уравнение состояния для произвольной массы идеального газа).

Запись функциональных зависимостей на основе уравнения Клапейрона при постоянной массе и одного из трех параметров выражает газовые законы (Бойля — Мариотта, Гей-Люссака и Шарля). Сущность выражаемых функциональных зависимостей названными законами позволяет выделить тип решаемых задач: задачи, в которых описывается одно состояние газа, и задачи, в которых описывается два состояния газа.

В процессе решения задач реализуются различные формы зависимости между физическими величинами: аналитическая, графическая и табличная. Особую наглядность в процессе решения задач в данном разделе представляет графическая.

Задачи занятий

1. Провести анализ программы и соответствующей главы школьного учебника, в процессе выполнения которого выделить основное их содержание.

2. Определить структуру и содержание знаний учащихся о физических законах.

3. Определить назначение задачи в усвоении учащимися физических законов.

4. Осуществить анализ содержания задач соответствующей главы учебника и сборника задач.

5. Выделить особенности процесса решения задач на газовые законы.

6. Выделить систему задач, которые должны быть решены в процессе усвоения газовых законов.

Задача 89. Зная плотность воздуха при нормальных условиях, найдите молярную массу воздуха.

Решение:

Воздух:
 $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$
 $p_0 = 101\,325 \text{ Па}$
 $T_0 = 273 \text{ К}$

$\mu = ?$

где

откуда

В заданной ситуации описывается состояние идеального газа через определенные параметры. Требуется определить неизвестный параметр. Такая ситуация полностью описывается уравнением Менделеева — Клапейрона:

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

$$\frac{m}{V} = \rho;$$

$$\rho = \frac{p}{\mu} RT,$$

$$\mu = \frac{pRT}{\rho};$$

$$\mu = \frac{pRT_0}{\rho_0},$$

$$[\mu] = \frac{\text{кг} \cdot \text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{моль} \cdot \text{К} \cdot \text{Па}} = \text{кг/моль},$$

$$\mu = \frac{1,29 \cdot 8,31 \cdot 273}{101\,325} = 0,029 \text{ (кг/моль)}.$$

О т в е т: $\mu = 0,029 \text{ кг/моль}$.

Задача 90. Какое давление рабочей смеси устанавливается в цилиндрах двигателя автомобиля ЗИЛ-130, если к концу такта сжатия температура повышается с 50 до 250 °С, а объем уменьшается с 0,75 до 0,12 л? Первоначальное давление равно 80 кПа.

Описывается процесс сжатия рабочей смеси в цилиндре двигателя автомобиля, при этом выделены два его состояния. Каждое состояние задается определенными параметрами. При осуществлении краткой записи содержания задачи целесообразно описать вначале одно состояние, а затем и другое.

Р е ш е н и е:

Рабочая смесь:

$$t_1 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_1 = 0,75 \text{ л}$$

$$p_1 = 80 \text{ кПа}$$

$$t_2 = 250 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$V_2 = 0,12 \text{ л}$$

p_2 — ?

$$T_1 = 323 \text{ К}$$

$$V_1 = 75 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

$$p_1 = 8 \cdot 10^4 \text{ Па}$$

$$T_2 = 523 \text{ К}$$

$$V_2 = 12 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

Заданы некоторые параметры двух состояний газа. Подобная ситуация описывается уравнением Клапейрона:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2};$$

$$p_2 = \frac{p_1 V_1 T_2}{T_1 V_2},$$

$$[p_2] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{К}}{\text{К} \cdot \text{м}^3} = \text{Па},$$

$$p_2 = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 75 \cdot 10^{-5} \cdot 523}{323 \cdot 12 \cdot 10^{-5}} = 810 \text{ (кПа)}.$$

О т в е т: $p_2 = 810 \text{ кПа}$.

Задача 91. С некоторой массой идеального газа был произведен замкнутый процесс, изображенный на рисунке 62. Объясните, как изменился объем газа при переходах 1—2, 2—3, 3—4, 4—1.

Р е ш е н и е:

Переход 1—2 представляет собой часть изохоры, следовательно, данный переход осуществляется при постоянном объеме. Переход 2—3 есть изобара, следовательно, объем увеличивается пропорционально температуре. На переходе 3—4 объем продолжает увеличиваться. На переходе 4—1 при постоянном давлении температура может уменьшаться только при уменьшении объема.

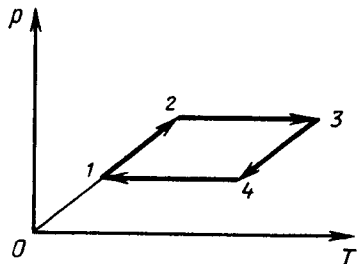


Рис. 62.

7.3. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЙ И ОСНОВ ТЕРМОДИНАМИКИ

При изучении первого закона термодинамики наряду с осуществлением воспитывающего и развивающего обучения реализуются познавательные цели. При этом учебные задачи выступают средством усвоения отдельных элементов знаний. Основным элементом знаний выступает закон сохранения и превращения энергии (первый закон термодинамики). В процессе усвоения закона сохранения и превращения энергии продолжается формирование таких понятий, как внутренняя энергия, работа, количество теплоты, удельная теплота парообразования, удельная теплота плавления. По целевому назначению решаемые задачи в данной теме разделим на три типа:

задачи, в процессе решения которых происходит формирование физических понятий;

задачи, в процессе решения которых усваивается уравнение теплового баланса, умение использовать его в конкретных ситуациях;

задачи, в процессе решения которых происходит формирование знаний о законе сохранения и превращения энергии.

Задачи занятий

1. Осуществить анализ программы и соответствующих глав учебников по физике для VIII и X классов, выделив в них основной элемент формируемого знания — закон сохранения и превращения энергии.

2. Сформулировать требования к знаниям учащихся о названном законе.

3. Определить назначение задач в усвоении закона сохранения и превращения энергии.

4. Смоделировать систему задач, необходимую для успешного усвоения закона.

5. Определить функции графика в решении данных задач.

6. Сформулировать на основе использования обобщенного алгоритма решения задач алгоритм решения задач на закон сохранения и превращения энергии.

Задача 92. Какова внутренняя энергия одноатомного газа, занимающего при температуре T объем V , если концентрация его молекул n ?

Решение:

Одноатомный газ:

$$V = V$$

$$T = T$$

$$n = n$$

$U = ?$

Средняя энергия одного атома идеального одноатомного газа определяется формулой:

$$\bar{E} = \frac{3}{2} kT.$$

Для вычисления внутренней энергии определенного количества газа необходимо среднюю энергию одного атома умножить на число атомов. В заданном объеме содержится (nV) атомов.

Поэтому внутренняя энергия газа будет равна:

$$U = nV\bar{E} = \frac{3}{2}knVT; \quad U = \frac{3}{2}knVT.$$

Задача 93. Температура воздуха в комнате объемом 70 м^3 была 280 К . После того как протопили печь, температура поднялась до 296 К . Найдите работу воздуха при расширении, если давление постоянно и равно 100 кПа .

Решение:

Воздух:
 $V_1 = 70 \text{ м}^3$
 $T_1 = 280 \text{ К}$
 $T_2 = 296 \text{ К}$
 $p = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$

 $A = ?$

Работа воздуха при расширении и постоянном давлении определяется по формуле

$$A = p(V_2 - V_1),$$

где V_2 найдется как один из параметров второго состояния воздуха на основе закона Гей-Люссака:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2};$$

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1};$$

$$A = p \left(\frac{V_1 T_2}{T_1} - V_1 \right) = p \left(\frac{V_1 T_2 - V_1 T_1}{T_1} \right) = \frac{p V_1}{T_1} (T_2 - T_1).$$

Проверку решения в общем виде можно осуществить действиями с наименованиями:

$$[A] = \frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3}{\text{К}} \cdot \text{К} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^3}{\text{м}^2} = \text{Дж},$$

$$A = \frac{10^5 \cdot 70 \cdot 16}{280} = 4 \cdot 10^5 \text{ (Дж)} = 400 \text{ (кДж)}.$$

Ответ: $A = 400 \text{ кДж}$.

Задача 94. На рисунке 63 изображены графики изменения температуры двух тел в зависимости от подводимого количества теплоты. Определите начальную и конечную температуры каждого тела. Каковы их удельные теплоемкости, если масса каждого из них равна 2 кг ?

Решение:

Первый этап решения данной задачи состоит в анализе заданного графика: происходит увеличение температуры у двух тел за счет подводимого количества теплоты. У первого тела температура от 300 К увеличилась до 420 К при подведении 60 кДж количества теплоты. У второго тела температура — от 340 до 420 К при подведении 80 кДж количества теплоты.

Найденные параметры фиксируем заданными и осуществляем второй этап решения.

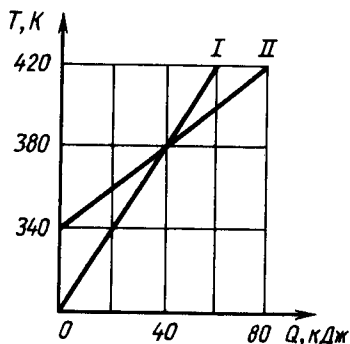


Рис. 63.

$$\begin{aligned}
 T_1' &= 300 \text{ К} \\
 T_2' &= 420 \text{ К} \\
 Q_1 &= 60 \text{ кДж} \\
 T_1'' &= 340 \text{ К} \\
 T_2'' &= 420 \text{ К} \\
 Q_2 &= 80 \text{ кДж} \\
 m_1 &= m_2 = 2 \text{ кг}
 \end{aligned}$$

$$c_1 - ? \quad c_2 - ?$$

Р е ш е н и е:

Количество теплоты, необходимое для нагревания тела, определяется формулой

$$Q = cm\Delta T.$$

Для первого тела:

$$Q_1 = c_1 m_1 \Delta T'.$$

Для второго тела:

$$Q_2 = c_2 m_2 \Delta T'';$$

$$c_1 = \frac{Q_1}{m_1 \Delta T'};$$

$$c_2 = \frac{Q_2}{m_2 \Delta T''};$$

$$[c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}};$$

$$c_1 = \frac{60 \cdot 10^3}{2 \cdot 120} = 250 \text{ (Дж/(кг} \cdot \text{К))};$$

$$c_2 = \frac{80 \cdot 10^3}{2 \cdot 80} = 500 \text{ (Дж/(кг} \cdot \text{К))}.$$

О т в е т: $c_1 = 250 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, $c_2 = 500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$.

Задача 95. В сосуд, на дне которого была вода, накачали воздух. Когда открыли кран и сжатый воздух вырвался наружу, сосуд заполнился водяным туманом. Почему это произошло?

Р е ш е н и е:

Адиабатный процесс
(образование тумана)

Происходит быстрое расширение воздуха без теплообмена с окружающими телами:

$$Q = 0.$$

Почему — ?

Такой процесс называется адиабатным.

Изменение внутренней энергии воздуха происходит только за счет совершения работы: $\Delta U = A$. Вырываясь, воздух расширяется, при этом совершает работу. Следовательно, внутренняя энергия воздуха уменьшилась, уменьшилась и его температура. Водяные пары конденсировались, образуя туман.

Задача 96. Сколько дров надо сжечь в печи с КПД = 40%, чтобы получить из 200 кг снега, взятого при температуре -10°C , воду при 20°C ?

Р е ш е н и е:

Для получения из снега воды при температуре 20°C необходимо снег нагреть до 0°C , расплавить его, а затем нагреть полученную воду.

$$m = 200 \text{ кг}$$

$$t_1 = -10^\circ \text{C}$$

$$t_2 = 20^\circ \text{C}$$

$$t = 0^\circ \text{C}$$

$$\eta = 40\% = 0,4$$

$$c_c = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$$

$$c_b = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$$

$$\lambda_c = 33 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$q_{\text{др}} = 10 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$m_{\text{др}} = ?$$

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$T_1 = 263 \text{ K}$$

$$T_2 = 293 \text{ K}$$

$$T = 273 \text{ K}$$

$$Q_{\text{н (с)}} + Q_{\text{пл (с)}} + Q_{\text{н (в)}} = \\ = \eta m_{\text{др}} q_{\text{др}} + c_c m \Delta T_1 + \lambda_c m_c + \\ + c_b m \Delta T_2 = \eta m_{\text{др}} q_{\text{др}};$$

$$m_{\text{др}} = \frac{c_c m \Delta T_1 + \lambda_c m_c + c_b m \Delta T_2}{q_{\text{др}} \eta}$$

Полученное решение в общем виде проверяем действиями с наименованиями:

$$[m] = \frac{\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K}) \cdot \text{кг} \cdot \text{K} + \text{кг} \cdot \text{Дж}/\text{кг} + \text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K}) \cdot \text{кг} \cdot \text{K}}{\text{Дж}/\text{кг}} = \text{кг},$$

$$m = \frac{2,1 \cdot 10^3 \cdot 200 \cdot 10 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 200 \cdot 20 + 200 \cdot 330 \cdot 10^3}{10 \cdot 10^6 \cdot 0,4} = 22 \text{ (кг)}.$$

Задача 97. Неперегретый водяной пар массой 200 г пустили в калориметр (алюминиевый) массой 100 г, где находился лед при температуре -8°C . Температура в калориметре установилась 24°C . Какое количество льда было взято?

Теплообмен:

$$m_{\text{п}} = 200 \text{ г}$$

$$t_{\text{п}} = 100^\circ \text{C}$$

$$m_{\text{ал}} = 100 \text{ г}$$

$$t_{\text{ал}} = t_{\text{л}} = -8^\circ \text{C}$$

$$t = 24^\circ \text{C}$$

$$c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$$

$$\lambda_{\text{л}} = 33 \cdot 10^4 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$$

$$c_{\text{ал}} = 0,88 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$$

$$L_{\text{п}} = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$m_{\text{л}} = ?$$

$$m_{\text{п}} = 0,2 \text{ кг}$$

$$T_{\text{п}} = 373 \text{ K}$$

$$m_{\text{ал}} = 0,1 \text{ кг}$$

$$T_{\text{ал}} = T_{\text{л}} = 265 \text{ K}$$

$$T = 297 \text{ K}$$

Решение:

В теплообмене участвуют три тела: пар, лед и калориметр. Уравнение теплового баланса в общем виде:

$$Q_{\text{пол}} = Q_{\text{отд}}. \quad (1)$$

Теплообмен осуществляется в результате отдачи тепла паром и получения тепла льдом и калориметром:

$$Q_{\text{л}} + Q_{\text{ал}} = Q_{\text{п}}. \quad (2)$$

С каждым из тел происходят определенные процессы.

Лед нагревается до 0°C , плавится, и полученная ледяная вода нагревается до 24°C . Калориметр при этом нагревается от -8 до 24°C . Неперегретый пар конденсируется, и образовавшаяся вода остывает до 24°C . Графическое представление процессов, в результате которых пар отдает тепло, а лед и калориметр получают, показано на рисунке 64. Графическая интерпретация процессов позволяет

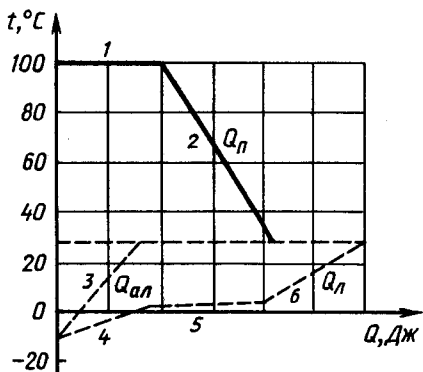


Рис. 64.

наглядно показать учащимся модель процесса теплообмена: каждая ломаная линия изображает процессы, происходящие с одним из тел, участвующих в теплообмене; отрезок ломаной линии изображает отдельный процесс; все тепловые процессы можно классифицировать на два вида (с изменением температуры и без изменения температуры); с изменением температуры происходят процессы нагревания и охлаждения тел; без изменения температуры происходят процессы плавления (или отвердевания) и испарения (или конденсации); для

каждого вида тепловых процессов выделяется аналитическая форма описания изменения внутренней энергии тела: $Q = cm\Delta T$ и $Q = km$, где k — удельная теплота плавления (или отвердевания), удельная теплота парообразования (или конденсации); c — удельная теплоемкость. Единицы данных величин равны:

$$[c] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}; \quad [k] = \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}.$$

С выделением для каждого тела всех процессов следует записать:

$$Q_{\text{п.к}} + Q_{\text{п.о}} = Q_{\text{ал.н}} + Q_{\text{л.н}} + Q_{\text{л.п}} + Q_{(\text{л-в})\text{н}}; \quad (3)$$

$$m_{\text{п}}r_{\text{п}} + c_{\text{в}}m_{\text{п}}\Delta T_{\text{п}} = m_{\text{ал}}c_{\text{ал}}\Delta T_{\text{ал}} + m_{\text{л}}c_{\text{л}}\Delta T_{\text{л}} + m_{\text{л}}\lambda_{\text{л}} + m_{\text{л}}c_{\text{в}}\Delta T_{\text{в}}. \quad (4)$$

Полученное уравнение решаем относительно $m_{\text{л}}$:

$$m_{\text{л}} = \frac{m_{\text{п}}r_{\text{п}} + m_{\text{п}}c_{\text{в}}\Delta T_{\text{п}} - m_{\text{ал}}c_{\text{ал}}\Delta T_{\text{ал}}}{c_{\text{л}}\Delta T_{\text{л}} + \lambda_{\text{л}} + c_{\text{в}}\Delta T_{\text{в}}},$$

где

$$\Delta T_{\text{п}} = (373 - 297) \text{ К};$$

$$\Delta T_{\text{ал}} = (297 - 265) \text{ К};$$

$$\Delta T_{\text{л}} = (273 - 265) \text{ К};$$

$$\Delta T_{\text{в}} = (297 - 273) \text{ К}.$$

Проводим проверку правильности решения в общем виде:

$$[m_{\text{л}}] = \frac{\text{кг} \cdot \text{Дж}/\text{кг} + \text{кг} \cdot \text{К} \cdot \text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}) - \text{кг} \cdot \text{К} \cdot \text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})}{\text{К} \cdot \text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}) + \text{Дж} \cdot \text{кг} + \text{К} \cdot \text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})} = \frac{\text{Дж}}{\text{Дж}/\text{кг}} = \text{кг},$$

$$\begin{aligned} m_{\text{л}} &= \frac{0,2 \cdot 2,3 \cdot 10^6 + 0,2 \cdot 4,2 \cdot 10^3 \cdot 76 - 0,1 \cdot 0,88 \cdot 10^3 \cdot 32}{2,1 \cdot 10^3 \cdot 8 + 330 \cdot 10^3 + 4,2 \cdot 10^3 \cdot 24} = \\ &= \frac{0,46 \cdot 10^6 + 65,36 \cdot 10^3 - 2,82 \cdot 10^3}{16,8 \cdot 10^3 + 330 \cdot 10^3 + 100,8 \cdot 10^3} = \frac{0,46 \cdot 10^3 + 65,36 - 2,82}{446} = \\ &= \frac{460 + 65,36 - 2,82}{446} = \frac{522,54}{446} = 1,17 \text{ (кг)}. \end{aligned}$$

О т в е т: $m_{\text{л}} = 1,17 \text{ кг}.$

Задача 98. В калориметре находится 0,4 кг воды при температуре 10°C . В воду положили 0,6 кг льда при температуре -40°C . Какая температура установится в калориметре, если его теплоемкость ничтожно мала?

Теплообмен:

$$m_{\text{в}} = 0,4 \text{ кг}$$

$$t_{\text{в}} = 10^{\circ}\text{C}$$

$$m_{\text{л}} = 0,6 \text{ кг}$$

$$t_{\text{л}} = -40^{\circ}\text{C}$$

$$t = ?$$

$$T_{\text{в}} = 283 \text{ К}$$

$$T_{\text{л}} = 233 \text{ К}$$

Решение:

Теплообмен осуществляется при условии:

$$Q_{\text{отд}} = Q_{\text{пол}}.$$

Предположим возможные конечные ситуации:

1. Вода охладится до $t > 0^{\circ}\text{C}$; при этом лед нагреется до 0°C , затем расплавится полностью; ледяная вода нагреется.

2. Вода охладится до $t = 0^{\circ}\text{C}$; лед при этом нагреется до $t = 0^{\circ}\text{C}$.

3. Вода охладится до $t = 0^{\circ}\text{C}$ и частично замерзнет; лед при этом нагреется до $t = 0^{\circ}\text{C}$.

4. Вода охладится и полностью превратится в лед; лед при этом нагреется до $t = 0^{\circ}\text{C}$.

5. Вода охладится, полностью превратится в лед, и произойдет дальнейшее охлаждение образовавшегося льда; лед при этом нагреется до $t^{\circ}\text{C}$ ($-40^{\circ}\text{C} < t < 0^{\circ}\text{C}$).

6. Вода охладится до $t = 0^{\circ}\text{C}$; лед нагреется и частично расплавится.

7. Вода охладится до $t = 0^{\circ}\text{C}$; лед нагреется и полностью расплавится.

Сгруппируем возможные ситуации и оценим их реальность.

1. Лед при нагревании до нуля поглощает энергию, равную 50 400 Дж. Вода отдает при охлаждении до нуля 16 800 Дж. Следовательно, положительной температуры не может быть.

2. Необходима дальнейшая отдача теплоты водой. Это может быть осуществлено при отвердевании льда. Может ли при этом отвердеть вся вода?

$50\,400 \text{ Дж} - 16\,800 \text{ Дж} = 33\,600 \text{ Дж}$, а при отвердевании всей воды выделяется:

$$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} \cdot 0,4 \text{ кг} = 132\,000 \text{ Дж};$$

$$132\,000 \text{ Дж} > 33\,600 \text{ Дж}.$$

Следовательно, не вся вода превращается в лед. Температура смеси будет равна нулю.

3. Определим, какая часть воды застынет:

$$336\,000 \text{ Дж} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} \cdot m_{\text{в.з}};$$

$$0,33 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг} \cdot m_{\text{в.з}};$$

$$m_{\text{в.з}} = 0,1 \text{ кг}.$$

Таким образом, при установившейся температуре 0°C в лед перейдет 0,1 кг воды. Смесь будет состоять из 0,7 кг льда и 0,3 кг воды.

Задача 99. Два одинаковых стальных шарика упали с одной и той же высоты. Первый упал в вязкий грунт, а второй, ударившись о камень, отскочил и был пойман рукой на некоторой высоте. Покажите, какой из шариков больше нагрелся.

Решение:

Два стальных шарика:

$$\begin{aligned} m_1 &= m_2 \\ h_1 &= h_2 \\ h'_1 &= 0 \\ h_2 &> h'_2 > 0 \end{aligned}$$

$$\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} = ?$$

Для первого шарика закон сохранения и превращения энергии пишется:

$$m_1gh_1 = m_1gh'_1 + \Delta U_1 = \Delta U_1,$$

так как $h'_1 = 0$.

Для второго шарика:

$$m_1gh_1 = m_2gh_2, \text{ так как } m_1 = m_2 \text{ и } h_1 = h_2.$$

Следовательно, $\Delta U_1 = m_2gh'_2 + \Delta U_2$, поэтому $\Delta U_1 > \Delta U_2$ или $\frac{\Delta U_1}{\Delta U_2} > 1$.

Ответ: Первый шарик нагреется больше.

Задача 100. Свинцовая пуля летит со скоростью 200 м/с и попадает в земляной вал. На сколько повысилась температура пули, если 78% кинетической энергии пули превратилось во внутреннюю?

Решение:

Свинцовая пуля:

$$\begin{aligned} v &= 200 \text{ м/с} \\ \eta &= 78\% \end{aligned}$$

$$\Delta T = ?$$

$$c = 130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$$

Летящая пуля обладала механической энергией (кинетической). При попадании в земляной вал 78% механической энергии превратилось во внутреннюю, в результате чего увеличилась температура тел: $\frac{mv^2}{2} \eta =$

$$= mc\Delta T; \Delta T = \frac{v^2 \eta}{2c}.$$

Проверяем решение в общем виде действиями с единицами:

$$[\Delta T] = \frac{\text{м}^2/\text{с}^2}{\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})} = \frac{\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{К}}{\text{с}^2 \cdot \text{Н} \cdot \text{м}} = \text{К},$$

$$\Delta T = \frac{4 \cdot 10^4 \cdot 0,78}{2 \cdot 0,13 \cdot 10^3} = 120 \text{ (К)}.$$

Ответ: $\Delta T = 120 \text{ К}$. Температура пули увеличилась на 120 К.

Задача 101. В идеальной тепловой машине за счет каждого килоджоуля энергии, получаемой от нагревателя, совершается работа 300 Дж. Определите КПД машины и температуру нагревателя, если температура холодильника 280 К.

Решение:

Тепловая машина:

$$\begin{aligned} Q_3 &= 1 \text{ кДж} \\ Q_n &= 300 \text{ Дж} \\ T_2 &= 280 \text{ К} \end{aligned}$$

$$\eta = ?$$

$$T_1 = ?$$

$$\eta = \frac{Q_n}{Q_3};$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1};$$

$$1 - \eta = \frac{T_2}{T_1}; T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta};$$

$$\eta = \frac{300}{1000} = 0,3;$$

$$T_1 = \frac{280}{1 - 0,3} = 400 \text{ (К)}.$$

Ответ: $\eta = 0,3$; $T_1 = 400 \text{ К}$.

Задача 102. Шарик, подвешенный на нити длиной l около стены, отвели на 90° и отпустили. После удара о стенку шарик отклонился на угол α от положения равновесия. На сколько повысилась температура шарика, если доля потерянной механической энергии, перешедшей во внутреннюю энергию, составляет k ? Удельную теплоемкость c вещества шарика считать известной.

Решение:

Шарик на нити около стены:

$$h=l$$

$$\angle \alpha = \angle \alpha$$

$$k=k$$

$$c=c$$

$$\Delta T = ?$$

В первоначальном положении шарик обладал механической энергией (потенциальной). После взаимодействия со стеной высота подъема шарика относительно земли уменьшилась. При этом часть потерянной механической энергии перешла во внутреннюю энергию шарика. На основании закона сохранения и превращения энергии запишем:

$$\frac{\Delta E_{\text{мех}}}{100} = \Delta U,$$

$$\text{где } \Delta E_{\text{мех}} = mgl - mgl(1 - \cos \alpha);$$

$$\Delta U = cm \Delta T;$$

$$\frac{mgl - mgl(1 - \cos \alpha)k}{100} = cm \Delta T;$$

$$\Delta T = \frac{l g k \cos \alpha}{100 c}.$$

Выполним проверку полученного решения:

$$[\Delta T] = \frac{\text{м} \cdot \text{м}/\text{с}^2}{\text{Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})} = \frac{\text{Дж}}{\text{Дж}} \cdot \text{К} = \text{К}.$$

7.4. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ ПАРОВ И ИЗМЕНЕНИЯ АГРЕГАТНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА

При изучении свойств паров, жидкостей и твердых тел используются задачи для формирования следующих физических понятий: насыщенный пар, влажность воздуха, поверхностное натяжение, капиллярные явления, кристаллические и аморфные тела, деформации.

Задачи занятий

1. Осуществить анализ соответствующих тем программы и учебников физики для VIII и X классов, выделив основные структурные элементы знаний.
2. Выделить основные понятия.
3. Определить роль задач в развитии знаний учащихся о свойствах паров и изменении агрегатных состояний вещества.
4. Определить содержание контрольной работы на проверку усвоения учащимися свойств паров и изменения агрегатных состояний вещества.

Задача 103. Насыщенный водяной пар находится при 100°C и занимает некоторый объем. Как изменится давление пара, если его объем уменьшить вдвое, сохраняя прежнюю температуру?

Решение:

Насыщенный водяной пар:

$$t_1 = 100^\circ\text{C}$$

$$V_1 = V$$

$$V_2 = \frac{V}{2}$$

$$t_2 = 100^\circ\text{C}$$

$$(p_2 - p_1) = ?$$

Давление насыщенного водяного пара не зависит от объема, а определяется только температурой. Если объем, занимаемый паром, уменьшить, то часть водяного пара конденсируется. При этом давление останется прежним: $p_2 = p_1$.

Задача 104. Давление водяного пара при 14°C было 1 кПа. Был ли этот пар насыщенным?

Решение:

Водяной пар:

$$t = 14^\circ\text{C}$$

$$p = 1 \text{ кПа}$$

$$(p = p_0) = ?$$

По таблице зависимости давления насыщенного водяного пара от температуры t определяем величину p_0 при температуре $t = 14^\circ\text{C}$, которая равна $p_0 = 1,6 \text{ кПа}$. Сравниваем величину p_0 с заданным давлением p . Оказывается, $p_0 > p$. Следовательно, в заданной ситуации пар не был насыщенным.

Задача 105. Трубка, один конец которой закрыт, полностью заполнена водой и открытым концом погружена в сосуд с водой. Вода в трубке и сосуде нагрета до температуры кипения. Что будет происходить с водой в трубке?

Решение:

При кипении воды давление внутри пузырьков равно давлению над поверхностью жидкости. Следовательно, давление в трубке выше атмосферного. Столб воды в трубке опустится до уровня воды в сосуде.

Задача 106. Почему кусок сахара, положенный на мокрый стол, вскоре весь пропитывается водой?

Решение:

Кусок сахара представляет множество капилляров. Если кусок сахара положить на мокрый стол, то происходят капиллярные явления — поднимание воды по капиллярам сахара. Так как капилляры в сахаре очень мелкие и он смачиваем водой, то вода поднимается на всю высоту куска сахара.

Задача 107. В капиллярной трубке радиусом 0,5 мм жидкость поднялась на 11 мм. Найдите плотность данной жидкости, если ее коэффициент поверхностного натяжения 22 мН/м.

Капилляр:

$$r = 0,5 \text{ мм}$$

$$h = 11 \text{ мм}$$

$$\sigma = 22 \text{ м Н/м}$$

ρ — ?

$$r = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$h = 11 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\sigma = 22 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}^2$$

Решение:

На жидкость действуют сила тяжести, направленная вниз, и сила поверхностного натяжения, направленная вверх. Действие данных двух сил компенсируется:

$$F_n = F_r;$$

$$2\pi r \sigma = \rho V g;$$

$$V = \pi r^2 h;$$

$$2\pi r \sigma = \rho \pi r^2 h g;$$

$$2\sigma = \rho r h g;$$

$$\rho = \frac{2\sigma}{r h g}.$$

Полученное решение в общем виде проверим действиями с единицами физических величин:

$$[\rho] = \frac{\text{Н} \cdot \text{с}^2}{\text{м} \cdot \text{м} \cdot \text{м} \cdot \text{м}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{м}^4} = \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Вычислим плотность жидкости:

$$\rho = \frac{2 \cdot 22 \cdot 10^{-3}}{0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 11 \cdot 10^{-3} \cdot 10} = \frac{44}{55} \cdot 10^2 = 800 \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

$$\text{О т в е т: } \rho = 800 \text{ кг/м}^3.$$

Задача 108. Что будет с кристаллом, если опустить его в ненасыщенный раствор?

Решение:

В ненасыщенном растворе ионы кристалла будут переходить в раствор, т. е. будет происходить растворение кристалла до тех пор, пока раствор не превратится в насыщенный. Кристалл, помещенный в насыщенный раствор, будет расти. При этом ионы из перенасыщенного раствора начнут «строить» кристалл.

Задача 109. Какого вида деформации возникают в стержне, на котором крепятся дверные петли?

Решение:

Под деформацией понимают изменение формы или объема тела. На стержень дверной петли действуют параллельные и противоположно направленные силы. При этом происходит сдвиг одних горизонтальных слоев относительно других и кручение.

Задача 110. Балка длиной 5 м и площадью поперечного сечения 100 см² под действием сил по 10 кН, приложенных к ее концам, сжалась на 1 см. Найдите относительное сжатие и механическое напряжение.

Балка:

$$l = 5 \text{ м}$$

$$S = 100 \text{ см}^2$$

$$F_1 = F_2 = 10 \text{ кН}$$

$$\Delta l = 1 \text{ см}$$

$$\frac{\Delta l}{l} = ?$$

$$\sigma = ?$$

$$S = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$$

$$F_1 = F_2 = 10^4 \text{ Н}$$

$$\Delta l = 10^{-2} \text{ м}$$

Решение:

Относительное сжатие балки определяется отношением абсолютного сжатия к ее первоначальной длине:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{10^{-2}}{5} = 0,002.$$

Механическое напряжение определяется как величина, равная отношению модуля силы упругости к площади поперечного сечения балки:

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad \sigma = \frac{10^4}{10^{-2}} = 10^6 \text{ (Па)}.$$

$$\text{О т в е т: } \frac{\Delta l}{l} = 0,002; \quad \sigma = 10^6 \text{ Па}.$$

Глава VIII МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПО ЭЛЕКТРОДИНАМИКЕ

8.1. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ЭЛЕКТРОСТАТИКЕ

Процесс решения задач при изучении электростатики направлен на усвоение основных понятий, таких, как электрон, электрическое поле, взаимодействие точечных зарядов, равновесие точечных зарядов, напряженность поля точечных зарядов, потенциал, разность потенциалов, потенциальная энергия точечных зарядов и работа по перемещению заряда в электрическом поле, вычисление емкости конденсатора, энергии поля заряженного конденсатора, расчет конденсаторных цепей. В данной теме учащиеся усваивают закон Кулона. Идет дальнейшее формирование знаний о законе сохранения и превращения энергии. Большинство формул при этом вводится как определяющие ту или иную величину.

Задачи занятий

1. В процессе анализа программы по физике за среднюю школу и соответствующей темы учебника физики за X класс выделить основные понятия, определив степень их сформированности на на-

чало изучения темы, и сформулировать требования к знаниям учащихся, полученным в данной теме.

2. Выделить физические законы, изучаемые в этой теме, элементы электронной теории строения вещества.

3. Определить роль задач в формировании понятий темы, закона Кулона, закона сохранения и превращения энергии.

4. Смоделировать систему задач, которая обеспечит успешное формирование знаний.

5. Провести анализ содержания задач из соответствующих упражнений учебника и сборника задач, дать оценку существующих в них систем задач.

6. Определить содержание деятельности учителя в процессе изучения темы по формированию умения решать задачи по физике.

Алгоритм анализа взаимодействия заряженных частиц

1. Указать силы, действующие на заряженную частицу.

2. Записать условие равновесия:

$$\sum_{i=0}^{\infty} \vec{F}_i = 0.$$

3. Выразить кулоновскую и другие действующие силы.

4. Осуществить перевод векторной записи условия равновесия в запись в проекциях на выбранные оси. Результатом таких преобразований является система уравнений.

5. Решить полученную систему уравнений.

6. Произвести вычисления.

Задача 111. Во сколько раз сила электрического отталкивания между двумя электронами больше силы их гравитационного притяжения друг к другу?

Два электрона:

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

$$\frac{F_K}{F_{\text{гр}}} = ?$$

Решение:

Сила электрического отталкивания между двумя электронами определяется законом Кулона:

$$F_K = k \frac{e^2}{r^2}.$$

Сила гравитационного воздействия определяется законом всемирного тяготения:

$$F_{\text{гр}} = G \frac{m^2}{r^2}.$$

Сравнение сил осуществляется отношением

$$\frac{F_K}{F_{\text{гр}}} = \frac{ke^2}{Gm^2}.$$

Величина отношения равна:

$$\frac{F_K}{F_{гр}} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot (1,6)^2 \cdot 10^{-38}}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (9,11)^2 \cdot 10^{-62}} = 4,2 \cdot 10^{42}.$$

$$\text{О т в е т: } \frac{F_K}{F_{гр}} = 4,2 \cdot 10^{42}.$$

Задача 112. Заряды 90 нКл и 10 нКл расположены на расстоянии 4 см друг от друга. Где надо поместить третий заряд, чтобы он находился в равновесии? Каков знак заряда?

Р е ш е н и е:

Два заряда:

$$q_1 = 90 \text{ нКл}$$

$$q_2 = 10 \text{ нКл}$$

$$R = 4 \text{ см}$$

$$R - ?$$

$$q_1 = 9 \cdot 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 10^{-8} \text{ Кл}$$

$$R = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Третий заряд должен быть отрицательным и располагаться между зарядами q_1 и q_2 на прямой, соединяющей их. В

этом случае действия зарядов q_1 и q_2 на третий заряд будут направлены по одной прямой в противоположные стороны. На определенном расстоянии r от q_1 действия зарядов на третий заряд будут компенсировать друг друга:

$$F_{1,3} = F_{3,2},$$

где

$$F_{1,3} = k \frac{q_1 q_3}{r^2};$$

$$F_{3,2} = k \frac{q_2 q_3}{(R-r)^2};$$

$$k \frac{q_1 q_3}{r^2} = k \frac{q_2 q_3}{(R-r)^2};$$

$$\frac{q_1}{r^2} = \frac{q_2}{(R-r)^2},$$

откуда

$$r = \frac{R \sqrt{q_1}}{\sqrt{q_1} + \sqrt{q_2}},$$

$$r = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{9 \cdot 10^{-8}}}{\sqrt{9 \cdot 10^{-8}} + \sqrt{10^{-8}}} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 3}{4} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ (м)},$$

О т в е т: $r = 3 \cdot 10^{-2}$ м. Третий заряд должен быть помещен на расстоянии 3 см от заряда q_1 по прямой в направлении к заряду q_2 .

Задача 113. К незаряженной станиоловой гильзе подносят наэлектризованное тело. Можно подобрать такое расстояние, на котором гильза еще не притягивается к телу, но стоит ее коснуться пальцем, гильза притянется. Объясните это явление.

Р е ш е н и е:

Наэлектризованные тела обладают свойством притягивать к себе легкие тела. Таким легким телом является гильза. Но в данной ситуации притяжение не происходит из-за наличия силы тяжести у гильзы. Силу притяжения можно увеличить путем большой наэлектризации тела или путем сообщения заряда гильзе. При заземлении гильзы одноименный с телом заряд стекает, гильза оказывается заряженной. Сила притяжения между телом и гильзой при этом увеличивается.

Задача 114. Металлическому шару радиусом 3 см сообщили заряд 16 нКл. Найдите поверхностную плотность заряда и напряженность поля в точках, удаленных от центра шара на 2 см и на 4 см.

Решение:

Металлический шар:

$$r = 3 \text{ см}$$

$$q = 16 \text{ нКл.}$$

$$r_1 = 2 \text{ см}$$

$$r_2 = 4 \text{ см}$$

$$\rho = ?$$

$$E_1 = ? \quad E_2 = ?$$

$$r = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$q = 16 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$r_1 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$r_2 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Шар металлический, поэтому заряд равномерно распределится по его поверхности. Поверхностная плотность заряда определится по формуле

$$\rho = \frac{q}{4\pi r^2},$$

$$[\rho] = \text{Кл/м}^2,$$

$$\rho = \frac{16 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 3,14 \cdot 9 \cdot 10^{-4}} = \frac{4 \cdot 10^{-5}}{9 \cdot 3,14} = 1,4 \cdot 10^{-6} \text{ (Кл/м}^2\text{)} = 1,4 \text{ мкКл/м}^2.$$

Напряженность поля в точке определяется по формуле

$$E = k \frac{q}{r^2}.$$

Напряженность $E_1 = 0$, так как $r_1 < r$ для металлического шара:

$$E_2 = k \frac{q}{r_2^2}, \quad [E_2] = \frac{\text{Кл} \cdot \text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{м}^2 \cdot \text{Кл}^2} = \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} = \frac{\text{В}}{\text{м}},$$

$$E_2 = \frac{16 \cdot 10^{-9} \cdot 9 \cdot 10^9}{16 \cdot 10^{-4}} = 9 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{Кл}} = 9 \cdot 10^4 \frac{\text{В}}{\text{м}} = 90 \left(\frac{\text{кВ}}{\text{м}} \right).$$

Ответ: $\rho = 1,4 \text{ мкКл/м}^2$; $E_1 = 0$; $E_2 = 90 \text{ кВ/м}$.

Задача 115. Электрон, двигаясь под действием электрического поля, увеличил свою скорость с 10 до 30 Мм/с. Найдите разность потенциалов между начальной и конечной точками перемещения.

Решение:

Электрон в электрическом поле:

$$v_0 = 10 \text{ Мм/с}$$

$$v = 30 \text{ Мм/с}$$

$$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$\Delta\varphi = ?$$

$$v_0 = 10^7 \text{ м/с}$$

$$v = 3 \cdot 10^7 \text{ м/с}$$

Электрическое поле действует на электрон; при этом за счет потенциальной энергии ($W_{\text{п}} = q\varphi$) поля электрон увеличивает скорость (увеличивается его кинетическая энергия):

$$\Delta W_{\text{к}} = \Delta W_{\text{п}};$$

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = e\Delta\varphi;$$

$$\Delta\varphi = \frac{m}{2} \left(\frac{v^2 - v_0^2}{e} \right).$$

Проверяем полученное решение:

$$[\Delta\varphi] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2 / \text{с}^2}{\text{Кл}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{Кл}} = \frac{\text{Дж}}{\text{Кл}} = \text{В}.$$

Проведем вычисления разности потенциалов между начальной и конечной точками перемещения:

$$\Delta\varphi = \frac{9 \cdot 10^{-31} (9 \cdot 10^{14} - 10^{14})}{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = -\frac{9 \cdot 8 \cdot 10^{-17}}{3,2 \cdot 10^{-19}} = -2,25 \cdot 10^3 \text{ (В)}.$$

О т в е т: $\Delta\varphi = -2,25 \cdot 10^3 \text{ В}$.

Задача 116. Конденсатор емкостью C_1 зарядили до напряжения $U_1 = 500 \text{ В}$. При параллельном подключении этого конденсатора к незаряженному емкостью $C_2 = 4 \text{ мкФ}$ вольтметр показал $U_2 = 100 \text{ В}$. Найдите емкость C_1 .

Р е ш е н и е:

Параллельное соединение конденсаторов:

$$U_1 = 500 \text{ В}$$

$$C_2 = 4 \text{ мкФ}$$

$$U_2 = 100 \text{ В}$$

$$C_1 = ?$$

$$C_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

Конденсатор емкостью C_1 при заряде получил q зарядов. При параллельном подключении его с конденсатором

емкостью C_2 эти заряды перераспределились на два конденсатора. Общая емкость батареи конденсаторов при их параллельном соединении равна сумме емкостей отдельных конденсаторов:

$$\begin{cases} C_1 = \frac{q}{U_1}; \\ C_1 + C_2 = \frac{q}{U_2}. \end{cases}$$

Решим записанную систему уравнений относительно емкости C_1 :

$$C_1 U_1 = (C_1 + C_2) U_2;$$

$$C_1 = C_2 \frac{U_2}{U_1 - U_2},$$

$$C_1 = 4 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{100}{400} = 10^{-6} \text{ Ф} = 1 \text{ мкФ}.$$

О т в е т: $C_1 = 1 \text{ мкФ}$.

8.2. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ НА ЗАКОНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Решение задач при изучении законов постоянного тока направлено на формирование физических понятий, таких, как явление (электрический ток), физическая величина, характеризующая физическое явление (сила тока, напряжение, работа тока, мощность постоянного тока, электродвижущая сила, параметры электрических цепей), электрическое свойство вещества (электрическая проводимость вещества, электронная проводимость металла, ионная проводимость растворов, проводимость газов, плазма, электрический ток в вакууме и полупроводниках, свойства электрически заряженных частиц), прибор (двухэлектродная электронная лампа —

диод, электронно-лучевая трубка, полупроводниковый диод, транзистор, термисторы, фоторезисторы), закон (закон Ома для участка цепи, закон Ома для замкнутой цепи, законы Фарадея) и физическая теория электрической проводимости вещества.

Задачи занятий

1. Осуществить анализ содержания темы, выделив при этом структурные элементы формируемых знаний.

2. Провести классификацию понятий, изучаемых в данной теме.

3. Осуществить анализ содержания задач школьного учебника и сборника задач, проследив, формирование каких видов понятий при этом происходит.

4. Смоделировать систему задач, осуществляющую формирование различных видов понятий.

5. Определить возможности темы в формировании у учащихся обобщенной структуры умения решать задачи.

Задача 117. Электрическую лампу сопротивлением 240 Ом, рассчитанную на напряжение 120 В, надо питать от сети с напряжением 220 В. Какой длины надо включить последовательно с лампой нихромовый проводник сечением 0,55 мм²?

Электрическая лампа:

$$R = 240 \text{ Ом}$$

$$U = 120 \text{ В}$$

$$U_1 = 220 \text{ В}$$

$$S = 0,55 \text{ мм}^2$$

$$\rho = 110 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$I = ?$$

$$S = 55 \times 10^{-8} \text{ м}^2$$

Решение:

Длину нихромового проводника определяем, зная зависимость сопротивления проводника от материала и его размеров:

$$R_{\text{np}} = \rho \frac{l}{S},$$

откуда

$$l = \frac{R_{\text{np}} \cdot S}{\rho}.$$

Но в полученном решении неизвестно сопротивление проводника. Проводник соединен с лампой последовательно; следовательно,

$$U_1 = U + U_{\text{np}};$$

$$I = \frac{U}{R};$$

$$U_{\text{np}} = U_1 - U = U_1 - IR_{\text{np}};$$

$$R_{\text{np}} = \frac{(U_1 - U)R}{U};$$

$$l = \frac{(U_1 - U)RS}{U\rho}.$$

Проверим полученное решение:

$$[L] = \frac{\text{В} \cdot \text{Ом} \cdot \text{м}^2}{\text{В} \cdot \text{Ом} \cdot \text{м}} = \text{м},$$

$$l = \frac{(220 - 120) 240 \cdot 0,55 \cdot 10^{-6}}{120 \cdot 110 \cdot 10^{-8}} = 100 \text{ (м)}.$$

О т в е т: $l = 100 \text{ м}$.

Задача 118. К цепи подведено напряжение 90 В. Две электрические лампы одинакового сопротивления соединены последовательно, а третья лампа, имеющая сопротивление в 4 раза больше, чем первая, соединена параллельно со второй. Сила тока, потребляемая от источника, равна 0,5 А. Найдите сопротивление каждой лампы, напряжение на второй и третьей лампах и силу тока в них (рис. 65).

Р е ш е н и е:

Последовательное и параллельное соединение электрических ламп:

$$U = 90 \text{ В}$$

$$R_3 = 4 R_1$$

$$R_1 = R_2$$

$$I_1 = 0,5 \text{ А}$$

$$R_1 - ? \quad R_2 - ?$$

$$R_3 - ? \quad U_2 - ?$$

$$U_3 - ? \quad I_2 - ?$$

$$I_3 - ?$$

Общее сопротивление цепи определится на основе применения закона Ома для данной цепи:

$$R = \frac{U}{I_1}.$$

Однако

$$R = R_1 + \frac{R_1 4 R_1}{R_1 + 4 R_1};$$

$$R_1 = \frac{R}{1,8},$$

$$R_1 = \frac{U}{I_1 \cdot 1,8} = \frac{90}{0,5 \cdot 1,8} = 100 \text{ (Ом)};$$

$$R_1 = 100 \text{ Ом}; R_2 = 100 \text{ Ом}; R_3 = 400 \text{ Ом};$$

$$U_1 = I_1 R_1,$$

$$U_1 = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ (В)}; U_2 = U_3, U_2 = 40 \text{ В}; U_3 = 40 \text{ В};$$

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{R_3}{R_2}; I_2 = 0,4 \text{ А}; I_3 = 0,1 \text{ А}.$$

О т в е т: $U_1 = 50 \text{ В}; U_2 = U_3 = 40 \text{ В}; I_2 = 0,4 \text{ А}; I_3 = 0,1 \text{ А}$.

Задача 119. Из-за испарения и распыления материала с поверхности нити накала лампы нить со временем становится тоньше. Как это отражается на потребляемой мощности?

Р е ш е н и е:

Нить накала лампы:

S уменьшается

Как изменяется P ?

Потребляемая мощность лампы при постоянном напряжении обратно пропорциональна ее сопротивлению:

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

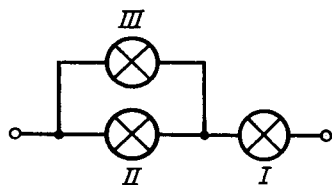


Рис. 65.

При уменьшении сечения нити накала лампы увеличивается ее сопротивление ($R = \rho \frac{l}{S}$), так как сопротивление проводника R обратно пропорционально его сечению S . Следовательно, потребляемая мощность уменьшается.

Задача 120. Троллейбус массой 11 т движется равномерно со скоростью 36 км/ч. Найдите силу тока в обмотке двигателя, если напряжение равно 550 В и КПД равен 80%. Коэффициент сопротивления движения равен 0,12.

Решение:

Двигатель троллей-
буса:

$$U = 550 \text{ В}$$

$$\eta = 80\%$$

$$m = 11 \text{ т}$$

$$v = 36 \text{ км/ч}$$

$$\mu = 0,02$$

$$I = ?$$

$$m = 11 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$v = 10 \text{ м/с}$$

При равномерном движе-
нии троллейбуса сила тяги
уравновешивается силой со-
противления:

$$F_{\tau} = F_c = \mu mg.$$

Полезная мощность троллейбуса определится из формулы

$$P = F_{\tau} v.$$

Потребляемая мощность двигателя равна:

$$P_{\pi} = \frac{P \cdot 100\%}{\eta}.$$

Зная потребляемую мощность, можно определить силу тока в обмотке двигателя; так как

$$P_{\pi} = IU, \text{ то } I = \frac{P_{\pi}}{U};$$

$$I = \frac{P \cdot 100\%}{\eta U} = \frac{F_{\tau} v \cdot 100\%}{\eta U} = \frac{\mu mg v \cdot 100\%}{\eta U},$$

$$[I] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м} \cdot \%}{\text{с}^2 \cdot \text{с} \cdot \% \cdot \text{В}} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{В}} = \frac{\text{Дж}}{\text{В}} = \text{А},$$

$$I = \frac{0,02 \cdot 11 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10 \cdot 100}{80 \cdot 550} = \frac{2 \cdot 11 \cdot 10^5}{44 \cdot 10^3} = 50 \text{ (А)}.$$

$$\text{О т в е т: } I = 50 \text{ А}.$$

Задача 121. В проводнике сопротивлением 2 Ом, подключенном к элементу с ЭДС 1,1 В, протекает ток 0,5 А. Какова сила тока при коротком замыкании?

Решение:

Электрическая цепь:

$$R = 2 \text{ Ом}$$

$$\mathcal{E} = 1,1 \text{ В}$$

$$I = 0,5 \text{ А}$$

$$I_k = ?$$

При коротком замыкании сопротивле-
ние цепи определяется только внутренним
сопротивлением источника тока:

$$I_k = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

Внутреннее сопротивление источника
тока определится на основе использова-
ния закона Ома для замкнутой цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r};$$

$$r = \frac{\mathcal{E} - IR}{I}.$$

Отсюда

$$I_k = \frac{\mathcal{E}l}{\mathcal{E} - IR},$$

$$[I_k] = \frac{B \cdot A}{B - A \cdot \text{Ом}} = \frac{B \cdot A}{B} = A,$$

$$I_k = \frac{1,1 \cdot 0,5}{1,1 - 0,5 \cdot 2} = 5,5 \text{ (A)}.$$

О т в е т: $I_k = 5,5 \text{ A}.$

Задача 122. Найдите среднюю скорость упорядоченного движения электронов в проводе сечением 5 мм^2 при силе тока 10 A , если концентрация электронов проводимости $5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$.

Электроны:

$$S = 5 \text{ мм}^2$$

$$I = 10 \text{ A}$$

$$n = 5 \cdot 10^{28} \text{ м}^{-3}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$v_{\text{ср}} = ?$$

$$S = 5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Р е ш е н и е:

Сила тока пропорциональна концентрации электронов, скорости упорядоченного движения, площади поперечного сечения и определяется зарядом электрона:

$$I = en v_{\text{ср}} S;$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{I}{enS},$$

$$[v_{\text{ср}}] = \frac{\text{А} \cdot \text{м}^3}{\text{Кл} \cdot \text{м}^2} = \frac{\text{А} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{с}} = \frac{\text{м}}{\text{с}},$$

$$v_{\text{ср}} = \frac{10}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 5 \cdot 10^{28} \cdot 5 \cdot 10^{-6}} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ (м/с)}.$$

$$\text{О т в е т: } v_{\text{ср}} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}.$$

Задача 123. Сравните затраты электроэнергии на получение электролитическим путем одинаковых масс алюминия и меди, если по нормам напряжение на ванне при получении алюминия в 14 раз больше, чем при рафинировании меди.

Р е ш е н и е:

Закон Фарадея устанавливает зависимость между массой выделившегося при электролизе вещества и прошедшим через раствор электрическим зарядом:

$$m = kI\Delta t.$$

Сила тока может быть записана так

$$I = \frac{P}{U}.$$

Для Al:

$$m_{\text{Al}} = k_{\text{Al}} \frac{A_{\text{Al}}}{U_{\text{Al}}}.$$

Для Cu:

$$m_{\text{Cu}} = k_{\text{Cu}} \frac{A_{\text{Cu}}}{U_{\text{Cu}}}.$$

$$U_{\text{Cu}} = U$$

$$U_{\text{Al}} = 14U$$

$$m_{\text{Al}} = m_{\text{Cu}}$$

$$k_{\text{Al}} = 93 \cdot 10^{-9} \text{ кг/Кл}$$

$$k_{\text{Cu}} = 33 \cdot 10^{-8} \text{ кг/Кл}$$

$$\frac{A_{\text{Al}}}{A_{\text{Cu}}} = ?$$

Так как $m_{\text{Al}} = m_{\text{Cu}}$, то

$$k_{\text{Al}} \frac{A_{\text{Al}}}{U_{\text{Al}}} = k_{\text{Cu}} \frac{A_{\text{Cu}}}{U_{\text{Cu}}}.$$

Решая последнее уравнение, получим

$$\frac{A_{\text{Al}}}{A_{\text{Cu}}} = 14 \frac{k_{\text{Cu}}}{k_{\text{Al}}},$$

$$\frac{A_{\text{Al}}}{A_{\text{Cu}}} = 14 \frac{33 \cdot 10^{-8}}{93 \cdot 10^{-9}} = 49,7 \text{ (раз)}.$$

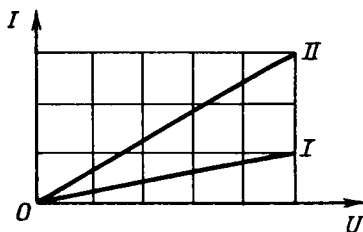


Рис. 66.

О т в е т: $\frac{A_{\text{Al}}}{A_{\text{Cu}}} \approx 50$ раз.

Задача 124. Как изменится сила тока насыщения, если при неизменном действии ионизатора сблизить пластины?

Р е ш е н и е:

Ток в газах:
 d уменьшается
 $\Delta I_{\text{н}} \dots ?$

При сближении пластин уменьшается расстояние, пролетаемое ионами до электродов, поэтому уменьшается и возможность воссоединения их. Поэтому даже при меньшем напряжении между электродами

все образовавшиеся ионы достигнут электродов, т. е. ток насыщения будет соответствовать меньшему напряжению. Следовательно, сила тока насыщения уменьшится.

Задача 125. На рисунке 66 приведены графики зависимости силы тока, идущего через фоторезистор, от приложенного напряжения. Какой график относится к освещенному фоторезистору и какой — к находящемуся в темноте? Во сколько раз сопротивление освещенного фоторезистора меньше затемненного?

Р е ш е н и е:

Фоторезистор:

$$I_1 = f(U)$$

$$I_2 = f(U)$$

$$(I_1 = f(U)) \dots ?$$

$$(I_2 = f(U)) \dots ?$$

$$\frac{R_0}{R_3} \dots ?$$

Сопротивление фоторезистора при освещении уменьшается, поэтому график II соответствует освещенному резистору, а I — находящемуся в темноте. Для сравнения сопротивления освещенного и затемненного фоторезисторов определим при одном и том же напряжении U_1 величины I_0 и I_3 : $I_0 = 3I_3$;

$$U_0 = U_3;$$

$$I_0 \cdot R_0 = I_3 \cdot R_3;$$

$$3I_3 \cdot R_0 = I_3 \cdot R_3;$$

$$\frac{R_3}{R_0} = 3.$$

8.3. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ТЕМАМ «МАГНИТНОЕ ПОЛЕ» И «ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ»

Решение задач в темах «Магнитное поле» и «Электромагнитная индукция» направлено на усвоение учащимися знаний об электромагнитных явлениях, основных характеристиках магнитного поля, величинах, описывающих действие одного магнитного поля на другое (модуль вектора магнитной индукции, сила Ампера, сила Лоренца), о применении закона сохранения и превращения энергии к работе электрических машин. При этом идет развитие понятия «сила» (запись уравнения движения электрически заряженной частицы в магнитном поле), усвоение единого подхода к решению задач на движение тел и частиц тела.

Задачи занятий

1. Осуществить анализ соответствующих тем программы по физике и учебника физики, выделив при этом основное содержание: понятия, законы, физические теории.

2. Определить роль задач в усвоении знаний по названной теме.

3. Выполнить анализ содержания задач из соответствующих упражнений учебника и глав сборника задач.

4. Определить структуру алгоритма решения задач.

Алгоритм анализа движения заряженных частиц в магнитном поле:

1. Определить направление векторов индукции магнитного поля и напряженности электрического поля.

2. Определить угол между векторами $\vec{B}$ и $\vec{v}$, найти при этом проекцию вектора $\vec{B}$ на нормаль к вектору скорости $\vec{v}$.

3. Определить действующие на заряженную частицу силы и характер ее движения.

4. Определить траекторию движения заряженной частицы.

5. Записать уравнения, описывающие движение заряженной частицы:

$$F_{\text{Л}} = |q_0| v B \sin \alpha;$$

$$F_{\text{Л}} = \frac{mv^2}{2}.$$

6. Решить систему уравнений в общем виде.

7. Осуществить вычисления.

Алгоритм анализа действия магнитного поля на электрический ток:

1. Выделить контур с током (I), направление вектора индукции магнитного поля ($\vec{B}$) и величину угла между вектором $\vec{B}$ и I .

2. По правилу левой руки определить направление силы, действующей на проводник с током.

3. Записать систему уравнений:

$$\begin{cases} F = B I \Delta l \sin \alpha; \\ B = \frac{\mu_0 I}{4\pi r}; \\ \sum_{i=1}^{\infty} \vec{F}_i = \vec{0} \text{ или } \sum_{i=1}^{\infty} M = 0 \text{ (при условии равновесия проводника или контура).} \end{cases}$$

4. Решить полученную систему уравнений в общем виде.

5. Осуществить вычисления.

Задача 126. По горизонтально расположенному проводнику длиной 20 см и массой 4 г течет ток, равный 10 А. Найдите индукцию (модуль и направление) магнитного поля, в которое нужно поместить проводник, чтобы сила тяжести уравновесилась силой Ампера.

Решение:

Проводник с током в магнитном поле:

$$l = 20 \text{ см}$$

$$m = 4 \text{ г}$$

$$I = 10 \text{ А}$$

$$B = ?$$

$$l = 0,2 \text{ м}$$

$$m = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Проводник с током взаимодействует с Землей и с магнитным полем. Мерой такого взаимодействия проводника с током, помещенного в магнитное поле, является действие на него (со стороны Земли) силы тяжести и силы Ампера. При этом проводник находится в равновесии.

Если задать направление тока в проводнике слева направо, то вектор индукции магнитного поля будет иметь направление от нас (т. е. $\angle \alpha = 90^\circ$):

$$F_A = mg;$$

$$F_A = B |I| \Delta l \sin \alpha;$$

$$B I \Delta l \sin \alpha = mg;$$

$$B = \frac{mg}{I \Delta l \sin \alpha}, [B] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2 \cdot \text{А} \cdot \text{м}} = \text{Тл},$$

$$B = \frac{4 \cdot 10^{-3} \cdot 10}{10 \cdot 0,2} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ (Тл)} = 20 \text{ (мТл)}.$$

Ответ: $B = 20 \text{ мТл}$.

Задача 127. Электрон движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 4 \text{ мТл}$. Найдите период обращения электрона.

Решение:

Движение электрона в однородном магнитном поле:

$$B = 4 \text{ мТл}$$

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

$$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$

$$T = ?$$

$$B = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$$

Электрон в однородном магнитном поле движется по окружности, при этом центростремительное ускорение получает за счет действия на него силы Лоренца.

$$\frac{mv^2}{r} = evB,$$

$$\frac{mv}{r} = eB$$

где

$$v = \frac{2\pi r}{T};$$

$$\frac{m2\pi r}{rT} = eB;$$

$$T = \frac{2\pi m}{eB},$$

$$[T] = \frac{\text{кг}}{\text{Кл} \cdot \text{Тл}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{А} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{Н}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2}{\text{с} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}} = \text{с},$$

$$T = \frac{6,28 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} = 8,8 \cdot 10^{-9} \text{ (с)}.$$

О т в е т: $T = 8,8 \text{ нс}$.

Задача 128. Три одинаковых полосовых магнита падают в вертикальном положении одновременно с одной высоты. Первый падает свободно, второй во время падения проходит сквозь незамкнутый соленоид, третий — сквозь замкнутый соленоид. Сравните время падения магнитов.

Р е ш е н и е:

Первые два магнита падают под действием силы тяжести и сопротивления воздуха, поэтому время падения у них будет одинаковым. На третий магнит действует дополнительно сила Ампера. При движении полосового магнита сквозь замкнутый соленоид в нем возникает индукционный ток, который своим магнитным полем будет препятствовать всякому изменению магнитного потока, пронизывающего соленоид. Третий магнит в сравнении с первыми двумя будет падать медленнее.

Задача 129. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью 0,4 Гн при равномерном изменении силы тока в ней на 5 А за 0,02 с?

Р е ш е н и е:

ЭДС самоиндукции в проводнике пропорциональна скорости изменения силы тока в нем:

$$\mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}, \quad [\mathcal{E}] = \text{Гн} \frac{\text{А}}{\text{с}} = \text{В},$$

$$\mathcal{E} = -0,4 \cdot \frac{5}{0,02} = 100 \text{ (В)}.$$

Обмотка электромагнита:

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$\Delta I = 5 \text{ А}$$

$$\Delta t = 0,02 \text{ с}$$

$$\mathcal{E} = ?$$

О т в е т: $\mathcal{E} = 100 \text{ В}$.

Задача 130. Найдите энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 0,5 Вб.

Магнитное поле со-
леноида:

$$I = 10 \text{ А}$$

$$\Phi = 0,5 \text{ Вб}$$

$W = ?$

Р е ш е н и е:

Энергия магнитного поля соленоида
равна:

$$W = \frac{LI^2}{2},$$

где

$$IL = \Phi,$$

поэтому

$$W = \frac{\Phi I}{2},$$

$$W = \frac{0,5 \cdot 10}{2} = 2,5 \text{ (Дж)}.$$

О т в е т: $W = 2,5 \text{ Дж}$.

8.4. МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

В данной теме идет дальнейшее изучение учащимися понятия «колебательное движение». При этом изучение нового вида колебательного движения предполагает введение специфических характеристик.

При формировании понятия «электромагнитная волна» процесс решения задач обеспечивает более полное усвоение характеристик волны: длины, скорости распространения, частоты, энергии, свойств электромагнитных волн — интерференции, дифракции, отражения, поглощения, преломления, взаимосвязи между переменным электрическим полем и переменным магнитным полем.

Задачи занятий

1. Осуществить анализ содержания соответствующих тем программы и учебника физики, выделив при этом основные элементы знаний.

2. Определить роль задач в формировании выделенных понятий.

3. Смоделировать систему задач, обеспечивающую наряду с усвоением знаний обобщенное умение решать задачи на электромагнитные колебания.

4. На основе обобщенного плана решения задач по физике сформулировать алгоритм решения задач по данной теме.

З а д а ч а 131. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 400 \text{ пФ}$ и катушки индуктивности $L = 10 \text{ мГн}$. Найдите амплитуду силы тока I_m , если амплитуда напряжения $U_m = 500 \text{ В}$.

Р е ш е н и е:

Колебательный кон-
тур:

$$C = 400 \text{ пФ}$$

$$L = 10 \text{ мГн}$$

$$U_m = 500 \text{ В}$$

$I_m = ?$

$$C = 4 \cdot 10^{-10} \text{ Ф}$$

$$L = 10^{-2} \text{ Гн}$$

Амплитуда силы тока
равна:

$$I_m = U_m \omega C.$$

Если активное сопротивление мало, то ω можно считать собственной частотой конденсатора:

$$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}};$$

$$I_m = U_m \frac{C}{\sqrt{LC}} = U_m \sqrt{\frac{C}{L}},$$

$$[I_m] = B \sqrt{\frac{\Phi}{\Gamma_H}} = A,$$

$$I_m = 500 \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-10}}{10^{-2}}} = 500 \sqrt{4 \cdot 10^{-8}} = 0,1 \text{ (A)}.$$

О т в е т: $I_m = 0,1 \text{ A}$.

Задача 132. Рамка площадью $S = 200 \text{ см}^2$ вращается с угловой скоростью $\omega = 50 \text{ рад/с}$ в однородном магнитном поле индукцией $B = 0,4 \text{ Тл}$. Напишите формулы зависимости магнитного потока и ЭДС от времени, если при $t = 0$ нормаль к плоскости рамки параллельна линиям индукции поля.

Р е ш е н и е:

Рамка в магнитном поле: $S = 200 \text{ см}^2$ $\omega = 50 \text{ рад/с}$ $B = 0,4 \text{ Тл}$ Нормаль к плоскости рамки и вектор $B \parallel$ в $t = 0$	$S = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$	Магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку площадью S , равен: $\Phi = BS \cos \alpha;$ $\alpha = 0; \Phi = \Phi_{\max};$ $\alpha = \omega t;$
$(\Phi = f(t)) \text{ — ?}$ $(\mathcal{E} = f(t)) \text{ — ?}$		$\Phi = BS \cos \omega t,$ $\Phi = 0,4 \cdot 200 \cdot 10^{-4} \cdot \cos 50t,$ $\Phi = 0,008 \cos 50t.$

По закону электромагнитной индукции ЭДС индукции в рамке равна взятой со знаком «минус» скорости изменения потока магнитной индукции:

$$\mathcal{E} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = BS\omega \sin \omega t.$$

О т в е т: $\Phi = BS \cos \omega t,$
 $\Phi = 0,008 \cos 50t;$
 $\mathcal{E} = BS\omega \sin \omega t,$
 $\mathcal{E} = 0,4 \sin 50t.$

Задача 133. Понижающий трансформатор с коэффициентом, равным 10, включен в сеть с напряжением 220 В. Каково напряжение на выходе трансформатора, если сопротивление вторичной обмотки 0,2 Ом, а сопротивление полезной нагрузки 2 Ом?

Решение:

Понижающий трансформатор:

$$k=10$$

$$U_1=220 \text{ В}$$

$$r_2=0,2 \text{ Ом}$$

$$R_2=2 \text{ Ом}$$

$$U_{2(R_2)} = ?$$

Коэффициент трансформации показывает отношение действующих значений e_1 и e_2 или действующих значений напряжений:

$$k = \frac{U_1}{U_2},$$

откуда

$$U_2 = \frac{U_1}{k}.$$

С другой стороны,

$$U_2 = U_{2(R_2)} + U_{2(r_2)};$$

$$U_{2(R_2)} = U_2 - U_{2(r_2)} = U_2 - Ir_2;$$

$$I = \frac{U_2}{R_2 + r_2};$$

$$U_{2(R_2)} = \frac{U_1}{k} - \frac{U_1 r_2}{k(R_2 + r_2)},$$

$$U_{2(R_2)} = 22 - \frac{220 \cdot 0,2}{10 \cdot 2,2} = 22 - \frac{44}{22} = 20 \text{ (В)}.$$

$$\text{Ответ: } U_{2(R_2)} = 20 \text{ В.}$$

Задача 134. Наименьшее расстояние от Земли до Сатурна равно 1,2 Тм. Через какой минимальный промежуток времени может быть получена ответная информация с космического корабля, находящегося в районе Сатурна, на радиосигнал, посланный с Земли?

Решение:

Земля — Сатурн — Земля:

$$s = 1,2 \text{ Тм} = 1,2 \cdot 10^{12} \text{ м}$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

$$t = ?$$

Ответный сигнал может быть получен Землей через минимальное время, в течение которого радиосигнал с Земли достигнет космического корабля в районе Сатурна и обратно вернется на Землю:

$$t = \frac{2s}{c},$$

$$t = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 10^{12}}{3 \cdot 10^8} = 8000 \text{ (с)} = 2 \text{ ч } 13 \text{ мин } 20 \text{ с.}$$

$$\text{Ответ: } t \geq 2 \text{ ч } 13 \text{ мин } 20 \text{ с.}$$

Глава IX

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКЕ И КВАНТОВОЙ ФИЗИКЕ

9.1. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «СВЕТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ»

Данная тема входит в курс физики первой ступени. Процесс решения задач при этом выступает средством формирования у учащихся знаний о световых явлениях (прямолинейное распространение света, отражение и преломление света), средством усвоения законов отражения и преломления света, изучения оптических приборов и устройств. В качестве границ двух оптических сред рассматриваются плоское зеркало, призма и тонкая линза.

Задачи занятий

1. Осуществить анализ программы курса физики первой ступени с целью выделения системы изучаемых явлений; произвести их классификацию, определив в ней роль и место знаний учащихся о световых явлениях.

2. Определить содержание и объем понятия «световые явления», формируемого в данной теме.

3. Определить содержание других элементов знаний (законов, оптических приборов и устройств).

4. Определить виды задач, которые должны быть решены при формировании у учащихся знаний о световых явлениях.

5. Построить алгоритм решения задач по теме.

В процессе решения задач происходит усвоение законов, описывающих световые явления: прямолинейное распространение света, отражение и преломление света. Отсюда можно задачи классифицировать на несколько видов: задачи, в процессе решения которых используется закон прямолинейного распространения света, отражения света; при этом делаются построения в плоских зеркалах; задачи, в процессе решения которых используются выделенные положения о преломлении света, рассматривается ход луча в плоской линзе; сложные задачи, при решении которых используются как законы отражения, так и преломления света.

Особенностью процесса решения задач по данной теме является построение геометрического чертежа, в основе которого лежат правила нахождения отраженного или преломленного лучей и широкое использование геометрического способа решения. При построении изображения предмета в тонкой линзе или сферическом зеркале необходимо выделить правила хода трех лучей: луча, прохо-

дающего через оптический центр линзы; луча, параллельного главной оси линзы; луча, проходящего через фокус линзы.

Правило построения изображения в тонких линзах:

1. Изобразить линзу, провести главную оптическую ось.
2. Проставить основные характеристики линзы: F , $2F$, O .
3. Определить относительно основных характеристик линзы место нахождения предмета, описанного ситуацией задачи.
4. Условным обозначением в виде стрелки изобразить на чертеже расположение предмета.
5. Для любых двух точек предмета построить двумя лучами их изображение.
6. Описать полученное изображение: где находится изображение относительно основных характеристик линзы, какова величина изображения в сравнении с предметом, какое это изображение (действительное или мнимое, прямое или обратное).

Задача 135. Угол между падающим и отраженным лучами равен 20° . Под каким углом к зеркалу падает свет?

Решение:

Отражение света:

$$\angle \alpha + \angle \beta = 20^\circ$$

$$\angle \gamma - ?$$

По закону отражения света угол падения равен углу отражения света:

$$\angle \alpha = \angle \beta \text{ (рис. 67),}$$

а сумма этих углов равна 20° . Следовательно, $\angle \beta = \frac{20^\circ}{2} = 10^\circ$; $\angle \gamma + \angle \beta = 90^\circ$, откуда $\angle \gamma = 90^\circ - \angle \beta = 90^\circ - 10^\circ = 80^\circ$.

Ответ: $\angle \gamma = 80^\circ$.

Задача 136. Предмет находился на расстоянии 50 см от плоского зеркала, затем его передвинули еще на 20 см. Каково было расстояние между предметом и его изображением и на сколько это расстояние изменилось?

Решение:

Плоское зеркало:

$$OA = 50 \text{ см}$$

$$AB = 20 \text{ см}$$

$$AA' - ?$$

$$(BB' - AA') - ?$$

Построим изображение предмета в плоском зеркале. Если $AO = OA'$, то $AA' = 2OA$ (рис. 68). $AA' = 2 \cdot 50 \text{ см} = 100 \text{ см}$. Также

$BO = OB'$, откуда $BB' = 2 \cdot BO$.

Следовательно, $BB' = 2 \cdot 70 \text{ см} = 140 \text{ см}$.

Ответ: $AA' = 100 \text{ см}$; $(BB' - AA') = 40 \text{ см}$.

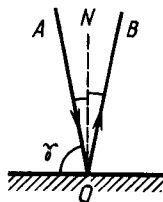


Рис. 67.

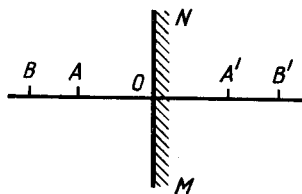


Рис. 68.

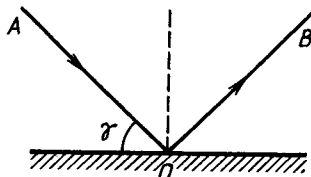


Рис. 69.

Задача 137. Падающий луч перпендикулярен отраженному. Под каким углом к поверхности зеркала он падает?

Решение:

Отражение света:

$$\angle \alpha + \angle \beta = 90^\circ$$

$$\angle \gamma = ?$$

По закону отражения света $\angle \alpha = \angle \beta$. Сумма этих углов равна 90° (рис. 69). Отсюда угол падения (и угол отражения) равен 45° :

$$\angle \alpha = \angle \beta = \frac{90^\circ}{2} = 45^\circ.$$

Сумма $\angle \gamma$ и $\angle \beta$ равна 90° , откуда $\angle \gamma = 90^\circ - \angle \beta$, $\angle \gamma = 90^\circ - 45^\circ = 45^\circ$.

О т в е т: Луч падает к поверхности зеркала под углом 45° .

Задача 138. Солнечные лучи направлены под углом 50° к горизонту. Как надо расположить плоское зеркало, чтобы отраженным от него светом осветить шурф шахты?

Решение:

Отражение света:

$$\angle \delta = 50^\circ$$

$$\angle \lambda = 90^\circ$$

$$\angle \gamma = ?$$

Падающий луч с горизонтом составляет 50° , а отраженный направлен вертикально вниз (рис. 70, а). Отсюда можно определить угол между падающим и отраженным лучами:

$$\angle \delta + \angle \lambda = 50^\circ + 90^\circ = 140^\circ.$$

По закону отражения луч падающий и луч отраженный, а также перпендикуляр к зеркалу лежат в одной плоскости. Изобразим зеркало (рис. 70, б). Отсюда определим углы падения и отражения:

$$\angle \alpha = \angle \beta = \frac{140^\circ}{2} = 70^\circ.$$

Следовательно, перпендикуляр к зеркалу с горизонтом составляет угол 20° , а зеркало с горизонтом — 70° .

О т в е т: $\gamma = 70^\circ$.

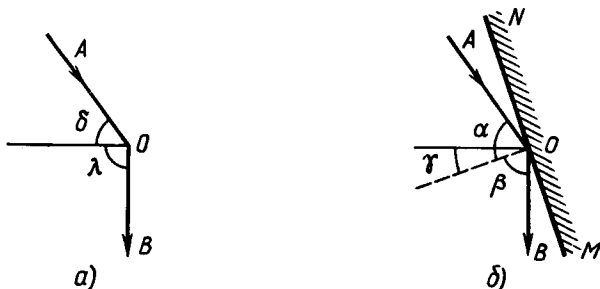


Рис. 70.

9.2. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «СВЕТОВЫЕ КВАНТЫ. ДЕЙСТВИЕ СВЕТА»

Данная тема входит в завершающий раздел курса физики. В ней осуществляется дальнейшее развитие у учащихся взглядов на природу света на основе введения понятия «фотон» и рассмотрения явления фотоэффекта, его законов и теории (корпускулярно-волнового дуализма описания света).

Задачи занятий

1. Определить роль учебных задач в усвоении сущности фотоэффекта, его законов.
2. Определить систему задач, направленную на усвоение корпускулярно-волновых свойств света.
3. Определить содержание задач, направленных на осуществление политехнического обучения учащихся.

Задачи данной темы можно разделить на два вида: задачи на расчеты световых квантов и задачи на закон фотоэффекта.

Задача 139. Тренированный глаз, длительно находящийся в темноте, воспринимает свет с длиной волны 0,5 мкм при мощности излучателя $P=2,1 \cdot 10^{-17}$ Вт. Сколько фотонов попадает в этом случае на сетчатку за 1 с?

Решение:

Фотоэффект:

$\lambda=0,5$ мкм

$P=2,1 \cdot 10^{-17}$ Вт

$t=1$ с

n — ?

$$E_1 = h\nu; E = nh\nu = Pt;$$

$$n = \frac{Pt}{h\nu} = \frac{Pt\lambda}{hc},$$

$$[n] = \frac{\text{Вт} \cdot \text{с} \cdot \text{м} \cdot \text{с}}{\text{Дж} \cdot \text{с} \cdot \text{м}} = \frac{\text{Дж} \cdot \text{м} \cdot \text{с}}{\text{Дж} \cdot \text{м} \cdot \text{с}} = 1,$$

$$n = \frac{2,1 \cdot 10^{-17} \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} \approx 50 \cdot n = 50 \text{ (фотонов)}.$$

О т в е т: $n=50$ фотонов.

Задача 140. Какую максимальную скорость имеют вырванные из лития электроны при облучении светом с частотой 10^{15} Гц?

Решение:

Фотоэффект:

$\nu=10^{15}$ Гц

$A=2,4$ эВ

v — ?

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}; v = \sqrt{\frac{(h\nu - A) \cdot 2}{m}},$$

$$[v] = \sqrt{\frac{\text{Дж} \cdot \text{с} \cdot \text{с}^{-1} - \text{Дж}}{\text{кг}}} = \text{м/с},$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot (6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 10^{15} - 2,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19})}{9 \cdot 10^{-31}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2,79 \cdot 10^{-19}}{9 \cdot 10^{-31}}}$$

$$= \sqrt{\frac{5,58 \cdot 10^{12}}{9}} = 0,8 \cdot 10^6 \text{ (м/с)}.$$

О т в е т: $v=0,8 \cdot 10^6$ м/с.

9.3. МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ТЕМЕ «АТОМ И АТОМНОЕ ЯДРО»

Основное содержание темы определяют понятия «ядерная модель атома», «ядерные силы», «ядерные реакции», «энергия связи», «радиоактивный распад», «цепные реакции деления», «термоядерная реакция», «элементарные частицы», «атомное ядро». Объяснение процессов, происходящих в атоме и его ядре, осуществляется на основе постулатов Бора и закономерности радиоактивного распада.

Задачи занятий

1. На основе анализа соответствующего раздела программы и глав учебника по физике для XI класса выделить явления и процессы, изложенные в них, модели строения атома и его ядра, теоретические положения, их объясняющие.

2. Определить роль и место учебных задач в формировании у учащихся знаний об атоме и атомном ядре.

3. Выделить виды физических задач данного раздела.

По роли задач в усвоении системы знаний данной темы можно выделить следующие их виды: задачи, решение которых осуществляется с использованием постулатов Бора и закономерностей, описывающих модель атома водорода по Бору; на законы радиоактивного распада; на расчет энергии связи на основе формулы Эйнштейна ($\Delta E = \Delta mc^2$); на ядерные реакции (на основе применения законов сохранения энергии, заряда, массы, импульса и закона связи массы и энергии $E = mc^2$); задачи с использованием фотографий ядерных реакций.

Задача 141. При переходе электронов в атомах водорода с четвертой стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны с энергией $0,04 \cdot 10^{-19}$ Дж (зеленая линия водородного спектра). Определите длину волны этой линии и спектра.

Решение:

Излучение фотона
атомом водорода:
 $\varepsilon = 4,04 \cdot 10^{-19}$ Дж

$\lambda = ?$

$$h\nu = E_k - E_n = \varepsilon;$$

$$\varepsilon = h\nu; \text{ при } \nu = \frac{c}{\lambda} \quad \varepsilon = h \frac{c}{\lambda},$$

$$\text{откуда } \lambda = \frac{hc}{\varepsilon},$$

$$[\lambda] = \frac{\text{Дж} \cdot \text{с} \cdot \text{м}}{\text{Дж} \cdot \text{с}} = \text{м}; [\lambda] = \text{м},$$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{4,04 \cdot 10^{-19}} \approx 0,5 \cdot 10^{-6} \text{ (м)}.$$

Ответ: $\lambda = 0,5$ мкм.

Задача 142. Для ионизации атома кислорода необходима энергия около 14 эВ. Найдите частоту излучения, которое может вызвать ионизацию.

Решение:

Ионизация атома кислорода: $E = 14 \text{ эВ}$ $\nu = ?$	Ионизация атома кислорода происходит за счет отрыва от него электрона. При этом электрон получает энергию в 14 эВ в виде порции излучения определенной частоты: $\varepsilon = h\nu; \nu = \frac{\varepsilon}{h},$
---	---

$$\nu = \frac{14 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}} = 3,4 \cdot 10^{15} \text{ (Гц)}.$$

Ответ: $\nu = 3,4 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$.

Задача 143. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны 4 860 Å?

Решение:

Излучение фотона атомом водорода: $\lambda = 4860 \text{ Å} = 4,86 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ $\Delta E_k = ?$	$h\nu_{\text{кп}} = E_k - E_n = \Delta E; \Delta E = h\nu; \text{ так как } \nu = \frac{c}{\lambda}, \text{ то } \Delta E = \frac{hc}{\lambda},$ $\Delta E = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}}{4,86 \cdot 10^{-7} \text{ м}} =$ $= 4,1 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} = \frac{4,1 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ эВ} = 2,6 \text{ эВ}.$
--	--

Ответ: $\Delta E_k = 2,6 \text{ эВ}$.

Задача 144. Активность радиоактивного элемента уменьшилась в 4 раза за 8 дней. Найдите период полураспада.

Решение:

Радиоактивный распад: $N_0 = 4N$ $t = 8 \text{ дней}$ $T = ?$	По закону радиоактивного распада число нераспавшихся атомов равно: $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}.$ При заданном значении $N_0 = 4N$ получается $N = 4N \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$. Отсюда находится T : $\frac{1}{4} = 2^{-\frac{t}{T}},$
--	--

$$2^{-2} = 2^{-\frac{t}{T}}, -2 = -\frac{t}{T}, T = \frac{t}{2}, T = \frac{8 \text{ дней}}{2} = 4 \text{ дня}.$$

Ответ: $T = 4 \text{ дня}$.

Задача 145. Вычислите энергию связи ядра дейтерия H_1^2 в МэВ.

Ядро H_1^2 :
 ΔE (МэВ) — ?

Решение:

$$\text{Энергия связи } \Delta E = \Delta mc^2, \text{ или } \Delta E = 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} \Delta m_{\text{а.е.м.}}; \Delta m = m_p + m_n - m_{H_1^2}.$$

Массовые числа для протона, нейтрона и легкого водорода даны в таблице:

$$\Delta m = 1,00728 \text{ а.е.м.} + 1,00866 \text{ а.е.м.} = 0,00055 \text{ а.е.м.} = 0,00239 \text{ а.е.м.};$$

$$\Delta E = 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} \cdot 0,00239 \text{ а.е.м.} = 2,2 \text{ МэВ.}$$

О т в е т: $\Delta E = 2,2 \text{ МэВ.}$

Задача 146. Выделяется или поглощается энергия при следующей ядерной реакции: ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$?

Решение:

Ядерная реакция:
 ${}^7_3\text{Li} + {}^4_2\text{He} = {}^{10}_5\text{B} +$
 $+ {}^1_0\text{n} + Q$
 Q — ?

$$Q = \Delta E = 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} \Delta m;$$

$$\Delta m = (6,939 + 4,0026 - 10,811 - 1,00866) \text{ а.е.м.} = -0,87806 \text{ а.е.м.};$$

$$Q = 931 \frac{\text{МэВ}}{\text{а.е.м.}} \cdot (-0,87806 \text{ а.е.м.}) = -818 \text{ МэВ, } Q = -818 \text{ МэВ; } Q < 0.$$

О т в е т: $Q = -818 \text{ МэВ.}$

Следовательно, ядерная реакция идет при поглощении энергии.

Глава X

СЕМИНАРСКИЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ ПО КУРСУ ПРАКТИКУМА

10.1. ПЛАНЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Семинар I. Значение решения задач в процессе обучения физике. Понятие «задача» в теориях управления и решения, психологии, общей и частных дидактиках.

Основные вопросы

1. Значение решения задач в процессе обучения физике.
2. Анализ состояния решения задач по физике в теории и практике обучения.

3. Функции учебных задач.
4. Понятие «задача» в теориях управления и решения задач.
5. Понятие «задача» в психологии.
6. Понятие «задача» в методике преподавания физики.
7. Понимание структуры задачи в кибернетике, психологии и учебной задачи в методике преподавания физики.

Задания

1. Подобрать систему задач, раскрывающую всю совокупность их функций.
2. Выполнить анализ определений задачи в частных дидактиках (методика преподавания физики, методика преподавания математики, методика преподавания химии).
3. Выявить правила построения определений в различных дидактиках.

Л и т е р а т у р а: 1, 7, 12, 19, 22, 26, 32, 35, 36, 37.

Семинар II. Понятие «решение задач» в кибернетике, психологии и теории решения.

Основные вопросы

1. Понятие «решение задач» в кибернетике.
2. Понятие «решение задач» в психологии и теории решения.
3. Структура решения задач в теории решения.

Задания

1. Наглядно представить психологическую и общенаучную структуры понятия «решение задач».
2. Описать выделенные структуры по основным их параметрам.
3. Продемонстрировать на примере решения двух задач из раздела об электрических явлениях наличие выделенных компонентов.

Л и т е р а т у р а: 2, 8, 29, 32, 35, 37, 39.

Семинар III. Понятие «решение задач» в методике преподавания физики. Структура процесса решения учебных задач.

Основные вопросы

1. Понимание процесса решения задач в методике преподавания физики.
2. Структура процесса решения учебных задач.
3. Этапы процесса решения учебных задач.
4. Основные операции, из которых складывается процесс решения задач.

Задания

1. Изобразить графами структуры процессов решения математических и физических задач.

2. Сопоставить основные структурные элементы процесса решения задач, выделяемые методикой преподавания физики и методикой преподавания математики.
3. Решить три задачи на законы кинематики с выделением структуры.

Л и т е р а т у р а : 1, 9, 12, 19, 32.

Семинар IV. Классификация задач в различных науках. Классификация учебных задач по физике, их виды.

Основные вопросы

1. Определение понятия «классификация» в логике.
2. Проблема классификации в кибернетике.
3. Проблема классификации учебных задач в методике преподавания физики.
4. Виды учебных физических задач.

Задания

1. Выписать определения понятия «классификация», даваемые логикой; перечислить виды классификаций.
2. Подобрать задачи различных видов, решаемых в курсе физики VII класса.
3. Подобрать задачи с абстрактным и конкретным содержанием. Определить их функции при изучении законов динамики курса физики IX класса.

Л и т е р а т у р а : 5, 12, 16, 19, 21, 22, 25, 32, 33, 37, 40.

Семинар V. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся умения самостоятельно решать задачи. Способы обучения решению задач.

Основные вопросы

1. Психологические теории формирования учебных умений.
2. Понятие «обобщенное умение решать физические задачи».
3. Способы формирования у учащихся умения решать физические задачи (традиционный, полуалгоритмический и алгоритмический).
4. Сравнительный анализ эффективности формирования умения решать задачи различными способами.

Задания

1. Проанализировать в пособии для учащихся А. В. Усовой и З. А. Вологодской «Дидактический материал по физике» способ формирования у учащихся умения решать задачи.
2. Подобрать задачи на законы сохранения в курсе физики IX класса и выделить структуру деятельности учителя по формированию у учащихся различными способами умения самостоятельно решать физические задачи.

Л и т е р а т у р а : 19, 21, 32, 34, 35.

Семинар VI. Методы и способы решения задач. Соотношение алгоритмических и эвристических методов решения задач.

Основные вопросы

1. Понятие «метод решения физических задач».
2. Основные методы решения задач по физике.
3. Понятие «способ решения физических задач», их виды и классификация.
4. Соотношение алгоритмических и эвристических методов решения учебных задач.

Задания

1. При решении задач в процессе изучения тепловых явлений в курсе физики VIII класса показать решение одной задачи аналитическим, другой — синтетическим методами.
2. Определить содержание задач для контрольной работы по курсу физики IX класса, каждая из которых решается различными способами. Решить отобранные задачи.
3. Выделить основные черты алгоритмических и эвристических методов решения физических задач.
4. Решить задачу:

В калориметре находится 0,4 кг воды при температуре 10°C . В воду положили 0,6 кг льда при температуре -40°C . Какая температура установится в калориметре, если его теплоемкость ничтожно мала?

Показать в процессе решения данной задачи место эвристических и алгоритмических процессов.

Л и т е р а т у р а: 6, 12, 14, 19, 22, 23, 26, 32, 35.

Семинар VII. Понятие «алгоритм» в науке, структура учебного алгоритма. Виды алгоритмов решения задач по физике.

Основные вопросы

1. Определение алгоритма в математике, кибернетике и методике физики.
2. Основные характеристики алгоритма как математического понятия.
3. Особенности учебного алгоритма.
4. Структура алгоритма (общенаучного и учебного).
5. Виды алгоритмов, их классификация.
6. Виды алгоритмов решения задач по физике.

Задания

1. Составить алгоритм решения задач по кинематике. Доказать, что предлагаемый вами алгоритм обладает его свойствами.
2. Решить по предложенному алгоритму задачи из курса физики VII и IX классов.

Л и т е р а т у р а: 4, 13, 19, 27, 31, 32, 38.

Семинар VIII. Методика формирования обобщенного умения решать задачи. Этапы обучения решению задач по физике.

Основные вопросы

1. Структура деятельности учителя по обучению учащихся умению решать задачи.
2. Критерии и уровни сформированности умения решать задачи.
3. Основные этапы формирования умения решать физические задачи.
4. Содержание этапов формирования умения решать физические задачи.

Задания

1. Выделить основные элементы деятельности учащихся по усвоению умения решать физические задачи.
2. Выделить структуры решения задач на различных этапах обучения.
3. Выделить структуры деятельности учителя на каждом этапе.
4. Продемонстрировать процесс решения задач учащимися на различных этапах на примерах решения конкретных задач по курсу физики средней школы.

Л и т е р а т у р а: 4, 12, 19, 21, 32, 35.

Семинар IX. Методика обучения решению вычислительных задач.

Основные вопросы

1. Определение вычислительных задач, их виды.
2. Формы задания ситуации вычислительной задачи.
3. Методы и способы решения вычислительных задач. Использование теории подобия для определения функциональной зависимости между требованием и условием задачи.
4. Основные операции процесса решения вычислительной задачи.
5. Структура деятельности учителя по обучению учащихся решению задач.
6. Структура деятельности учащихся по решению задач.

Задание

Построить графы процессов решения вычислительных задач учащимися X класса по теме «Электростатика».

Л и т е р а т у р а: 10, 12, 17, 19, 21, 24, 30, 32.

Семинар X. Методика обучения решению экспериментальных задач.

Основные вопросы

1. Определение экспериментальных задач.
2. Основные виды экспериментальных задач.
3. Способы решения экспериментальных задач.
4. Структура процесса решения экспериментальных задач.
5. Структура экспериментальных умений и методика их формирования в процессе решения задач.
6. Деятельность учителя по формированию у учащихся умения решать задачи.

Задания

1. Подобрать систему экспериментальных задач различных видов.
2. Решить отобранные задачи.
3. Определить роль эксперимента в каждой из них.
4. Проанализировать наличие экспериментальных задач и их содержание в упражнениях учебника физики для VII класса.

Л и т е р а т у р а: 3, 15, 21, 24, 32, 35.

Семинар XI. Методика обучения решению графических задач.

Основные вопросы

1. Определение графических задач, их виды.
2. Способы решения графических задач. Использование номограмм при решении физических задач.
3. Структура процесса решения графических задач.
4. Деятельность учителя по формированию у учащихся умения решать задачи.

Задания

1. Выполнить анализ сборника задач для учащихся по определению в нем места и содержания графических задач.
2. Выделить структуру и содержание графического умения.
3. Подобрать графические задачи различных видов и на примере их решения показать деятельность учителя по формированию у учащихся графического умения.

Л и т е р а т у р а: 18, 21, 24, 25, 32, 35.

Семинар XII. Методика обучения решению логических задач.

Основные вопросы

1. Определение логических задач.
2. Структура логических задач.
3. Виды логических задач, их классификация.

4. Способы решения логических задач.
5. Методика обучения учащихся решению логических задач.

Задания

1. Определить структуру логического способа решения физических задач.
 2. Осуществить анализ логических задач из упражнений учебника физики для VII класса.
 3. Отобрать из них задачи различных видов, дать их решение.
- Л и т е р а т у р а : 21, 24, 32, 33, 35.

Семинар XIII. Методика обучения решению задач межпредметного содержания.

Основные вопросы

1. Различные подходы к определению задач межпредметного содержания.
2. Функции задач межпредметного содержания.
3. Виды задач.
4. Методика решения задач межпредметного содержания.

Задания

1. На примере решения одной из задач межпредметного содержания показать особенности решения данных задач.
 2. Составить две-три задачи межпредметного содержания.
- Л и т е р а т у р а : 11, 21, 26, 35, 40.

10.2. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Распределение количества часов для анализа содержания тем школьного курса физики, анализ типов задач, решаемых в процессе их изучения, особенности методики обучения учащихся решению конкретных типов задач представлены в таблице 20.

Таблица 20

Раздел школьного курса физики	Основная тема школьного курса физики	Количество часов на практические занятия
Механика	Основы кинематики	4
	Основы динамики	6
	Давление твердых тел, жидкостей и газов	2
	Законы сохранения	4
	Механические колебания и волны	4
Молекулярная физика	Основы молекулярно-кинетической теории	4
Электродинамика	Основы термодинамики	8
	Электрическое поле	4
	Законы постоянного тока	4
	Магнитное поле	2
	Электрический ток в различных средах	4

Раздел школьного курса физики	Основная тема школьного курса физики	Количество часов на практические занятия
Оптика Квантовая физика	Электromагнитная индукция	4
	Электromагнитные колебания и волны	4
	Световые явления	4
	Элементы теории относительности	2
	Световые кванты. Действие света	4
	Атом и атомное ядро	2

Контрольные работы по курсу:

1. Методика решения задач по механике.
2. Методика решения задач по молекулярной физике.
3. Методика решения задач по разделу «Электродинамика».
4. Методика решения задач по оптике и квантовой физике.
5. Планирование и методика проведения урока, посвященного решению задач.

По вопросам семинарских занятий проводится коллоквиум.

В процессе проведения практических занятий осуществляется обязательный анализ содержания и процесса решения задач из упражнений школьных учебников, сборника задач по физике А. П. Рымкевича и П. А. Рымкевича. В качестве дополнения используются разнообразные сборники задач, изданные для учителей физики и учащихся средней школы. При этом определены системы обязательных задач для аудиторного и внеаудиторного анализа и решения из сборника А. П. Рымкевича и П. А. Рымкевича «Сборник задач по физике для 8—10 классов средней школы: Пособие для учащихся» (М.: Просвещение, 1984).

Данная система представлена в таблице на форзаце.

ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

1. Акофф Рассел Л. Искусство решения проблем.— М.: Мир, 1982.
2. Александров Д. А., Швайченко И. М. Методика решения задач по физике в средней школе: Пособие для учителей.— Л.: Учпедгиз, 1948.
3. Антипин И. Г. Экспериментальные задачи по физике в 6—7 классах.— М.: Просвещение, 1974.
4. Балл Г. А. Теория учебных задач: Психолого-педагогический аспект.— М.: Педагогика, 1990.
5. Бенерджи Р. Л. Теория решения задач.— М.: Мир, 1972.
6. Бугаев А. И. Методика преподавания физики в средней школе.— М.: Просвещение, 1981.
7. Беликов Б. С. Решение задач по физике. Общие методы.— М.: Высшая школа, 1986.
8. Давыдов В. В. Виды обобщений в обучении.— М.: Педагогика, 1972.
9. Дружинин В. В., Конторов Д. С. Идея, алгоритм, решение.— М.: Воениздат, 1972.

10. Ефимов Е. И. Решатели интеллектуальных задач.— М.: Наука, 1982.
11. Знаменский П. А. Методика преподавания физики в средней школе.— М.: Учпедгиз, 1955.
12. Золотов В. А. Вопросы и задачи по физике в 6—7 классах.— М.: Просвещение, 1975.
13. Каменецкий С. Е., Орехов В. П. Методика решения задач по физике в средней школе.— М.: Просвещение, 1987.
14. Капица П. Л. Физические задачи.— М.: Знание, 1966.
15. Кобушкин В. К. Методика решения задач по физике.— Л.: ЛГУ, 1970.
16. Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник.— М.: Наука, 1975.
17. Кулюткин Ю. Н. Эвристические методы в структуре решений.— М.: Педагогика, 1970.
18. Ланге В. Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку.— М.: Наука, 1979.
19. Леонтьев А. Н. Деятельность. Сознание. Личность.— М.: Политиздат, 1975.
20. Лукашик В. И. Сборник вопросов и задач по физике для 6—7 классов средней школы.— М.: Просвещение, 1988.
21. Методика преподавания физики в 7—8 классах средней школы/Под ред. А. В. Усовой.— М.: Просвещение, 1990.
22. Методика преподавания физики в 8—10 классах средней школы/Под ред. В. П. Орехова, А. В. Усовой.— Ч. I.— М.: Просвещение, 1980.
23. Миллер Д., Галактер Е., Прибрам К. Планы и структура поведения.— М.: Прогресс, 1965.
24. Минский Л. Марвин. Проблемы в области искусственного интеллекта//Математические проблемы в биологии.— М.: Мир, 1966.
25. Мошков С. С. Экспериментальные задачи по физике в средней школе.— Л.: Учпедгиз, 1955.
26. Низамов И. М. Задачи по физике с техническим содержанием.— М.: Просвещение, 1980.
27. Нильсон Н. Искусственный интеллект. Методы поиска решений.— М.: Мир, 1973.
28. Пойа Д. Как решать задачу.— М.: Учпедгиз, 1961.
29. Пойа Д. Математика и правдоподобное рассуждение.— М.: Наука, 1975.
30. Пойа Д. Математическое открытие.— М.: Наука, 1976.
31. Психология мышления: Сб. переводов с нем. и англ./Под ред. А. М. Матюшкина.— М.: Прогресс, 1965.
32. Разумовский В. Г. Развитие творческих способностей учащихся в процессе обучения физике.— М.: Просвещение, 1975.
33. Резников Л. И. Графический метод в преподавании физики.— М.: Учпедгиз, 1960.
34. Рымкевич А. П. Сборник задач по физике для 8—10 классов средней школы.— М.: Просвещение, 1987.
35. Соколов И. И. Методика преподавания физики.— М.: Учпедгиз, 1959.
36. Тульчинский М. Е. Качественные задачи по физике в средней школе.— М.: Просвещение, 1972.
37. Тульчинский М. Е. Качественные задачи по физике в 6—7 классах.— М.: Просвещение, 1976.
38. Усова А. В. Формирование у школьников научных понятий в процессе обучения.— М.: Педагогика, 1986.
39. Усова А. В., Вологодская З. А. Дидактический материал по физике для 6—7 классов.— М.: Просвещение, 1983.
40. Фридман Л. М. Логико-психологический анализ школьных учебных задач.— М.: Педагогика, 1977.
41. Фридман Л. М., Турецкий Е. Н. Как научиться решать задачи.— М.: Просвещение, 1989.
42. Человек и вычислительная техника/Под ред. В. М. Глушкова.— Киев: Наукова думка, 1971.
43. Шардаков М. Н. Мышление школьника.— М.: Учпедгиз, 1963.
44. Эсаулов А. Ф. Психология решения задач.— М.: Высшая школа, 1972.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	3
Г л а в а I. Понятие «задача» в психологии, теории управления и методике преподавания физики	4
1.1. Содержание понятия «задача» в науке и практике обучения	—
1.2. Структура задачи	10
1.3. Способы классификации задач	11
Г л а в а II. Теоретические основы методики обучения учащихся решению задач	15
2.1. Понятие «решение задач» в психологии и теории решения	—
2.2. Понятие «решение задач» в методике преподавания физики	19
2.3. Психолого-дидактические основы формирования у учащихся умения решать задачи	22
2.4. Критерии и уровни сформированности умения решать задачи по физике	32
2.5. Понятие «метод решения задач»	33
2.6. Способы решения физических задач	38
Г л а в а III. Методы обучения учащихся решению задач по физике	43
3.1. Состояние проблемы обучения решению задач в методике преподавания физики	—
3.2. Структура учебной деятельности по решению задач	50
3.3. Методическая система обучения учащихся решению задач по физике	62
3.4. Содержание основных этапов процесса формирования у учащихся умения решать задачи по физике	68
Г л а в а IV. Особенности обучения учащихся решению физических задач в различных классах	86
4.1. Особенности методики формирования умения решать задачи в процессе изучения курса физики VII—VIII классов	—
4.2. Особенности методики обучения решению физических задач в IX классе	93
4.3. Методика обучения учащихся решению задач в X—XI классах	102
Г л а в а V. Методика обучения решению задач различных видов	105
5.1. Методика обучения решению вычислительных задач	—
5.2. Графические задачи по физике	112
5.3. Использование номограмм в решении задач	116
5.4. Логические (качественные) задачи по физике, их классификация и назначение	118
5.5. Методика обучения решению экспериментальных задач	123
5.6. Методика обучения решению задач с производственно-техническим содержанием	124
5.7. Методика обучения решению задач межпредметного содержания	128
5.8. Совершенствование форм организации учебных занятий, связанных с решением физических задач	130
Г л а в а VI. Методика обучения учащихся решению задач по механике	136
6.1. Методика решения задач по кинематике	—
6.2. Методика решения задач по динамике	142
6.3. Методика решения задач на законы сохранения	150
6.4. Методика решения задач на механические колебания и волны	158
Г л а в а VII. Методика решения задач по молекулярной физике	161
7.1. Методика обучения решению задач на основное уравнение молекулярно-кинетической теории	—
7.2. Методика обучения решению задач на уравнение Менделеева — Клапейрона и изопроцессы	163
7.3. Методика решения задач при изучении тепловых явлений и основ термодинамики	166
	207

7.4. Методика обучения решению задач при изучении свойств паров и изменения агрегатных состояний вещества	173
Г л а в а VIII. Методика решения задач по электродинамике	176
8.1. Методика обучения решению задач по электростатике.	—
8.2. Методика обучения решению задач на законы постоянного тока	180
8.3. Методика обучения решению задач по темам «Магнитное поле» и «Электромагнитная индукция»	186
8.4. Методика решения задач при изучении электрических колебаний и электромагнитных волн	189
Г л а в а IX. Методика обучения решению задач по геометрической оптике и квантовой физике	192
9.1. Методика обучения решению задач по теме «Световые явления»	—
9.2. Методика обучения решению задач по теме «Световые кванты. Действие света»	195
9.3. Методика обучения решению задач по теме «Атом и атомное ядро»	196
Г л а в а X. Семинарские и практические занятия по курсу практикума	198
10.1. Планы семинарских занятий	—
10.2. Планирование практических занятий	204
Литература для подготовки к семинарским занятиям	205

Учебное издание

УСОВА АНТОНИНА ВАСИЛЬЕВНА
ТУЛЬКИБАЕВА НАДЕЖДА НИКОЛАЕВНА

ПРАКТИКУМ ПО РЕШЕНИЮ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Зав. редакцией *В. А. Обмелина*
Редактор *О. В. Серышева*
Младший редактор *О. В. Агапова*
Художники *В. В. Костин, О. М. Шмелев*
Художественный редактор *В. М. Прокофьев*
Технический редактор *Т. П. Локтионова*
Корректор *А. А. Барина*

ИБ № 11405

Сдано в набор 11.03.91. Подписано к печати 20.11.91. Формат 60×90¹/₁₆. Бум. офсетная № 2. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 13 + 0,25 форз. Усл. кр.-отт. 13,69. Уч.-изд. л. 13,07 + 0,32 форзац. Тираж 15 000 экз. Заказ 980.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Просвещение» Министерства печати и информации Российской Федерации. 127521, Москва, 3-й проезд Марьиной роши, 41.

Саратовский ордена Трудового Красного Знамени полиграфический комбинат Министерства печати и информации Российской Федерации. 410004, Саратов, ул. Чернышевского, 59.